

Construire la France de 2025 | Un monde
du travail qui évolue | Construire la
société apprenante | **LIVRE BLANC**

DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE 2017

Redonner un sens au progrès | La formation
tout au long de la vie | L'innovation ouverte |
La R&D de l'éducation | La transformation
numérique et le bouleversement du
rapport au savoir | Partager les savoirs
| Un Pacte entre la Nation et
les forces vives du savoir |



LIVRE BLANC
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE 2017



Sommaire

Préambule	6
Préface.....	8
Résumé exécutif.....	11
[I] Construire la France de 2025	23
I.1 Une dynamique européenne et mondiale de développement de l'ESR.....	25
I.1.1 L'enseignement supérieur en expansion dans le monde	25
I.1.2 Les dépenses de R&D restent dynamiques	26
I.1.3 Une évolution des modalités de la recherche privée vers l'innovation ouverte.....	28
I.1.4 L'ESR en Europe : une situation variée	29
I.2 La transformation numérique et le bouleversement du rapport au savoir	32
I.3 Un monde du travail qui évolue	34
I.4 Des inégalités trop fortes et des possibilités d'ascension sociale insuffisantes.....	38
I.5 Un risque de fracture scientifique.....	41
I.6 Redonner un sens à la notion de progrès	42
[II] Le Livre Blanc de l'ESR : un Pacte pour le progrès	47
II.1 Le Livre Blanc de l'ESR	48
II.1.1 Un document prévu par la loi du 22 juillet 2013	48
II.1.2 Un Etat stratège.....	49
II.1.3 Liberté, sérendipité, programmation	50
II.1.4 Une recherche motivée par le progrès de la connaissance ou par une utilité économique ou sociale ?	51
II.2 La Stratégie Nationale de l'Enseignement Supérieur (StraNES).....	52
II.2.1 Les objectifs de la StraNES	52
II.2.2 L'élaboration de la StraNES.....	53
II.2.3 Le contenu de la StraNES.....	53
II.3 La Stratégie Nationale de Recherche (SNR).....	54
II.3.1 Les objectifs de la SNR.....	54
II.3.2 L'élaboration de la SNR.....	55
II.3.3 Le contenu de la SNR.....	56
II.4 La StraNES et la SNR : deux stratégies articulées	60
II.4.1 Des méthodes cohérentes d'élaboration	60
II.4.2 Des lignes de force communes	61

II.4.3	Des formations pour les nouveaux métiers et pour affronter les défis.....	63
II.5	La Stratégie Nationale des Infrastructures de Recherche (SNIR)	65
II.5.1	Les objectifs de la SNIR.....	65
II.5.2	L'élaboration de la SNIR.....	66
II.5.3	Le contenu de la SNIR.....	66
II.6	La Stratégie Nationale de Culture Scientifique, Technique et Industrielle (SNCSTI)	67
II.6.1	Les objectifs de la SNCSTI.....	68
II.6.2	Le processus d'élaboration de la SNCSTI	68
II.6.3	Les orientations de la SNCSTI	69
II.7	Le Livre Blanc de l'enseignement supérieur et de la recherche : quelle place au sein des politiques nationales ?	71
II.7.1	La formation tout au long de la vie.....	71
II.7.2	La transition numérique.....	72
II.7.3	La R&D de l'éducation	73
II.7.4	Le Plan National pour l'Innovation.....	74
II.7.5	La politique étrangère de la France	74
II.7.6	La transition écologique, énergétique et environnementale	76
II.7.7	La santé	78
II.7.8	L'agriculture	79
II.8	Refonder le Pacte entre la Nation et les forces du savoir	79
II.8.1	La confiance envers les acteurs du savoir	80
II.8.2	Engager un effort durable	81
II.8.3	Appuyer les politiques publiques sur la science	81
II.8.4	Des exigences de qualité et d'éthique.....	83
II.8.5	Un engagement dans le partage des savoirs.....	84
II.8.6	La contribution à la poursuite des objectifs nationaux et la responsabilité sociale des établissements d'enseignement supérieur et de recherche.....	85
II.9	L'enseignement supérieur et la recherche, un investissement pour l'avenir	86

[III] La mise en œuvre de la stratégie de l'enseignement supérieur et de la recherche 89

III.1	Des principes d'organisation pour mettre en œuvre la stratégie	90
III.1.1	Simplifier et clarifier l'organisation de notre système d'ESR.....	90
III.1.2	Un principe central : la coopération	91
III.1.3	La refondation de la contractualisation.....	93
III.1.4	L'articulation avec les territoires	95
III.2	La mise en œuvre de la StraNES	96
III.2.1	Une ambition de réussite et de qualité pour élever le niveau de qualification.....	96
III.2.2	Agir pour l'insertion professionnelle.....	102
III.2.3	La responsabilité sociale de l'Etat et de ses opérateurs.....	106
III.2.4	Une ambition mondiale.....	114
III.3	La mise en œuvre de la Stratégie Nationale de Recherche (SNR)	116
III.3.1	La mise en œuvre de la SNR	116

III.3.2	Le suivi de la mise en œuvre de la SNR	130
III.4	La mise en œuvre de la Stratégie Nationale des Infrastructures de Recherche (SNIR).....	131
III.5	La Stratégie nationale de la culture scientifique, technique et industrielle (SNCSTI)	132
III.6	Une action transversale pour le numérique	132
III.6.1	La nécessité d'une politique nationale	133
III.7	Une politique structurante pour l'immobilier des campus	135
III.7.1	Les programmes immobiliers	135
III.7.2	La dévolution immobilière aux universités	138

[IV] Les moyens de l'enseignement supérieur et de la recherche 141

IV.1	Les déterminants de la programmation budgétaire	142
IV.1.1	Des objectifs ambitieux : 3% du PIB pour la R&D, 2% du PIB pour l'enseignement supérieur.....	142
IV.1.2	Une mobilisation à l'échelle européenne.....	143
IV.2	Les moyens pour l'enseignement supérieur et la recherche	144
IV.2.1	Les financements de base	145
IV.2.2	Un Programme d'Investissements d'Avenir 3	145
IV.2.3	Le développement des ressources propres des établissements.....	147
IV.3	La programmation budgétaire 2017-2020	147
IV.3.1	Pour l'enseignement supérieur.....	147
IV.3.2	Pour la recherche	149
IV.3.3	Emploi et attractivité des carrières	150
IV.3.4	Politique de site	154
IV.3.5	Numérique.....	155
IV.3.6	Immobilier	155
IV.3.7	Bilan.....	155

[V] L'évaluation 159

V.1	L'évaluation des structures	160
V.2	L'évaluation des personnels des établissements publics d'ESR.....	161
V.3	L'évaluation de la mise en œuvre de la stratégie.....	162

[VI] Annexes 165

VI.1	Glossaire	166
VI.2	Remerciements	169
VI.3	L'ESR, un investissement pour l'avenir : étude de l'OFCE	169
VI.4	Les Objectifs du Développement Durable de l'Agenda 2030 de l'ONU	206
VI.5	La dynamique mondiale de l'ESR	214
VI.5.1	Chili.....	214
VI.5.2	Corée du Sud.....	215
VI.5.3	Chine	216
VI.5.4	Etats-Unis	217
VI.5.5	Israël	219
VI.5.6	Danemark, Norvège, Suède	220
VI.6	Les besoins de formation pour la SNR	221
VI.6.1	« Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique ».....	222
VI.6.2	« Une énergie propre, sûre et efficace »	222
VI.6.3	« Renouveau industriel »	223
VI.6.4	« Santé et bien-être ».....	223
VI.6.5	« Sécurité alimentaire et défi démographique »	224
VI.6.6	« Mobilité et systèmes urbains durables »	225
VI.6.7	« Société de l'information et de la communication »	225
VI.6.8	« Sociétés innovantes, intégratives et adaptatives ».....	229
VI.6.9	« Une ambition spatiale pour l'Europe ».....	230
VI.6.10	Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents	230
VI.6.11	Actions de formation proposées en soutien des 5 programmes d'action prioritaires	232

[VII] Rapports des stratégies nationales..... 235

VII.1	Stratégie Nationale de l'Enseignement Supérieur	236
VII.2	Stratégie Nationale de Recherche	236
VII.3	Stratégie Nationale des Infrastructures de Recherche	237
VII.4	Stratégie Nationale de Culture Scientifique, Technique et Industrielle	237

Préambule

Ce document est le premier Livre Blanc de l'enseignement supérieur et de la recherche, créé par la loi du 22 juillet 2013, dont l'article 17 précise que « *La stratégie nationale de l'enseignement supérieur [...] et la stratégie nationale de recherche [...] sont présentées sous la forme d'un livre blanc de l'enseignement supérieur et de la recherche par le Gouvernement au Parlement tous les cinq ans.* » Ce Livre Blanc marque ainsi l'engagement du gouvernement en matière d'enseignement supérieur et de recherche (ESR), sur une base pluri-annuelle.

L'enseignement supérieur et la recherche sont ici entendus dans un sens large, incluant le secteur public et le secteur privé, même si naturellement les relations avec l'Etat sont différentes. Au sein de l'Etat, cela concerne toutes les activités d'ESR quel que soit le ministère de tutelle.

Ce Livre Blanc définit la stratégie de la France dans le domaine de l'enseignement supérieur et de la recherche et précise les mesures mises en œuvre dans le cadre de cette stratégie ainsi que les moyens nécessaires. Cette stratégie s'inscrit dans un contexte mondial qui voit l'enseignement supérieur et la recherche prendre une importance de plus en plus grande, en raison notamment d'évolutions rapides de notre monde dont certains aspects saillants sont présentés dans la partie I.1. Dans ce contexte, c'est un véritable Pacte pour le progrès qui est nécessaire, et qui inspire ce Livre Blanc (partie II).

Pour permettre à la France de jouer tout son rôle dans ce contexte mondial, des stratégies nationales de l'enseignement supérieur, de recherche, des infrastructures de recherche et de culture scientifique, technique et industrielle ont été élaborées entre 2013 et 2016. Ces stratégies complémentaires et articulées constituent le socle de ce Livre Blanc, qui les intègre. Elles sont au cœur du pilotage stratégique de l'Etat du système d'enseignement supérieur et de recherche, dont les modalités sont décrites dans la partie III.

A partir de ces stratégies, qui sont succinctement rappelées (pour les éléments plus détaillés il faut se référer à chacun des rapports de stratégie qui figurent en annexe), les mesures prises au niveau de l'Etat pour en assurer la réalisation sont présentées dans la partie III. La partie IV est consacrée aux moyens qui seront consacrés de 2017 à 2020 pour l'enseignement supérieur et la recherche au niveau de l'Etat, et qui doivent permettre la réalisation des objectifs fixés par les stratégies.

Un comité du Livre Blanc, composé de membres des conseils et comités qui ont travaillé sur les différentes stratégies, a accompagné sa rédaction. Celle-ci, placée sous la coordination de Bertrand Monthubert, a été notamment alimentée par les directions générales concernées.

Ce comité est composé de :

Bertrand Monthubert

Président du comité

Professeur de mathématiques, ancien président de l'Université Toulouse III Paul Sabatier

Gérard Aschiéri

Membre du Conseil économique social et environnemental

Sophie Béjean

Professeure de sciences économiques, Rectrice de l'Académie de Strasbourg

Dominique Gillot

Sénatrice du Val d'Oise, présidente du Conseil national de la culture scientifique, technique et industrielle

Marion Guillou

Présidente d'Agreenium

Mari-Noelle Jego-Laveissiere

Directrice Exécutive Innovation Marketing Technologies, Orange

Jean-Yves le Déaut

Député de Meurthe et Moselle, président de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST)

Valérie Masson-Delmotte

Chercheuse en Sciences du Climat et de l'Environnement, co-présidente du groupe de travail du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sur les bases physiques du climat

Jean Pisani-Ferry

Économiste, président de France Stratégie. Représenté par Mohamed Harfi, expert référent, Enseignement supérieur et recherche, France Stratégie

Brigitte Plateau

Présidente de Grenoble I.N.P., présidente de l'alliance Allistene

François Taddei

Directeur de recherches INSERM, Directeur du Centre de Recherche Interdisciplinaire de Paris

Claire Thoury

Doctorante, ancienne Vice-présidente étudiante de l'Université Sorbonne Nouvelle Paris 3

Cédric Villani

Directeur de l'Institut Henri-Poincaré, Médaille Fields

Préface



L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET LA RECHERCHE ONT ÉTÉ LES LEVIERS DE LA PUISSANCE ET DU RAYONNEMENT DE LA FRANCE DES SIÈCLES PRÉCÉDENTS. Ils demeurent cruciaux pour la construction de notre avenir. Aucune entreprise, aucun secteur d'activité, aucune politique publique ne peut penser sa réussite sans s'appuyer sur les savoirs scientifiques (y compris en sciences humaines et sociales), sur l'innovation et sur le développement des compétences et des connaissances.



Nous sommes d'ailleurs dans une période de transformation majeure, dans laquelle l'intelligence occupe la place centrale. Révolution numérique, bouleversements de la connaissance, réinvention des formes de travail... Tous les savoirs sont à convoquer pour permettre à la France d'entrer de plain pied dans ce nouveau monde et d'y réussir.

L'actualité récente témoigne du besoin de compréhension et de connaissances nouvelles : phénomènes de radicalisation, changement climatique et solutions pour y faire face, nouveaux processus démocratiques. Nous devons donc construire la « société apprenante » : une société où une part toujours plus importante de la population maîtrise les savoirs les plus actuels, une société qui interagit avec la recherche, qui interroge en permanence ses modes de fonctionnement, dans la sphère économique, sociale et politique. L'esprit de la recherche doit investir notre quotidien autant que la formation doit devenir une activité ordinaire.

Promouvoir le développement et la transmission des connaissances, des savoirs et des technologies, c'est promouvoir le progrès. Il est temps aujourd'hui, à un moment où les visions pessimistes et fatalistes sont particulièrement développées de redonner tout son sens à cette belle notion. Si nous voulons choisir notre avenir plutôt que de le subir, il est indispensable de penser le monde que nous voulons, et construire nos actions dans cette direction. Un monde plus juste, plus dynamique, plus sûr, engagé dans le développement économique, social et environnemental durable. Le progrès constitue dès lors la trajectoire vers ce monde souhaitable, et la recherche et l'enseignement en sont les fondamentaux. Porter cette ambition pour notre pays, c'est positionner l'Enseignement supérieur et la recherche à la place éminente qui lui revient, au cœur des politiques publiques, et ce dans un temps long.

Tel est l'enjeu de ce Livre blanc, qui constitue la stratégie de la France pour l'enseignement supérieur et la recherche. Car il ne s'agit pas seulement de dresser le constat de l'existant mais de proposer des solutions durables, pérennes, performantes. Il s'agit d'initier une trajectoire, et d'engager les moyens nécessaires à notre ambition. Ce livre blanc n'est pas un simple rapport, ni la synthèse des différentes stratégies ESR pilotées par l'État : c'est un pacte d'avenir entre l'Enseignement supérieur, la Recherche et la France.

Un pacte pour le progrès.

Najat Vallaud-Belkacem

Ministre de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche

Handwritten signature of Najat Vallaud-Belkacem in blue ink.

Thierry Mandon

Secrétaire d'État à l'Enseignement
supérieur et la Recherche

Handwritten signature of Thierry Mandon in blue ink.

Résumé exécutif

Le Livre Blanc de l'enseignement supérieur et de la recherche est prévu par la Loi du 22 juillet 2013. Il embrasse les stratégies nationales relatives à l'enseignement supérieur et la recherche.

[I] Construire la France de 2025

L'enseignement supérieur et la recherche sont au cœur de la construction de notre avenir. Pas une politique publique, pas un secteur d'activité, ne peut penser son évolution sans s'appuyer sur les avancées scientifiques, l'innovation, sans développer les compétences des citoyens et des professionnels : le besoin d'enseignement supérieur et de recherche n'a jamais été aussi fort dans un contexte de défis mondiaux et de construction d'une société apprenante.

- ▶ **Transition écologique et développement durable, numérique et big data, bouleversement du rapport au savoir, mutations du travail, démographie...** Les défis sont nombreux, ils suscitent un besoin de nouveaux savoirs, et d'innovations de natures sociales, politiques, technologiques.
- ▶ L'évolution très rapide des compétences requises rend impérative **l'élévation du niveau de qualification, la formation des individus tout au long de la vie** et la flexibilité des parcours. Les modalités de formation se diversifient avec l'appui des technologies numériques.
- ▶ Du fait de cette évolution, on constate **au niveau mondial une explosion de la demande de formation** de niveau supérieur. Les dépenses d'enseignement supérieur ont ainsi augmenté de 30% au niveau mondial entre 2005 et 2013. Parallèlement on constate une augmentation des dépenses de R&D et un **engouement pour la science**, qui cohabite parfois avec une forme de doute et de relativisme : le risque de fracture scientifique est fort, et renforce le besoin de mieux partager les savoirs.
- ▶ Il s'agit donc de **redonner un sens à la notion de progrès**. Si nous voulons choisir notre avenir plutôt que de le subir, il est indispensable de penser le monde que nous voulons, et construire nos actions dans cette direction. Le progrès constitue dès lors la trajectoire vers ce monde souhaitable, et la science en est le premier pilier. La France, en soutenant l'Agenda 2030 de l'ONU et ses **17 Objectifs du Développement Durable**, a fixé un cadre de référence pour repenser la notion de progrès et la partager.
- ▶ Face à la demande croissante de savoirs et dans un monde de plus en plus ouvert, **émergent de nouveaux acteurs** dans les champs de l'enseignement supérieur et de la recherche. Diversification géographique : La Chine est désormais le deuxième pays en matière de R&D. En Corée du Sud, 69% d'une classe d'âge est diplômée de l'enseignement supérieur (contre 40% dans les pays de l'OCDE)... Appuyé sur les possibilités ouvertes par le numérique, par la forte mobilité des étudiants comme par celle des chercheurs et des enseignants, et aujourd'hui par l'exportation-même des formations et des campus dans d'autres pays, c'est un phénomène **d'internationalisation**, ample, diversifié, extrêmement rapide, que nous devons désormais prendre résolument en compte.
- ▶ Du point de vue budgétaire, **les dépenses d'Enseignement supérieur comme celles de Recherche constituent un véritable investissement**. Afin de le caractériser, une étude a été réalisée par un laboratoire indépendant, l'OFCE¹, qui montre que les mesures proposées dans le

¹ Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE), au sein de la Fondation nationale des sciences politiques (FNSP)

Livre Blanc pourraient avoir un impact d'**augmentation de 10 points du PIB** (200 milliards d'euros) à long terme.

Plus que jamais, il nous appartient de veiller à ce que l'enseignement supérieur et la recherche constituent **le cœur de « la société apprenante »**² de demain. Ils figurent en bonne place dans les Objectifs de Développement Durable établis par l'ONU ou les nouveaux indicateurs de richesse construits par différents pays dont la France.

Pour répondre à ces attentes et tenir notre place au niveau international, il faut **refonder le Pacte** de l'enseignement supérieur et de la recherche avec le pays : travail dans la durée, lien entre la science et les politiques publiques, éthique, responsabilité sociale et lutte contre les inégalités, ouverture, moyens adéquats, confiance faite aux acteurs tout en proposant un cap et des priorités.

C'est dans cette perspective que s'inscrivent les **stratégies nationales**. Celles-ci ne sont en rien antinomiques de la capacité d'initiative des acteurs. Elles permettent de se projeter dans le long terme. Si elles envisagent résolument des défis liés aux évolutions du monde, elles réaffirment le rôle de la recherche fondamentale.

[II] Le Livre Blanc de l'ESR : un pacte pour le progrès

Faire de notre pays une société apprenante est aujourd'hui un objectif politique, qui repose sur un Pacte pour l'Enseignement supérieur et pour la Recherche qu'il est nécessaire de refonder : c'est l'objet de ce Livre Blanc. Il inclut les stratégies nationales de l'enseignement supérieur (StraNES), de recherche (SNR), leurs articulations et fait référence aux stratégies nationales des Infrastructures de recherche (SNIR), de Culture Scientifique, Technique et Industrielle (SNCSTI) comme aux stratégies sectorielles adoptées.

II.1 La Stratégie Nationale d'Enseignement Supérieur (StraNES)

Le rapport « Pour une Société apprenante - Propositions pour une stratégie nationale de l'enseignement supérieur »³ a été élaboré par un comité de réflexion et d'expertise indépendant et remis au Président de la République le 8 septembre 2015.

Il comporte cinq axes stratégiques :

1. « **Construire une société apprenante et soutenir notre économie** », en valorisant les compétences nécessaires pour évoluer dans un monde complexe et en transformation rapide ; en élevant

² Pour reprendre le terme de Joseph Stiglitz dans *Creating a Learning Society*, Columbia University Press, 2015

³ <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid92442/pour-une-societe-apprenante-propositions-pour-une-strategie-nationale-de-l-enseignement-superieur.html>

le niveau général de qualification (objectif: 60% d'une classe d'âge diplômée de l'enseignement supérieur) ; en faisant de la formation tout au long de la vie (FTLV) une réalité au cœur de la stratégie des établissements ;

2. « **Développer la dimension européenne et l'internationalisation de notre enseignement supérieur** » notamment en accueillant mieux les étudiants étrangers et en augmentant la mobilité sortante, en particulier pour nos étudiants les plus modestes ;
3. « **Favoriser une réelle accession sociale et agir pour l'inclusion** », notamment en repensant les processus d'orientation et en diversifiant les cursus ;
4. « **Inventer l'éducation supérieure du xxe siècle** », en privilégiant une pédagogie active, intégrant les apports du numérique et appuyée sur la recherche ;
5. « **Répondre aux aspirations de la jeunesse** » en dynamisant les campus, en valorisant l'engagement étudiant, en assouplissant les parcours.

Il s'appuie sur trois leviers principaux :

1. « **Dessiner un nouveau paysage pour l'enseignement supérieur** », par la mise en œuvre d'un pilotage interministériel de l'enseignement supérieur, articulé à des stratégies de site, portées par les regroupements d'établissements en liaison avec les collectivités territoriales ;
2. « **Écouter et soutenir les femmes et les hommes qui y travaillent** », notamment par un accompagnement et une meilleure prise en compte de l'investissement des enseignants chercheurs dans la formation, la valorisation de nouveaux métiers, une politique d'emplois adaptée ;
3. « **Investir pour la société apprenante** » par la mobilisation de financements appropriés.

Le rapport présente, pour ces différents axes et leviers, un ensemble de quarante propositions.

II.2 La Stratégie Nationale de Recherche (SNR)

La Stratégie nationale de recherche (SNR) a été remise au Premier ministre le 14 décembre 2015. Elle a été élaborée à l'issue d'une large concertation, et a fait l'objet d'un avis du Conseil Stratégique de la Recherche.

La SNR promeut la recherche fondamentale comme le socle essentiel pour le développement d'une science de haut niveau et vise plusieurs objectifs :

1. répondre aux défis scientifiques, technologiques, environnementaux et sociétaux auxquels la France devra faire face dans les décennies à venir en définissant un nombre restreint de priorités scientifiques et technologiques, reliées aux objectifs de développement durable.

2. réaffirmer le rôle de stratège de l'État en matière d'orientation et de programmation de la recherche, dans un dialogue avec tous les acteurs publics et privés de la recherche.
3. renforcer l'articulation avec le programme Horizon 2020 élaboré par l'Union européenne pour la période 2014-2020 qui vise également à répondre aux défis économiques et sociétaux.
4. valoriser les résultats de la recherche en assurant la promotion de l'innovation, le transfert de technologie, la capacité d'expertise et d'appui aux politiques publiques, le développement de la culture scientifique, technique et industrielle.

Le rôle des sciences humaines et sociales (SHS) a été jugé déterminant pour chacun des défis, et le recours à des approches interdisciplinaires, associant largement ses différentes composantes – sociologie, économie... – est apparu comme une condition essentielle des innovations économiques ou sociétales.

La SNR est structurées selon 10 défis sociétaux :

- ▶ Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique
- ▶ Une énergie propre, sûre et efficace
- ▶ Le renouveau industriel
- ▶ Santé et bien-être
- ▶ Sécurité alimentaire et défi démographique
- ▶ Société de l'information et de la communication
- ▶ Sociétés innovantes, intégratives et adaptatives
- ▶ Une ambition spatiale pour l'Europe
- ▶ Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents.

Cinq actions prioritaires ont été considérées comme devant être traitées avec une urgence particulière, compte tenu de la diversité de leurs impacts économiques et sociaux, des dynamiques internationales en cours, et de la maturité des actions envisagées :

- ▶ **Big data** Un gisement exceptionnel de connaissances et de croissance
- ▶ **Système Terre : observation, prévision, adaptation** Organiser l'acquisition et l'exploitation des données d'observation de la Terre pour anticiper les conséquences du changement climatique
- ▶ **Biologie des systèmes et applications** Soutenir l'émergence de concepts nouveaux pour la compréhension du vivant et développer les applications médicales et industrielles
- ▶ **Du laboratoire au patient** Associer recherche en laboratoire, recherche clinique et innovation privée pour le bénéfice des patients
- ▶ **Homme et cultures** Appréhender les phénomènes humains dans leurs réalités individuelles et sociales

D'autres stratégies nationales ont été adoptées sur des volets particulièrement importants pour l'avenir (infrastructures de recherche et culture scientifique, technique et industrielle) ou pour des secteurs prioritaires (énergie, agriculture...).

II.3 Stratégie nationale des infrastructures de recherche (SNIR)

La stratégie nationale sur les infrastructures de recherche est destinée à maintenir au meilleur niveau les grands équipements et à les intégrer dans l'espace européen de la recherche et les réseaux internationaux. Quatre formes d'infrastructures de recherche peuvent être identifiées :

- ▶ **sur un seul site** : les infrastructures localisées, le plus souvent du fait d'une instrumentation de grande taille nécessitant un programme immobilier spécifique
- ▶ **distribuée** : les flottes, les réseaux de sites instrumentés ou de plateformes, les collections, archives et bibliothèques scientifiques
- ▶ **dématérialisée** : les infrastructures de recherche virtuelles, les bases de données
- ▶ **les infrastructures à la base de réseaux humains** (cohortes, experts, etc.)

L'édition 2016 de la feuille de route nationale compte 95 Infrastructures de Recherche dont 5 Organisations Internationales.

II.4 Stratégie nationale de culture scientifique technique et industrielle (SNCSTI)

La culture scientifique, technique et industrielle doit permettre au citoyen de comprendre le monde dans lequel il vit, de se préparer à vivre dans celui de demain, et de devenir un acteur de la démarche scientifique. En développant l'information et la réflexion des publics sur la science et ses enjeux, en favorisant les échanges avec la communauté scientifique, en partageant les savoirs, en éduquant à une citoyenneté active, elle inscrit la science dans la société.

La SNCSTI s'organise autour de quatre thématiques transversales : **l'égalité femmes / hommes ; le changement climatique et les objectifs de développement durable ; l'Europe ; l'éducation par la mémoire / l'histoire des sciences et des techniques.**

Elle fixe cinq orientations visant à faire progresser les acteurs et la culture scientifique :

- ▶ **Connaissance et reconnaissance des acteurs de la CSTI en France**
- ▶ **Numérique : connaissances, impacts et usages**
- ▶ **Débat démocratique et appui aux politiques publiques**
- ▶ **Démarche scientifique appliquée par la société**
- ▶ **Culture technique, industrielle et d'innovation**

II.5 Des stratégies connectées

Le lien entre les dimensions recherche et formation est primordial. Il se retrouve dans les liens entre la StraNES et la SNR : lien entre défis de la recherche et évolution des formations ; numérique, vu à la fois comme outil et objet de recherche et d'enseignement ; approche pluridisciplinaire cruciale pour la recherche comme pour l'enseignement ; initiation précoce recommandée à la démarche de recherche ; valorisation de la formation des docteurs et de leur place dans les entreprises comme dans la fonction publique ; déploiement d'un véritable réseau de R&D sur l'éducation et la formation.

Ces stratégies s'inscrivent dans les diverses politiques publiques, que cela concerne l'emploi (avec la formation tout au long de la vie), l'innovation, le numérique, la transition écologique et énergétique, la santé, la politique étrangère, l'agriculture...

II.6 Refonder le Pacte entre la Nation et les forces du savoir

C'est donc un véritable pacte entre la nation et les forces du savoir qui doit être forgé. Il repose sur des engagements réciproques.

Du côté de la nation :

- ▶ Engagement dans la durée : objectifs de dépenses de 3% du PIB pour la R&D et de 2% pour l'enseignement supérieur, avec une programmation budgétaire
- ▶ Confiance envers les femmes et les hommes qui consacrent leur énergie à faire progresser le savoir et à le partager, respect du statut des personnels et notamment de la liberté académique
- ▶ Appui sur la science pour l'élaboration des politiques publiques

Du côté des personnels et des établissements :

- ▶ Exigence de remplir au mieux leurs missions et respect de l'éthique du chercheur
- ▶ Engagement dans le partage des savoirs
- ▶ Contribution à la poursuite des objectifs nationaux et responsabilité sociale

[III] La première étape de mise en œuvre

La mise en œuvre de ces stratégies s'appuie sur un certain nombre de principes et lignes de force. Le développement de la **politique de site** en est une, avec le **soutien aux regroupements** entre universités, écoles et organismes de recherche, pour une plus grande synergie, un lien plus fort avec les territoires et une plus grande visibilité, notamment à l'international. Cette politique de site s'appuie sur un **dialogue contractuel renouvelé** avec l'État, qui concerne aussi bien l'enseignement que la recherche. Le site doit constituer un lieu de cohérence privilégié y compris pour l'action des différents ministères.

Par ailleurs l'État s'est engagé dans une démarche volontariste de **simplification**. Un plan de 75 mesures a été adopté en 2016 par le ministère chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche.

De nombreuses mesures ont été prises pour mettre en œuvre les stratégies, qui sont décrites au cours du Livre Blanc et s'inscrivent pleinement dans les propositions des rapports.

III.1 La StraNES

Au niveau de l'enseignement supérieur, elles portent une ambition de réussite et de qualité pour **élever le niveau de qualification**, avec l'objectif de porter à **60%** d'une classe d'âge les diplômés de l'enseignement supérieur. Cela passe par des évolutions importantes en matière **d'orientation**, par la **réforme des Masters**, et par la **lutte contre les inégalités**. Le maintien des droits d'inscription universitaire à un faible niveau y participe. Un travail important appuyé sur le Conseil National du Numérique a permis de promouvoir une **approche globale de la transition numérique**. Afin de **développer la transformation pédagogique**, un soutien aux pratiques pédagogiques innovantes a été mis en place, ainsi qu'un appui à la R&D de l'éducation.

La politique pour l'emploi est soutenue par le développement de la **formation tout au long de la vie**, ainsi que le renforcement de la relation formation/emploi et le développement de nouvelles formations pour les nouveaux métiers. L'entrepreneuriat est renforcé.

La **responsabilité sociale** des établissements est une démarche qui mobilise de plus en plus d'universités et d'écoles. En particulier, **le développement durable, la lutte contre les inégalités et pour l'inclusion**, notamment des personnes en situation de handicap, en phase avec les Objectifs du Développement Durable, mobilisent les établissements, leurs personnels et les étudiants.

La **vie étudiante** a fait l'objet d'un Plan National de 35 mesures. Augmentation des bourses étudiantes, politique de logement, mais aussi assouplissement des rythmes pour tenir compte des situations particulières comme celles des étudiants salariés, sont autant de dispositions pour répondre aux aspirations de la jeunesse. L'augmentation importante de **l'engagement** sera désormais valorisé dans les formations, comme le prévoit la loi Égalité et Citoyenneté.

L'internationalisation se développe grâce aux stratégies mises en œuvre dans les regroupements d'établissements, mais aussi les efforts faits pour **améliorer l'accueil des étudiants et chercheurs étrangers** : cours en Anglais, carte de séjour pluriannuelle. La mobilité sortante augmente fortement.

III.2 La SNR

La mise en œuvre de la SNR passe par deux dynamiques complémentaires : d'une part celle qui est **impulsée par les initiatives des chercheurs**, partant de leurs **laboratoires**, dont les crédits de base doivent augmenter pour leur conférer cette capacité, d'autre part celle qui est motivée par des **financements ciblés**, en particulier dans le cadre des Programmes d'Investissements d'Avenir et de l'Agence Nationale de la Recherche ou dans le cadre des organismes de recherche finalisée (CIRAD, IFREMER, INRA, IRSTEA,...) ou de recherche technologique (CEA). Une évolution des programmes financés par l'ANR est en cours pour mieux afficher le soutien à la **recherche fondamentale**, et financer d'un côté majoritairement des projets « blancs » et de l'autre des projets s'inscrivant dans les programmes d'action prioritaires de la SNR. Les Programmes d'Investissements d'Avenir (PIA 2 et PIA 3) s'appuient sur la SNR dans le cadre des appels à projets, en ciblant qualité et innovation. En outre, l'accès aux programmes européens, qu'ils relèvent de la recherche fondamentale (ERC) ou d'objectifs socio-économiques, est encouragé. Désormais, l'implication des chercheurs publics dans la recherche et la construction de capacités dans les pays en développement peut être financée par l'Agence Française de Développement.

En outre, des incitations fiscales sont maintenues pour favoriser les investissements de recherche des acteurs privés et leurs collaborations avec les acteurs publics.

Les dispositifs de soutien à la **recherche partenariale** et à l'**innovation** sont développés et évoluent afin de faciliter et clarifier les modalités de la collaboration entre les chercheurs et les entreprises. Cela passe aussi par **l'emploi de docteurs** dans les entreprises : en particulier le dispositif CIFRE monte en puissance.

Des outils de transfert technologiques ou de translation ont été promus par site ou sur des thèmes prioritaires (Instituts Carnot, Instituts Hospitalo-Universitaires, Instituts de Recherche Technologique...).

Les politiques de site permettent d'articuler **les stratégies scientifiques** des universités, écoles, organismes de recherche.

L'intégrité scientifique est renforcée, avec la création d'un Office français de l'intégrité scientifique.

La SNR se décline dans d'autres stratégies nationales sectorielles : énergie, environnement, agriculture, etc.

[IV] Une programmation ambitieuse des moyens : 3% du PIB pour la R&D, 2% du PIB pour l'enseignement supérieur

Pour réussir la mise en œuvre des stratégies nationales de l'enseignement supérieur et de la recherche, une augmentation des moyens qui y sont consacrés, notamment publics, a été décidée.

L'objectif d'atteindre 3 % du PIB (contre 2,23% actuellement) pour les dépenses de R&D fait partie des 5 objectifs d'Europe 2020. Il a été réaffirmé pour la France en novembre 2016 par le Président de la République française qui a fixé un délai de 10 ans pour atteindre cet objectif.

Pour ce qui concerne l'enseignement supérieur, la France propose que l'Europe se dote d'un objectif ambitieux, atteindre 2% du PIB dans 10 ans (contre 1,4% en moyenne actuellement).

Pour y parvenir, il faudra augmenter les dépenses de l'État d'environ **10 milliards d'euros en 10 ans.**

Pour engager ce mouvement, une **programmation budgétaire** (hors dispositifs fiscaux) est déclinée sur la **période 2017-2020**. Le budget 2017 est la première phase de cette programmation budgétaire. Il prévoit une **augmentation de 850 M€ de crédits budgétaires**, auxquels il faut ajouter les crédits des Plans Investissements d'Avenir (PIA) 2 et 3 (près de **300 M€** par an).

Les moyens pour l'enseignement supérieur prévoient l'accompagnement de l'augmentation du nombre d'étudiants et une amélioration de la qualité, en phase avec l'objectif de diplômer 60% d'une classe d'âge au niveau supérieur. Cette évolution se situe dans une fourchette allant de 335 000 étudiants supplémentaires de 2015 à 2024 (tendance actuelle) à 735 000 étudiants supplémentaires. Les moyens supplémentaires nécessaires sur 4 ans se situent **entre 1 550 M€ et 3 000 M€**. Ils seront réévalués en fonction du constat de l'évolution du nombre d'étudiants.

Les moyens pour la recherche prévoient une augmentation des crédits de base des laboratoires (350 M€), ainsi que des moyens de l'ANR (350 M€) afin d'augmenter le taux de sélection. Au total ce sont **840 M€** de financements directs supplémentaires sur 4 ans.

Des moyens sont également prévus pour améliorer l'attractivité des carrières et favoriser les jeunes chercheurs. L'entrée dans la carrière est aujourd'hui peu attractive avec un ratio de 1,7 fois le SMIC et des moyens de recherche limités. Aussi les carrières seront-elles améliorées grâce aux mesures du protocole PPCR (Parcours Professionnel, Carrières et Rémunérations). Elles conduisent à une amélioration des carrières pour les maîtres de conférences, chargés de recherche, personnels administratifs et techniques... Au total **820 M€** sur 4 ans seront engagés sur les différentes mesures annoncées.

Le soutien à la politique de site sera développé à hauteur de 130 M€.

Enfin deux domaines transversaux sont identifiés : le numérique, avec un soutien supplémentaire de 30 M€ par an, et **l'immobilier**, avec un soutien supplémentaire de 300 M€ par an. Ces

moyens viennent en plus de ceux qui pourront être consacrés par les établissements dans le cadre de l'augmentation de leurs moyens.

Tableau récapitulatif (en millions d'euros)

Enseignement Supérieur	Entre 1 550 et 3000
Recherche	840
Emploi et carrières	820
Politique de site	130
Numérique	30
Immobilier	300
TOTAL	Entre 3 670 et 5 120

À ces moyens budgétaires s'ajoutent ceux qui sont dédiés aux **Programmes d'Investissement d'Avenir** : près de **300 M€** y seront consacrés pour ce qui concerne l'ESR.

Le budget 2017 constitue bien la première année de cette programmation. Les budgets pourront évoluer ensuite, notamment afin de prendre en compte le constat de l'évolution du nombre d'étudiants.

Le coût pour le pays doit être mis en regard des gains, mesurés dans l'étude de l'OFCE qui a été annexée au Livre Blanc. A l'horizon 2020, le coût net serait de 0,07 points de PIB (770 M€). L'impact de long terme est très important : sur la croissance (**+10 points de PIB** soit 220 milliards d'euros) comme sur l'emploi (**400 000 emplois**). L'enseignement supérieur et la recherche sont un **investissement pour notre pays**.

[V] L'évaluation

L'évaluation joue un rôle très important dans le fonctionnement du système d'ESR. Elle doit prendre en compte les différentes missions des acteurs de l'ESR, être réalisée sur une base indépendante, répondre aux critères de qualité internationaux, être cohérente avec les stratégies nationales et être efficace pour ne pas devenir chronophage. Ces principes se déclinent pour l'évaluation des structures, celles des personnels des établissements publics de l'ESR, mais aussi pour la mise en œuvre de la stratégie elle-même, qui s'appuie sur les conseils et comités qui ont participé à l'élaboration de ces stratégies, ainsi que sur plusieurs instances officielles : Conseil National de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (CNESER), Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST), commissions compétentes de l'Assemblée Nationale et du Sénat.

[1]

Construire la France de 2025

LE VISAGE DE LA FRANCE, DE L'EUROPE, DU MONDE, DANS LEQUEL NOUS VIVRONS DANS 10 ANS ET AU-DELÀ, DÉPEND DES CHOIX QUE NOUS FAISONS AUJOURD'HUI. Or nous sommes pris en tenaille entre un présent qui suscite une forte angoisse et un avenir qui peine à se dessiner. Faute de direction claire, nos sociétés sont tentées par le repli, sous l'effet des crises diverses et du règne de la peur. « *La crise, disait Gramsci, consiste justement dans le fait que l'ancien meurt et que le nouveau ne peut pas naître : pendant cet interrègne on observe les phénomènes morbides les plus variés* ». Nous y sommes. Pourtant, le retour vers le passé que certains professent est sans issue : la nostalgie ne construit rien, les défis auxquels nous avons à faire face comme le réchauffement climatique ne s'effacent pas à coups de gomme.

L'enseignement supérieur et la recherche sont au cœur de la construction de notre avenir. Pas une politique publique, pas un secteur d'activité, ne peuvent penser leur évolution sans s'appuyer sur les avancées scientifiques, l'innovation, sans développer les compétences des citoyens et des professionnels. L'actualité récente en témoigne : besoin de compréhension des phénomènes de radicalisation, besoin de mieux comprendre le changement climatique et les solutions permettant de le maîtriser et y faire face, ou encore conséquences de la montée des inégalités... Nous devons donc construire la société apprenante.

*Nous devons construire
la société apprenante.*

Une société dans laquelle une part beaucoup plus importante de la population maîtrisera les savoirs les plus actuels, sera en capacité d'interagir avec la recherche et fera évoluer son activité en interrogeant en permanence ses modes de fonctionnement, que ce soit dans la sphère économique, sociale ou politique. L'heure n'est plus à la séparation entre les savants qui dictent et les autres qui écoutent et suivent, cela n'a d'ailleurs jamais fonctionné. L'esprit de la recherche doit se retrouver dans notre activité quotidienne, la formation doit devenir une activité banale pour le plus grand nombre. L'interaction entre les chercheurs et la société est sans doute la voie la plus prometteuse pour le développement durable de notre monde.

L'enseignement supérieur et la recherche sont aussi au cœur de notre histoire. La Sorbonne est un symbole de la France dont le nom rayonne dans le monde entier, nous avons formé des générations d'étudiants étrangers qui restent attachés à notre pays, marqués par ce qu'ils ont appris sur les bancs de nos universités et écoles. Nous avons accueilli des réfugiés qui ont pu en retour nous apporter leur talent. Nous avons fait le choix, dans le sillage de la pensée des Lumières, de construire notre place dans le monde en investissant dans la connaissance, en investissant le progrès scientifique et technologique.

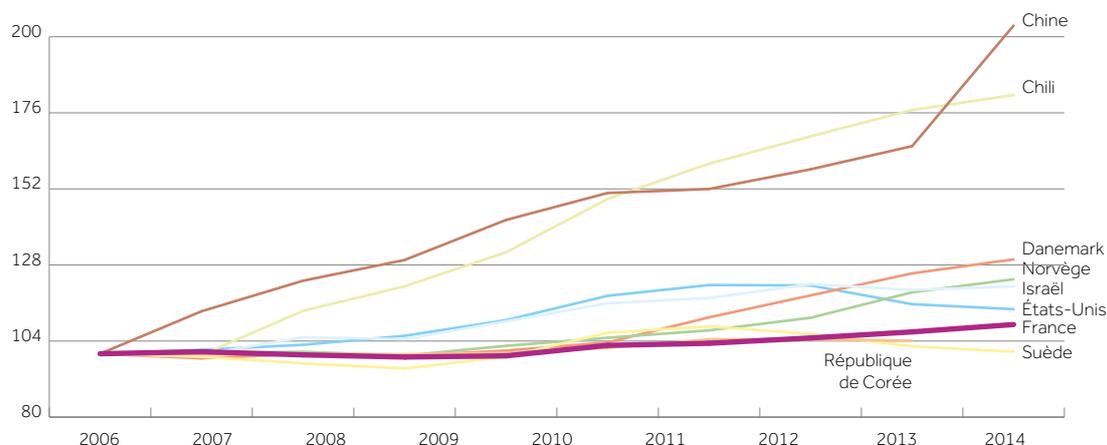
I.1 Une dynamique européenne et mondiale de développement de l'ESR

La géographie du savoir connaît des bouleversements profonds. Alors que l'ESR était au XX^e siècle le domaine réservé d'un ensemble restreint de pays, de nouveaux acteurs ont émergé au cours des 15 dernières années. Des pays comme la Chine et l'Inde ont fortement augmenté leur potentiel de R&D et leur nombre d'étudiants. Des pays sont passés d'un stade de développement très faible à la tête du classement mondial, atteignant parfois des taux de diplomation exceptionnels. En Corée du Sud 69 % des 25-34 ans sont aujourd'hui diplômés de l'enseignement supérieur. L'annexe VI.5 présente plusieurs exemples de pays qui illustrent cette dynamique mondiale. Cette dynamique nous invite à reconsidérer en permanence notre place dans le monde et à viser à être parmi les pays les mieux placés, ce qui suppose des efforts importants.

I.1.1 L'enseignement supérieur en expansion dans le monde

Le rapport annuel de l'OCDE, Regards sur l'éducation 2016 rend compte d'une dynamique mondiale impressionnante : « Dans l'enseignement tertiaire¹, les dépenses et les effectifs ont évolué de façon diamétralement opposée par comparaison avec les niveaux inférieurs d'enseignement. Les dépenses au titre de l'enseignement tertiaire ont augmenté rapidement dans la plupart des pays, avec une progression de 29 % entre 2005 et 2013. Cette hausse n'a toutefois pas donné sa pleine mesure puisque les effectifs de l'enseignement tertiaire ont sensiblement augmenté, de 16 % en moyenne, dans les pays de l'OCDE. Cet accroissement rapide des effectifs n'est pas à imputer à l'évolution démographique, mais à l'amélioration de l'accessibilité de l'enseignement tertiaire dans la plupart des pays. Les effectifs de l'enseignement tertiaire ont grimpé en flèche dans les économies émergentes, par exemple au Brésil (de 50 %), au Chili (de 78 %), au Mexique (de 39 %) et en Turquie (de 76 %). Sous l'effet conjugué de la hausse des dépenses totales et des effectifs, les dépenses par étudiant ont progressé de 12 % entre 2005 et 2013. »

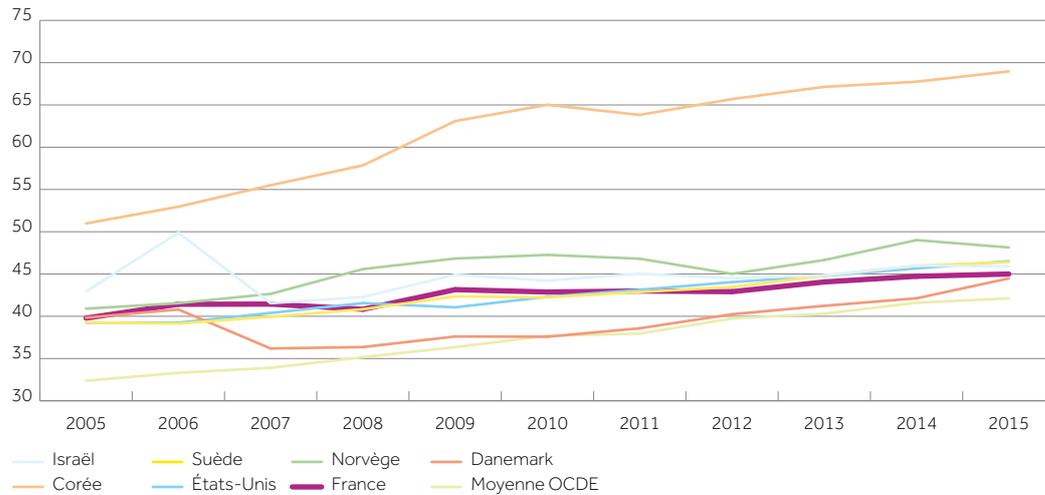
Effectifs scolarisés dans l'enseignement supérieur - indice 100 en 2005



Source : OCDE

¹ L'OCDE utilise le terme d'enseignement tertiaire pour évoquer les filières conduisant à un diplôme de l'enseignement supérieur.

Diplômés de l'ES, 25-34 ans, % dans le même groupe d'âge



Source : OCDE

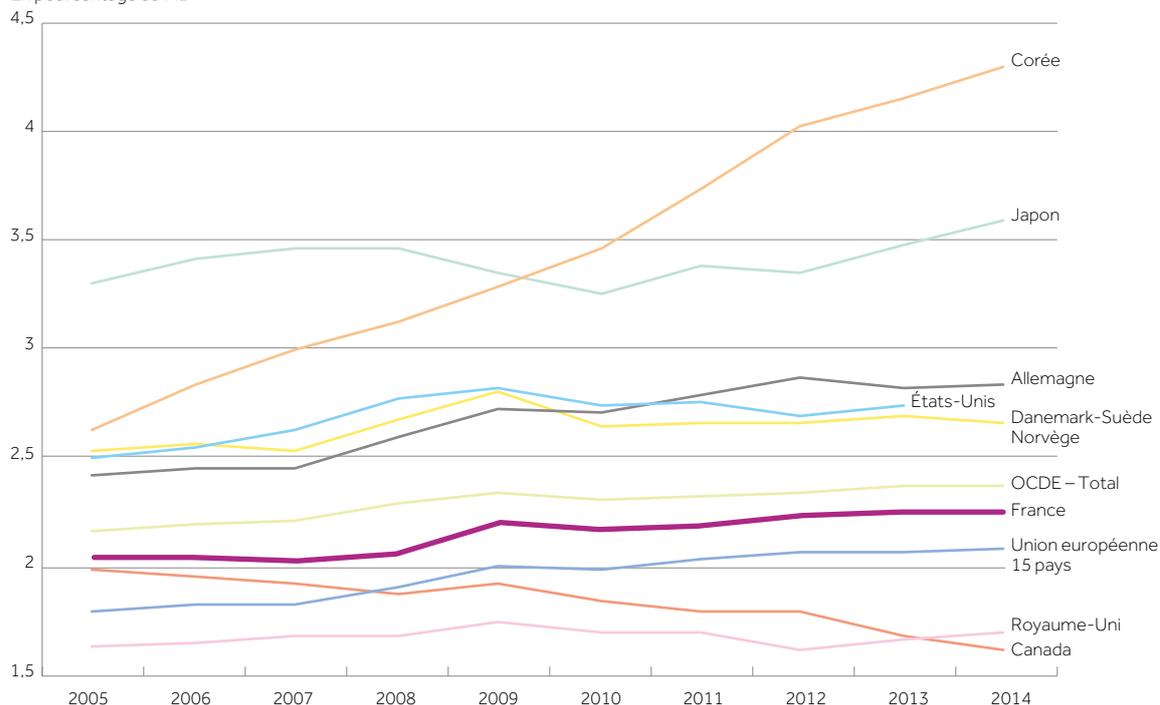
Plus largement il existe une très forte augmentation de la demande mondiale de formation, portée par le développement des classes moyennes de certains pays et par le caractère désormais mondial de la recherche de « talents ». Appuyé sur les possibilités ouvertes par le numérique, par la forte mobilité des étudiants comme celles des chercheurs et des enseignants, et aujourd'hui par l'exportation-même des formations et des campus dans d'autres pays (formations « offshore » ou « transnationales »), c'est un phénomène d'internationalisation de l'ESR, ample, diversifié, extrêmement rapide, que nous devons désormais prendre résolument en compte. En particulier, la mobilité internationale augmente fortement : les chiffres 2014 de l'UNESCO montrent qu'en 15 ans le nombre d'étudiants en mobilité internationale a doublé pour atteindre 4,3 millions de personnes. Certains pays ont une progression spectaculaire du nombre d'étudiants étrangers accueillis, probablement dans un but d'influence régionale (voir II.7.5) : l'Arabie Saoudite (+261% en 5 ans), la Turquie (+120%), ou encore la Russie (+65%) qui passe ainsi devant l'Allemagne et le Japon. La France a accueilli 11,2% d'étudiants étrangers de plus sur la même période.

I.1.2 Les dépenses de R&D restent dynamiques

L'effort de R&D au niveau mondial continue d'être important. De 2009 à 2014, les dépenses de R&D ont augmenté de 2,3% par an en moyenne dans l'OCDE. Les États-Unis sont en tête pour les dépenses, suivies par la Chine qui en 2014 a dépassé pour la première fois l'Union Européenne. En termes d'effort de R&D (mesuré en termes de dépenses intérieures de recherche et développement rapporté au PIB), plusieurs pays ont progressé fortement ces dernières années, alors même que certains étaient déjà à un niveau élevé. C'est le cas de la Corée du Sud, passée de 2,6% du PIB en 2005 à 4,3% en 2014 ou de la Chine qui passe de 1,3% à 2% dans le même temps. En Europe, l'objectif fixé à 3% est atteint en Autriche, Danemark, Finlande et Suède, l'Allemagne en étant proche avec 2,9%.

Évolution de la dépense intérieure de R&D

En pourcentage du PIB



Source : OCDE

Prospective en Science, Technologies et Innovation de l'OCDE

L'Organisation pour la Coopération et le Développement Economique (OCDE) se livre tous les deux ans à un exercice de prospective dont le résultat s'articule autour d'une analyse des grandes tendances globales (sociales, économiques, politiques, environnementales), autour d'une analyse des tendances technologiques et enfin autour des tendances observées dans l'organisation des systèmes de recherche. Intitulée « STI Outlook » la version 2016 a été publiée le 8 décembre 2016.

Analyse des grandes tendances globales

L'OCDE dans son étude a identifié des grandes tendances globales susceptibles d'influencer l'état du monde d'ici 2050. Ces tendances sont au nombre de huit : la démographie, les ressources naturelles et l'énergie, les changements climatiques et environnementaux, la santé et le bien-être d'une part ainsi que la globalisation, le rôle des états, l'économie, l'emploi et la productivité et la société d'autre part. Ces grandes tendances rejoignent en partie (pour les quatre premières) les défis sociétaux qui constituent la stratégie nationale de recherche.

Analyse des tendances technologiques

Le travail de l'OCDE consiste également à relier les défis du futur au niveau mondial avec les tendances technologiques. L'analyse des tendances technologiques est une synthèse des analyses produites par 5 pays membres: Canada, Russie, Royaume Uni, Allemagne, Finlande à laquelle il faut rajouter les contributions de l'Europe.

Les technologies qui ont été identifiées peuvent être rassemblées dans 4 familles différentes : le numérique, les biotechnologies, les matériaux, et l'énergie et l'environnement.

A noter que dans chaque famille, les technologies innovantes ou de rupture qui sont citées sont également celles qui sont identifiées par l'Agence Nationale de Recherche dans sa mission de mise en œuvre de la Stratégie Nationale de Recherche.

Analyse des tendances des systèmes publics de recherche

Les politiques publiques en matière de systèmes de recherche sont soumises aux évolutions des tendances sociétales lourdes qui sont de nature à façonner le monde d'ici 2050 et des technologies émergentes (bottom-up) ou descendantes (top-down) appelées à répondre aux défis sociétaux. Les questions qui en découlent sont nombreuses pour les politiques publiques : quelles ressources pour le financement de la recherche (qui a doublé en 15 ans au niveau mondial) ? Quelle part les entreprises vont-elles prendre dans le financement de la recherche ? Quel type de recherche doit être financé (on constate d'ores et déjà que pour un nombre grandissant de pays de l'OCDE, les stratégies de recherche sont fondées sur des défis sociétaux et environnementaux, tout en maintenant une forte priorité sur l'impact économique) ? Quels seront les acteurs de la recherche ? Deux autres questions sur le rôle de l' « open science » et de « l'open innovation » sont des interrogations que l'on retrouve aux niveaux européen et national.

I.1.3 Une évolution des modalités de la recherche privée vers l'innovation ouverte

Le développement de la recherche privée dans le monde passe aujourd'hui par de nouvelles modalités. Alors que traditionnellement les entreprises développaient leurs innovations principalement en interne (innovation fermée), afin de protéger leurs créations et ne pas dévoiler leurs axes de recherche, nombre d'entre elles ont évolué profondément en ouvrant leur processus d'innovation et en développant en particulier leurs axes de recherche en partenariat avec des laboratoires de recherche publique. L'innovation ouverte a été conceptualisée par Henry W. Chesbrough dès 2003 (Chesbrough, 2003).

Pour les entreprises, l'open innovation n'est pas une option, c'est une nécessité,

nécessité d'autant plus impérieuse que la « disruption » peut les frapper à n'importe quel moment.

Ainsi, le numérique bouleverse toutes les chaînes de valeur et si chaque entreprise veut que le numérique soit l'occasion d'une métamorphose réussie et non pas d'une transformation brutale – ou pire d'une disparition – l'entreprise doit innover. Et pour innover dans ce monde en perpétuel mouvement, elle se doit d'être à l'écoute de tous les signaux faibles, de toutes les nouvelles technologies, de tous les nouveaux usages, de tous les nouveaux business models, bref de toutes les ruptures qui sont en train d'arriver. La recherche publique a un rôle majeur à jouer pour aider l'entreprise dans cette métamorphose numérique et dans sa capacité à survivre en innovant. L'entreprise qui réussit au vingt-et-unième siècle est en effet l'entreprise qui a le meilleur écosystème.

Cette entreprise, c'est celle qui est capable de nouer des relations de confiance avec les meilleurs laboratoires de recherche académique, les start-up qui arrivent sur ses métiers, les communautés de développeurs, les entreprises partenaires et cela pour co-innover, co-construire les produits, services et solutions de demain avec pour chacun un intérêt bien compris à faire partie de l'écosystème.

Cet écosystème sera pour l'entreprise la base de la création d'une plateforme au sens anglo-saxon du terme, c'est-à-dire la capacité d'une entreprise à aligner les vecteurs et à créer un environnement business vertueux.

Un autre enjeu pour l'entreprise est l'attraction de talents, d'où le besoin de formations initiales et tout au long de la vie adaptées à ses besoins. Compte tenu de l'émergence accélérée de nouvelles technologies (cyber-sécurité, intelligence artificielle, internet des objets, big data, blockchain, ...), cela nécessite de la part des acteurs de la formation, qu'il s'agisse des grandes écoles d'ingénieurs, de marketing, de design ou des universités, une agilité au niveau de l'évolution des programmes. Cette évolution des formations reste très perfectible aujourd'hui.

Le succès de l'open innovation reste cependant *in fine*, comme en toutes choses, basé sur la bonne entente entre les personnes, encore faut-il qu'ils aient les espaces d'échanges et de travail pour cela.

I.1.4 L'ESR en Europe : une situation variée

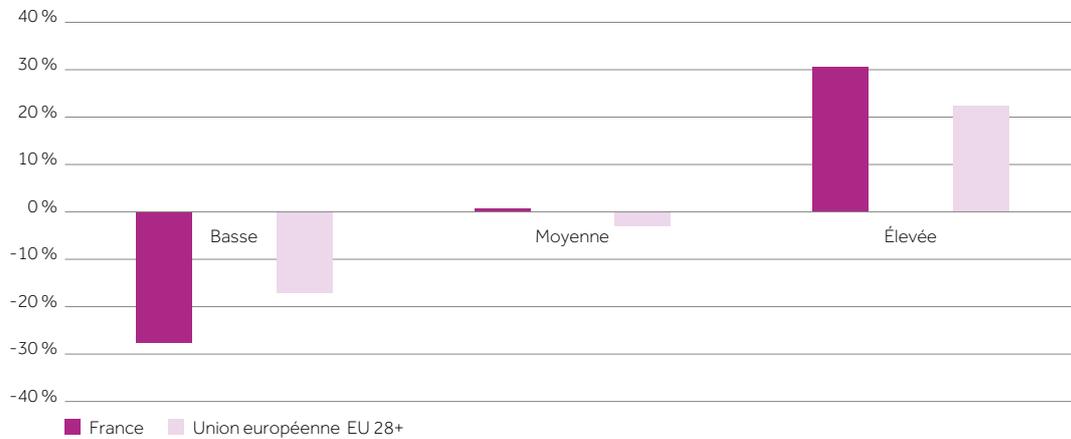
L'Europe affiche depuis 2000 des objectifs concernant l'enseignement supérieur et la recherche. La stratégie décennale de l'Union européenne pour l'emploi et la croissance, Europe 2020, a été lancée en 2010 pour créer les conditions d'une croissance intelligente, durable et inclusive.

L'UE a défini cinq grands objectifs à atteindre d'ici la fin de la décennie. Ils concernent l'emploi, la recherche et le développement, le climat et l'énergie, l'éducation, ainsi que l'inclusion sociale et la réduction de la pauvreté. Elle réaffirme l'objectif de porter à 3% du PIB les dépenses de R&D, et affiche celui de porter à 40% d'une classe d'âge les diplômés de l'enseignement supérieur. Elle s'appuie pour cela sur des prévisions d'évolution de l'emploi en fonction du niveau de qualification²

² Voir <http://www.cedefop.europa.eu/en/publications-and-resources/data-visualisations/employment-trends>

qui montre une augmentation importante, en particulier en France, des emplois à haut niveau de qualification et une baisse des emplois à faible niveau de qualification (voir I.3).

Prévision d'évolution de l'emploi en fonction du niveau de qualification, entre 2015 et 2025



Source : CEDEFOP

Pour l'éducation et la formation, le cadre stratégique Education et Formation 2020 porte l'objectif précédent et détaille les outils pour y parvenir. Il met l'accent fortement sur l'expansion de la formation tout au long de la vie, afin que le développement économique soutenu par l'élévation du niveau de qualification concerne la plus grande partie de la population et pas uniquement les diplômés de formation initiale, ce qui limiterait le développement et creuserait les inégalités.

Toutefois, la crise a conduit plusieurs pays, notamment du Sud de l'Europe, à réduire leurs dépenses d'ESR. D'autres pays, comme l'Allemagne ou les pays du Nord de l'Europe, ont poursuivi des efforts importants.

En Allemagne : le pacte de l'enseignement supérieur 2020 et le Pacte pour la Recherche et l'Innovation

Le pacte de l'enseignement supérieur 2020 (Hochschulpakt 2020) en est déjà au début de sa 3e phase (début en 2007).

L'objectif premier est de faire face à la hausse massive du nombre d'étudiants : prévision d'une augmentation de 760.000 étudiants de 2005 à 2020. Les effectifs des primo-inscrits ont augmenté de +25% entre 2008 et 2012.

Le Pacte vise à permettre aux universités d'accueillir cette hausse d'étudiants, à raison de 6 500 € par étudiant supplémentaire pendant 4 ans (26.000 euros). C'est un montant forfaitaire.

Le plan s'appuie sur deux axes :

- ▶ Financer un plus grand accueil des étudiants
- ▶ Mettre en place des méthodes pour une meilleure inclusion.

Le Pacte pour la Recherche et l'Innovation a été lancé en 2006 dans le cadre de « l'Offensive de l'Etat fédéral pour l'Innovation et la Croissance ». Ce vaste plan a engagé 6 milliards d'euros lors de la première phase (2006-2010), pour stimuler la recherche dans les organismes de recherche non-universitaires et les entreprises. Cette « Offensive » est le pendant des initiatives d'excellence allemandes, qui se situent côté université.

Le Pacte pour la recherche et l'Innovation garantit une augmentation de 3% par an du budget des organismes de recherche.

Le Pacte vient d'être reconduit pour la phase 2016-2020, avec un investissement supplémentaire de 3,9 Mds€ sur la période.

Entre 2000 et 2016, les dépenses en recherche et développement de l'Etat fédéral ont bondi de 86,4%, pour se porter à 15,8 Mds€ par an. A cela s'ajoute la R&D des entreprises (57 Mds€) et des organismes, ce qui donne un total de 84 Mds€ en 2016, soit 2,9% du PIB. La DIRD financée par l'Etat, en % du PIB, est depuis 2010 plus importante en Allemagne qu'en France.

En matière d'enseignement supérieur, l'Europe se structure depuis 16 ans à travers le processus de Bologne, qui rassemble aujourd'hui 47 pays. Ce processus a largement permis d'avancer sur l'affirmation de valeurs communes, la reconnaissance des qualifications et des diplômes et donc la mobilité des étudiants et des enseignants, la coopération.

Ce processus est rythmé par une Conférence Ministérielle et un communiqué tous les deux ans. La prochaine Conférence Ministérielle se tiendra à Paris en 2018. La France assure le secrétariat du processus jusqu'en 2018.

Le dernier communiqué est celui de Yérévan en Arménie en 2015. Il affiche des priorités partagées par les signataires, dans lesquelles la Stratégie Nationale de l'Enseignement Supérieur s'inscrit :

- ▶ L'importance de la formation pour favoriser l'employabilité tout au long de la vie, qui nécessite à la fois des compétences pour une insertion professionnelle après le diplôme initial et des compétences permettant d'évoluer au cours de sa vie professionnelle et de se saisir des possibilités de formation continue
- ▶ La lisibilité des compétences à atteindre par les étudiants et la flexibilité des parcours
- ▶ La valorisation de la créativité et de l'engagement des étudiants ; l'implication des étudiants à part entière dans la communauté éducative et dans la conception-même de la formation
- ▶ L'exploitation de toutes les potentialités du numérique au service de l'innovation pédagogique

I.2 La transformation numérique et le bouleversement du rapport au savoir

Les différentes évolutions mondiales prennent place dans un contexte de bouleversement du rapport au savoir et du travail dû à la transformation numérique des sociétés.

Cette transformation numérique s'accélère. Le développement de l'intelligence artificielle, qui permet à la machine d'effectuer de nombreuses tâches précédemment réservées à l'être humain, et en parallèle celui de la robotisation, font autant planer de grandes inquiétudes sur l'emploi qu'ils offrent des perspectives de soulagement physique des travailleurs. Du côté de l'éducation, la possibilité de suivre des enseignements à distance tout en bénéficiant d'une véritable interaction pédagogique permet à des personnes dans le monde entier un accès au savoir démultiplié. Cet accès est souvent gratuit, au moins en ce qui concerne la ressource numérique de formation, le service pédagogique et la certification restant payants. Le concept d'« open education » prend ici son sens sur le rêve d'un accès au savoir pour tous. Cependant, toutes les études indiquent que ce sont les individus déjà diplômés qui en profitent le plus, et qu'il convient donc d'être très vigilants sur une autre forme de « fracture numérique ».

Les outils numériques transforment l'activité d'enseignement, et le rôle de l'enseignant lui-même. Au-delà du rapport pédagogique, c'est tout l'écosystème d'apprentissage qui se transforme : nouvelles organisations de formation et possibilités de parcours flexibles tout au long de la vie, nouveaux espaces d'apprentissage et transformations des campus, nouveaux enjeux de visibilité et d'attractivité à l'international.

Aujourd'hui la question n'est pas seulement de mettre plus de numérique dans la formation mais de conduire avec l'ensemble des acteurs la transition des établissements dans un monde numérique en plein bouleversement»

(rapport du Conseil National du Numérique 2015). Ainsi, les outils numériques invitent à repenser la question de l'accès physique à l'enseignement supérieur dans la mesure où la connaissance devient accessible de manière déterritorialisée, ce qui renforce la nécessité de constituer des campus visibles à l'international et ouverts en ligne sur le monde entier.

D'autant que de nouveaux acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche apparaissent.

Les géants du logiciel déploient des investissements colossaux pour fournir directement plateformes et services, en articulation ou pas avec les acteurs traditionnels. Les GAFA (Google, Amazon, Facebook, Apple) disposent d'une expertise numérique de grande qualité, d'outils très performants et éprouvés dans d'autres domaines, des infrastructures à grande échelle et robustes, désormais de données abondantes et enfin des moyens humains et financiers nécessaires pour accompagner la transformation numérique de l'éducation. Les géants du web ont toutes les chances de se positionner dans les prochaines années pour devenir de véritables opérateurs de l'éducation en développant leur propre savoir-faire pédagogique, ou en fournissant plateformes et données

aux institutions pour les aider à optimiser leurs offres, à toucher de nouveaux publics en recherche de formation ou de requalification, à réduire leurs coûts, et par ailleurs au grand public dans une approche sociale et collaborative de l'apprentissage. LinkedIn mise quant à lui sur l'accompagnement de ses utilisateurs de la formation universitaire à la retraite. Toutes ces sociétés investissent largement la recherche dans ce domaine.

L'émergence de ces nouveaux acteurs de l'éducation peut être vue comme une opportunité tout autant que comme une menace. Opportunité de développements performants, par la mobilisation de moyens considérables, par exemple. Mais aussi menace de voir le pilotage éducatif échapper aux pouvoirs publics, avec des conséquences potentielles sur les contenus éducatifs et les visions éducatives. L'importance de l'éducation est telle pour une société qu'elle ne peut en confier les clés à des intérêts privés.

La maîtrise des données est un des enjeux.

- ▶ Les données de l'enseignement supérieur sont une richesse : données d'activité des étudiants, données pédagogiques pouvant faire l'objet de recherche sur l'apprentissage, etc.
- ▶ Laisser échapper des données est un manque à gagner stratégique pour l'Université : L'Université laisse s'échapper le potentiel de progrès porté par l'analyse des données éducatives vers d'autres acteurs (ex : LinkedIn propose des services d'évaluation, de l'extérieur, de la qualité de vie dans les universités, de la valeur des cursus ans les carrières, de proposition de parcours ajustés). C'est pourtant l'évolution de l'offre de formation universitaire, ainsi que de la captation de réseaux d'alumni, dont elle se prive, qui pourraient être au fondement d'un nouveau modèle de croissance de l'Université.
- ▶ L'exploitation des données pourrait aussi être mise au service du pilotage et de la gestion à des niveaux multiples (la classe, l'établissement, une COMUE, l'Etat ...). Par exemple, l'optimisation de l'occupation des espaces, de la consommation énergétique, etc.
- ▶ La maîtrise des données est également un défi social avec le risque de rupture d'égalité des chances entre les personnes qui sauront mobiliser ces outils au service de la construction de leur parcours de vie et celles qui n'en maîtriseront pas les codes. Face à ces défis, l'ESR a tout intérêt à prendre en compte les avancées et à s'y joindre, tout en développant des services complémentaires propres à infléchir les trajectoires.
- ▶ Grâce au numérique, les institutions universitaires peuvent personnaliser l'apprentissage et accompagner l'étudiant dans la définition de son parcours académique et dans son travail personnel. Par exemple, les Learning Analytics et l'Adaptive Learning en exploitant les traces digitales produites lors des interactions d'apprentissage permettent de mieux comprendre les modes d'apprentissage de chacun, d'apporter un suivi individuel des étudiants.

Nous sommes donc bien face à un gigantesque défi : tirer bénéfice des potentialités de la transformation numérique, que ce soit en termes de santé, d'éducation, de liens sociaux, de participation citoyenne, etc. tout en interdisant les applications contraires à l'éthique.

Cette transformation numérique impacte l'ESR, qui est lui-même un vecteur important de cette transformation. Elle est donc au cœur des stratégies nationales d'enseignement supérieur et de recherche. On ne peut en effet plus enseigner comme au temps où le savoir était limité à des espaces physiques rares, à quelques individus seuls détenteurs de la connaissance.

Les compétences professionnelles nécessaires évoluent très vite, et la maîtrise du numérique devient centrale ;

Elle joue un rôle majeur dans l'innovation (tant technologique que sociale). Elle va devenir un point important de l'éducation des enfants, grâce aux nouveaux programmes scolaires. Si l'ordinateur est parfois meilleur que l'être humain pour certaines tâches, l'être humain assisté par l'ordinateur est généralement plus performant encore. Surtout, le risque de chômage peut encore s'accroître si les travailleurs ne disposent pas de la capacité à s'adapter à un monde professionnel dont les mutations s'accroissent. Pour cela, il est indispensable d'avoir appris à apprendre, afin de développer une approche de formation tout au long de la vie beaucoup plus importante qu'aujourd'hui. La capacité de créativité et le développement de l'esprit critique sont également essentiels.

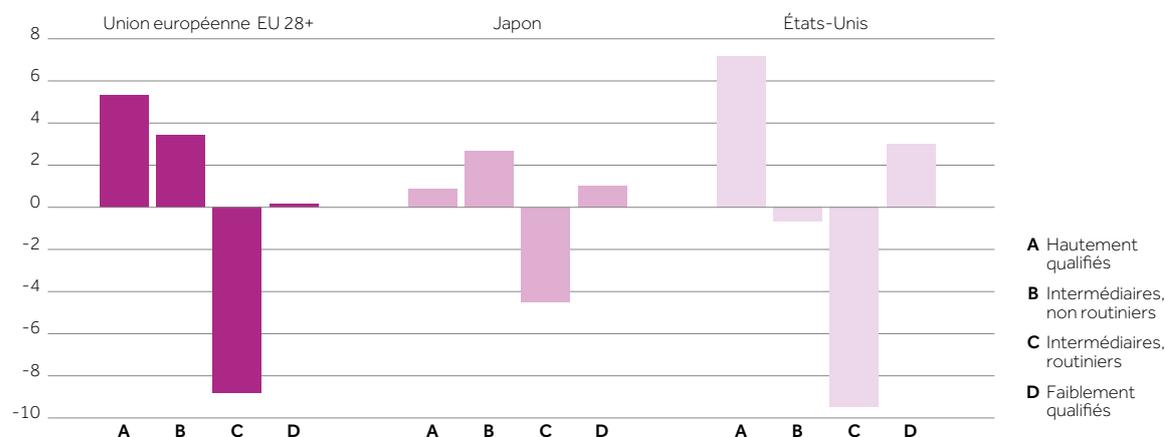
La pratique de la recherche est également profondément modifiée par la transformation numérique. Les idées et les résultats scientifiques circulent de manière beaucoup plus rapide, mais c'est aussi la circulation des données de recherche qui devient de plus en plus importante. Cela ouvre des perspectives afin de réutiliser des données de recherche pour des travaux autres que ceux pour lesquelles celles-ci ont été produites, dans une démarche de science ouverte qui ne se limite pas à la question des publications scientifiques. Enfin la transformation numérique est en soi une question de recherche, afin d'étudier précisément les impacts de cette transformation.

La France et l'Europe ont un rôle essentiel à jouer pour être actrices de la transformation numérique plutôt que de la subir, en étant dominées par la puissance d'investissement d'autres zones géographiques. C'est une question essentielle pour que cette transformation puisse contribuer au progrès, dans un sens qui doit être redéfini (voir I.6).

1.3 Un monde du travail qui évolue

L'évolution rapide du monde de travail conduit à des analyses variées, aux résultats très différents mais qui tous pointent un risque important de disparition d'un nombre conséquent d'emplois dans les années qui viennent. Le phénomène de polarisation du marché de l'emploi, observé aux Etats-Unis notamment, se traduit par la disparition de nombreux métiers correspondant à un niveau de qualification intermédiaire, au profit d'un pôle de métiers hautement qualifiés d'une part, et d'un pôle de métiers peu qualifiés mais également peu automatisables. L'origine de cette polarisation est la transformation numérique de la société.

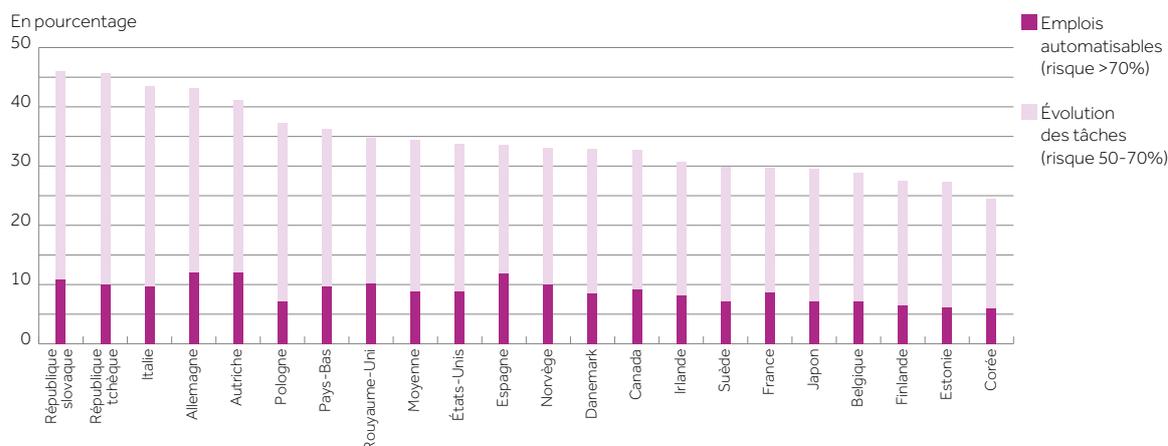
Évolution en points de pourcentage des parts dans l'emploi par catégorie professionnelle, 2002-2014



Source : OCDE, *Automatisation et travail indépendant dans une économie numérique*, mai 2016.

Certaines études, comme celle de Frey et Osborne (Frey & Osborne, 2013), évaluent à 47% le nombre d'emplois aux États-Unis qui sont à risque de substitution par des robots matériels ou logiciels. Une analyse plus récente de l'OCDE (Arntz, Gregory, & Zierahn, 2016) relativise le risque en regardant plus finement les tâches effectivement accomplies dans le cadre des emplois, et évalue en conséquence un risque plus faible, en partant du principe que les tâches automatisables à l'intérieur d'un emploi donné seront remplacées par d'autres tâches moins automatisables. 9% des emplois de l'OCDE seraient à un risque supérieur à 70% d'être automatisables. Les différences entre pays peuvent être importantes : le taux n'est que de 6% pour la Corée du Sud, contre 12% pour l'Autriche et l'Allemagne, la France étant à 9%. Si on regarde en plus les emplois où le risque est compris entre 50 et 70%, qualifiés d'emplois dont l'évolution des tâches sera importante, on arrive à 30% des emplois concernés pour la France. Cela signifie donc que 9% des travailleurs devraient changer de métier et 21% devraient changer profondément leurs méthodes de travail.

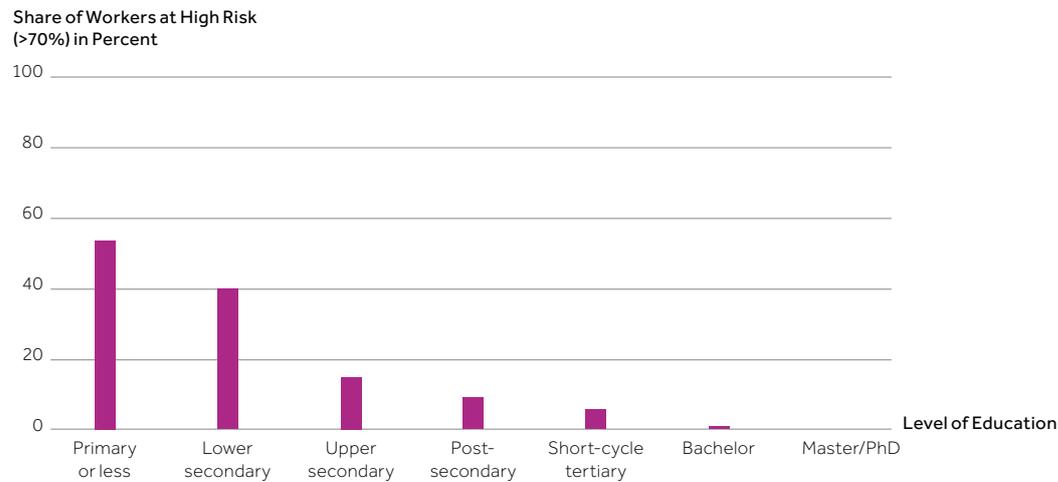
Pourcentage de travailleurs occupant un emploi à risque élevé d'automatisation



Source : OCDE, *Automatisation et travail indépendant dans une économie numérique*, mai 2016.

Quelle que soit l'ampleur du phénomène d'automatisation, des évolutions très importantes des emplois auront lieu, demandant des compétences de plus en plus importantes. La formation supérieure, qui est un facteur important de soutien à l'emploi, apparaît comme un fort protecteur contre

le risque d'automatisation : le graphique suivant montre la proportion de travailleurs confrontés à un haut risque d'automatisation en fonction du niveau d'éducation :



Source : Arntz, Gregory et Zierahn, *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries- A Comparative Analysis*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris

La formation tout au long de la vie est donc une nécessité absolue pour agir pour l'emploi.

La Prospective des métiers et des qualifications

En avril 2015, France Stratégie et la DARES ont publié un troisième exercice de prospective qui examine les perspectives d'évolution des ressources en main-d'œuvre et de l'emploi par métier à l'horizon 2022. Comme ses prédécesseurs, cet exercice peut servir à nourrir les travaux de programmation des formations, à éclairer les choix individuels, à permettre une meilleure anticipation des mutations économiques et à fournir des informations susceptibles d'améliorer la fluidité du marché du travail.

L'exercice de prospective des métiers à l'horizon 2022 est décliné selon trois scénarios macroéconomiques pour tenir compte de la forte incertitude qui entoure la conjoncture des prochaines années : un scénario central correspondant à une sortie de crise progressive, contrainte par l'ajustement des finances publiques, un scénario « de crise » envisageant une dégradation tendancielle de la compétitivité, et un scénario « cible » de rebond de l'économie française. Au-delà des effets différenciés de ces trois scénarios macroéconomiques, trois grandes tendances générales se dégagent.

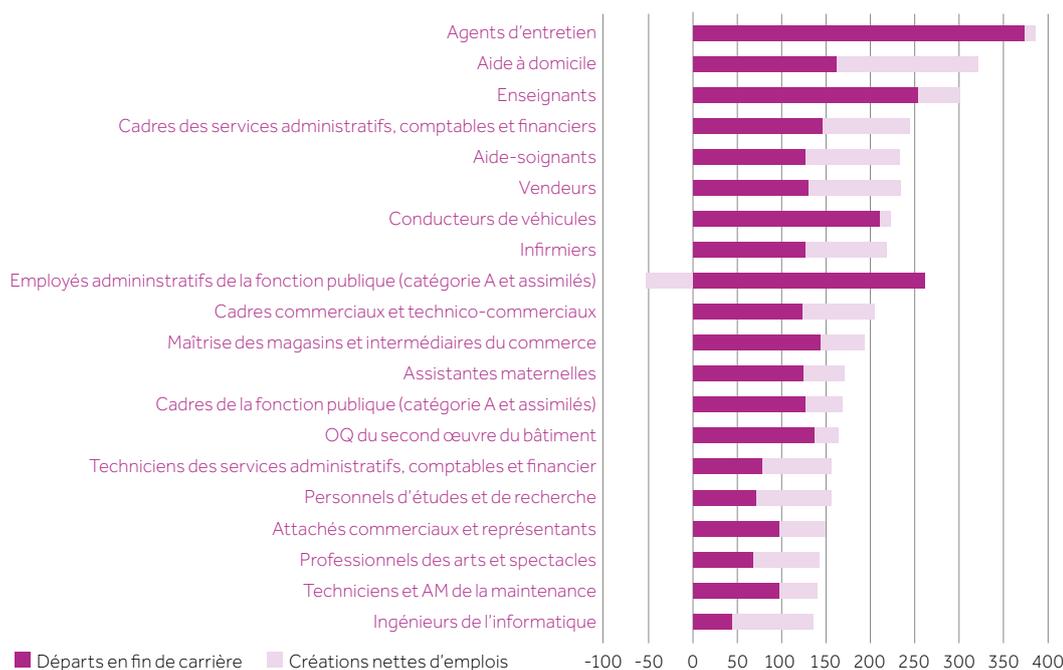
Tout d'abord, la tertiarisation des emplois devrait se poursuivre sous l'effet du développement des métiers du commerce et des services, avec notamment de fortes créations d'emplois dans les professions de santé (à l'exception des médecins) et de services à la personne et dans le secteur des services à l'industrie, particulièrement dynamique.

Deuxièmement, en phase avec la hausse du niveau d'éducation de la population active, les emplois dans les métiers très qualifiés (principalement les métiers de cadres et les professions intermédiaires) seraient en forte augmentation.

Enfin, accompagnée d'une diminution du poids relatif des ouvriers et des employés qualifiés et la croissance des professions peu qualifiées, cette hausse de la qualification générerait, de fait, une relative polarisation des métiers. Relative, car les créations d'emplois dans les métiers d'aide à la personne et de services (employés de l'hôtellerie-restauration, agents de gardiennage et de sécurité) compenseraient les destructions d'emplois d'ouvriers peu qualifiés.

Quel que soit le volume des créations nettes d'emplois de l'économie française d'ici à 2022, de nombreux postes seraient à pourvoir en raison d'un flux conséquent de départs en fin de carrière des générations particulièrement nombreuses nées entre 1945 et 1975. Au total, sur la période 2012-2022, le nombre de départs en fin de carrière devrait avoisiner 620 000 par an en moyenne, contre 400 000 sur la période 1993-2001.

Graphique : Métiers qui offriraient le plus de postes à pourvoir entre 2012 et 2022 (en milliers)



Sources : projection France Stratégie — DARES

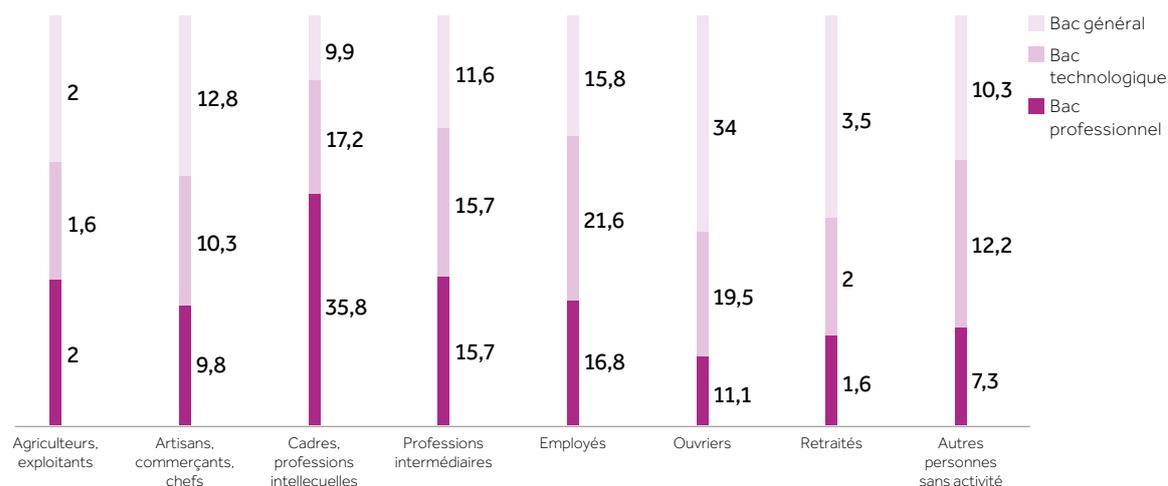
Lecture : dans le scénario central, sur la période 2012-2022, 387 000 postes d'agents d'entretien seraient à pourvoir, dont 375 000 pour remplacer des départs en fin de carrière et 12 000 pour répondre à des créations nettes d'emplois. Les métiers d'employé administratif de la fonction publique de catégorie C ou assimilés perdraient 51 000 emplois entre 2012 et 2022 et compteraient 262 000 départs en fin de carrière. Au total, 211 000 postes seraient donc à pourvoir (262 000 – 51 000), soit un nombre inférieur à celui des départs en fin de carrière.

Sources : projection France Stratégie — DARES

I.4 Des inégalités trop fortes et des possibilités d'ascension sociale insuffisantes

« L'ascenseur social est en panne » : cette phrase, véritable leitmotiv contemporain, est source de grand pessimisme dans notre pays. C'est devenu un enjeu politique de premier plan, car les conséquences de cette situation sont très importantes, pouvant aller jusqu'à un rejet des institutions qui ne seraient pas à la hauteur des valeurs fondamentales portées par notre pays, en particulier la référence dans notre devise à l'égalité. La montée des inégalités, observée dans les pays de l'OCDE en général, touche notre pays, même si les inégalités se sont un peu réduites ces toutes dernières années. Les inégalités s'enracinent pour une grande part dans les inégalités scolaires qui sont importantes en France, comme le montrent les enquêtes PISA. Celles-ci commencent dès l'école primaire et se répercutent tout au long de la scolarité. Elles ont une incidence forte sur le type de baccalauréat obtenu :

Obtention du baccalauréat en fonction de la classe sociale des parents



Source : MENESR-DEPP

Ces inégalités sont d'autant plus préjudiciables que l'ascension sociale dépend directement de l'accès à l'enseignement supérieur, lequel est lui-même dépendant du type de baccalauréat obtenu, comme le montre l'étude de France Stratégie sur La géographie de l'ascension sociale.

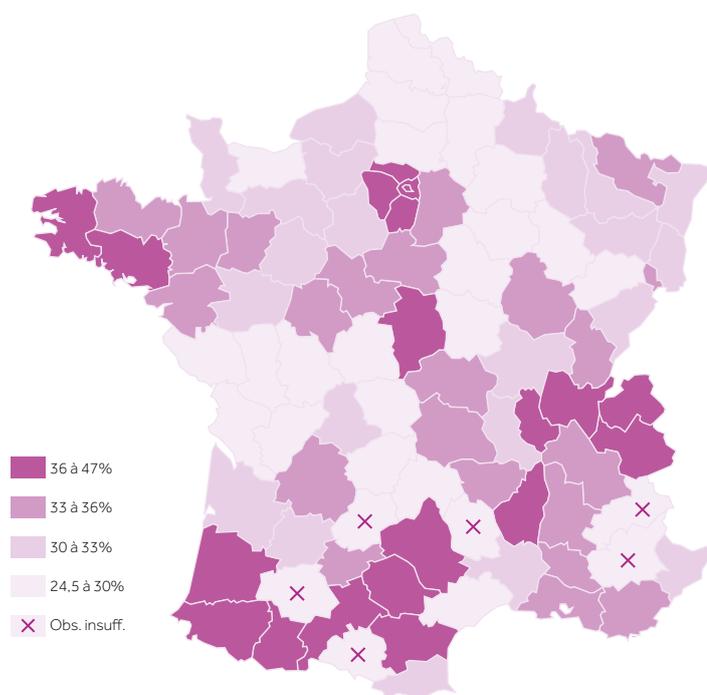
La géographie de l'ascension sociale, France Stratégie (novembre 2015)

L'étude de France Stratégie sur la Géographie de l'Ascension Sociale s'intéresse aux écarts de chance de promotion sociale des enfants de classes populaires d'un département de naissance à l'autre. L'analyse des données des Enquêtes emploi de l'Insee met en évidence des écarts importants entre territoires, stables depuis vingt-cinq ans, qui s'expliquent par l'accès à l'enseignement supérieur, plutôt que par le développement économique.

La mobilité ascendante est mesurée dans l'étude par la proportion d'individus de père ouvrier ou employé, se déclarant cadres et professions intellectuelles supérieures ou professions intermédiaires, et âgés de 30 à 45 ans au moment de l'enquête. La figure 1 présente les résultats par département de naissance pour les individus nés entre 1965 et 1979 (dernière génération adulte observable). La carte de la mobilité ascendante fait clairement apparaître des différences régionales. Les trois régions à faible mobilité sont la Picardie, le Poitou-Charentes et le Nord-Pas-de-Calais : elles sont composées exclusivement de départements où les taux de mobilité sociale ascendante sont inférieurs à 30 %. À l'inverse, cinq régions concentrent l'essentiel des départements à fort taux d'ascension sociale: l'Aquitaine, la Bretagne, l'Île-de-France, Midi-Pyrénées et Rhône-Alpes.

La mobilité ascendante varie du simple au double entre l'Indre ou la Creuse (24,7 %) et Paris (47 %). L'Île-de-France apparaît comme la région championne de l'ascension sociale des classes populaires : plus de quatre enfants d'employé ou d'ouvrier sur dix y occupent une position de cadre ou de profession intermédiaire.

Proportion de cadres et professions intermédiaires parmi les enfants d'ouvriers et d'employés, par département de naissance



Source : Enquêtes Emploi de l'Insee (2003-2013), calculs Clément Dherbécourt (France Stratégie)

Pour les individus d'origine populaire, la mobilité ascendante apparaît faiblement liée au dynamisme économique des territoires. Elle est en revanche fortement liée à l'éducation — en particulier aux chances d'obtention d'un diplôme du supérieur, qui varient également du simple au double entre départements de naissance. L'analyse économétrique ne met pas en évidence d'écart géographique de rendement de l'éducation, au-delà des différences d'accès à l'éducation. La massification de l'enseignement secondaire puis supérieur s'est donc accompagnée partout d'une augmentation des chances de mobilité sociale ascendante. Toutefois, on n'observe pas de convergence entre départements et les inégalités territoriales d'accès au supérieur sont restées inchangées depuis vingt-cinq ans.

Augmenter les chances de mobilité ascendante dans les territoires défavorisés suppose donc une démocratisation réelle de l'accès à l'enseignement supérieur là où celui-ci est le plus difficile. Au-delà, des politiques visant une meilleure égalité des chances face à l'éducation en amont de l'université sont nécessaires. Une telle politique implique de développer les outils de suivi longitudinal des élèves selon l'origine sociale au niveau national.

Les questions d'orientation et de réussite sont donc fortement liées aux questions d'inégalités sociales : les inégalités sociales au niveau des parents influent sur la scolarité, l'orientation et la réussite scolaire, et celles-ci influent sur les inégalités sociales : c'est un cercle vicieux qu'il faut enrayer.

La réussite dans les études supérieures est fortement liée aux questions d'orientation. L'analyse des parcours des bacheliers entrant dans l'enseignement supérieur montre plusieurs phénomènes. Tout d'abord, la France dispose d'un éventail important de types de formations, avec des passerelles entre elles. Ainsi, 20% seulement des bacheliers entrant dans l'enseignement supérieur en formation initiale en sont sortis sans diplôme, contre 32% en moyenne dans l'OCDE : la France est un des pays les plus performants de ce point de vue. En revanche les parcours y sont souvent plus sinueux, ce qui est la marque à la fois de possibilités importantes de réorientation mais aussi de difficultés initiales d'orientation. Les étudiants qui n'obtiennent pas une affectation conforme à leurs premiers vœux réussissent parfois à l'obtenir au bout de quelques mois ou années, ce qui constitue souvent un gâchis. Notons que 88% des bacheliers généraux obtiennent un de leurs 5 premiers vœux émis dans le cadre d'Admission Post-Bac (APB), contre 78% des bacheliers technologiques et seulement 57% des bacheliers professionnels³.

L'orientation est ainsi un chantier majeur à la fois au niveau inférieur au baccalauréat et au niveau de l'entrée dans le supérieur,

notamment pour corriger un certain nombre de déterminismes sociaux.

³ MARLAT Diane. Vœux d'orientation et propositions exprimés sur le portail Admission post-Bac (APB). In : *État de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en France - 50 indicateurs* [en ligne]. KABLA-LANGLOIS Isabelle (dir.). Paris : Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, 2016 (9e éd.), fiche 08 [Consulté le 10/01/2017]. ISBN 978-2-11-151570-3. Disponible à l'adresse : http://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/9/EESR9_ES_08-voeux_d_orientation_et_propositions_exprimés_sur_le_portail_admission_post_bac_apb.php

I.5 Un risque de fracture scientifique

Il existe un risque important de fracture scientifique, entre d'un côté une partie de la population qui a accès aux études supérieures, se place de plus en plus dans une logique de formation tout au long de la vie en bénéficiant des dispositifs de formation continue et de l'autre côté une partie dont l'accès au savoir est plus difficile, qui n'a pas été formée pour se placer en situation d'apprentissage permanent. Une telle situation n'est sans doute pas nouvelle, mais le rapport entre ces deux catégories s'est fortement modifié ces dernières années. Alors que pendant longtemps l'accès aux études supérieures était l'apanage d'une petite élite, nous avons aujourd'hui une majorité d'une classe d'âge qui suit des études supérieures. Il est indispensable de prendre en compte ce facteur pour, d'une part tirer profit de ce déploiement plus large des savoirs, d'autre part faire en sorte que ceux qui ne suivent pas d'études supérieures aient néanmoins accès au savoir et puissent développer une véritable culture scientifique. C'est un enjeu en termes de cohésion sociale et d'égalité entre les citoyens. Mais c'est aussi indispensable pour pouvoir se confronter aux enjeux de notre monde, qui nécessitent de prendre des décisions difficiles, appuyées sur une compréhension des résultats scientifiques. Parmi les exemples d'actualité les plus évidents, on peut retenir le changement climatique et les phénomènes de radicalisation. Alors que certains responsables politiques contestent les travaux des scientifiques du GIEC, il est indispensable que les citoyens puissent résister intellectuellement aux manipulations. En ce qui concerne la radicalisation, dans un contexte de peur immédiate liée aux attentats, un florilège d'experts s'exprime, dans une orchestration parfois cacophonique. Comment se repérer dans de tels débats, comment faire le tri entre des opinions sans fondement scientifique et des expressions qui résultent de travaux scientifiques ? Pour y parvenir, il faut à la fois que les chercheurs se prêtent à l'exercice difficile du partage des savoirs, que des médiateurs scientifiques apportent leur savoir-faire pour permettre au plus grand nombre de comprendre ce qui est complexe, et que les citoyens aient accès à des ressources de bonne qualité. C'est tout un ensemble d'acteurs qui doit être mobilisé, incluant les établissements d'ESR, dont une des missions est la diffusion des savoirs, les institutions et associations de cultures scientifique, technique et industrielle, les media mais aussi de nombreuses personnes qui apportent leur pierre à l'édifice collectif du partage de la connaissance. La montée en puissance, par exemple, des « YouTubers » scientifiques, qui livrent un regard décalé sur la science et non seulement suscitent la curiosité ou le divertissement mais permettent de comprendre certaines notions, ou bien celle de la littérature dite de vulgarisation scientifique, sont des illustrations du dynamisme actuel. Celui-ci est porté par un intérêt très important du public. Ainsi, 66% des personnes sondées⁴ en 2016 se déclarent intéressées par l'actualité scientifique, contre seulement 42% par l'actualité sportive par exemple. Les YouTubers français peuvent compter plus d'un million d'abonnés et leurs vidéos plus de 100 millions de vues. Les chaînes anglophones peuvent aller jusqu'à 10 millions d'abonnés et 1 milliard de vues. Quant aux institutions culturelles, elles ont également beaucoup de succès. La Cité des Sciences est le 5^e établissement culturel le plus visité en France, avec plus de 2 millions de visiteurs par an.

⁴ *Les Français et les sciences participatives* Une enquête Ipsos Sopra Steria pour La Recherche et Le Monde, mai 2016

*Mais à côté de cet engouement pour la science,
il faut aussi lutter clairement contre l'obscurantisme,*

qui reprend de la vigueur. Il n'y a sans doute jamais eu autant d'information scientifique qu'aujourd'hui, mais il y a aussi une forte désinformation, et parfois un refus de prendre en compte des pans entiers de la science. Le créationnisme, qui conteste les acquis scientifiques de la théorie de l'évolution, marque des points dans certains pays, y compris en Europe, en obtenant parfois que la théorie de l'évolution ne soit pas enseignée, ou bien soit mise sur le même plan que les récits religieux. Ce nouvel obscurantisme est favorisé par un relativisme qui veut mettre sur le même plan science et croyance, en exploitant la sincérité de la démarche scientifique. En retournant le doute scientifique contre la science elle-même, nombreux sont ceux qui combattent l'enseignement de la science.

I.6 Redonner un sens à la notion de progrès

Il est temps de redonner un sens à la notion de progrès, que l'on n'ose plus utiliser car nous avons collectivement perdu l'illusion que du progrès scientifique et technologique découlerait à coup sûr un progrès pour chacun d'entre nous. La faillite des idéologies du XXe siècle, porteuses d'espoir et d'une capacité à supporter des sacrifices justifiés par la perspective d'un avenir meilleur, a débouché sur une vision pessimiste et fataliste, particulièrement développée dans notre pays.

*Si nous voulons choisir notre avenir plutôt que de le subir,
il est indispensable de penser le monde que nous voulons
et construire nos actions dans cette direction.*

Le progrès constitue dès lors la trajectoire vers ce monde souhaitable, et la science en est le premier pilier.

On peut envisager de décliner la question du progrès suivant plusieurs axes, interdépendants et non-hiérarchisés : environnemental, citoyen, social, sanitaire, économique, éducatif, culturel. Pour chacun d'entre eux, une ambition doit être formulée. C'est ce qu'a fait l'ONU, soutenue par la France, en septembre 2015 en adoptant les Objectifs du Développement Durable (ODD), qui constituent un socle de référence. Ces Objectifs du Développement Durable, qui font suite en les étendant aux Objectifs du Millénaire, recouvrent des thématiques essentielles au développement humain.

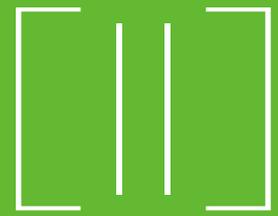
L'agenda 2030 : les objectifs du développement durable

- 1. Éradication de la pauvreté** : sous toutes ses formes et partout dans le monde
- 2. Lutte contre la faim** : éliminer la faim et la famine, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir une agriculture durable
- 3. Accès à la santé** : donner aux individus les moyens de mener une vie saine et promouvoir le bien-être de tous à tous les âges
- 4. Accès à une éducation de qualité** : veiller à ce que tous aient accès à l'éducation et promouvoir des possibilités d'apprentissage de qualité dans des conditions équitables tout au long de la vie
- 5. Égalité entre les sexes** : parvenir à l'égalité des sexes en autonomisant les femmes et les filles
- 6. Accès à l'eau salubre et l'assainissement** : garantir l'accès de tous à des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau
- 7. Accès à l'énergie** : garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, propres, durables et renouvelables à un coût abordable
- 8. Accès à des emplois décents** : promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous
- 9. Innovation et infrastructures** : mettre en place une infrastructure résistante, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation
- 10. Réduction des inégalités** : réduire les inégalités entre les pays et en leur sein
- 11. Villes et communautés durables** : créer des villes et des établissements humains ouverts à tous, sûrs, résistants et durables
- 12. Consommation responsable** : instaurer des modes de consommation et de production durables
- 13. Action pour maîtriser le changement climatique et ses conséquences** : prendre des mesures d'urgence pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions
- 14. Protection de la faune et de la flore aquatiques** : conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable
- 15. Protection de la faune et de la flore terrestres** : préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité
- 16. Justice et paix** : promouvoir l'avènement de sociétés pacifiques et ouvertes aux fins du développement durable, assurer à tous l'accès à la justice et mettre en place, à tous les niveaux, des institutions efficaces, responsables et ouvertes
- 17. Partenariats pour les objectifs mondiaux** : revitaliser le partenariat mondial au service du développement durable et renforcer les moyens de ce partenariat

Ces Objectifs du Développement Durable suscitent un besoin de recherche et de formation. Les axes de la StrANES et de la SNR concourent directement à la réalisation de la plupart de ces objectifs. Une analyse des liens entre ces axes et les ODD est présentée en annexe VI.4. De nombreux pays s'organisent aujourd'hui pour tenter d'atteindre ces objectifs. Cela concerne également la plateforme de MOOC edX, lancée par Harvard et le MIT, qui aujourd'hui travaille à une déclinaison en lien avec les ODD (Sustainable Development Goals, SDG en Anglais), « sdgX », permettant de construire un réseau mondial de formation sur les ODD .

Par ailleurs, il est intéressant de rappeler que cette notion de progrès correspond aux attentes de la jeunesse. A ce titre, les résultats de l'enquête « Génération What » qui propose de dresser un portrait européen de la génération des 18-34 ans est particulièrement éclairante : 83% des répondants ont le sentiment qu'il y a de plus en plus d'inégalités en France ; 79% des répondants considèrent que l'égalité femme-homme est encore loin d'être atteinte en France ; 61% des répondants considèrent que le système éducatif français ne donne pas sa chance à tous. En cela, ces nouveaux objectifs de développement durable correspondent davantage aux attentes de la jeunesse particulièrement soucieuse de voir se réduire les inégalités. D'après l'enquête, l'environnement est en tête des préoccupations, avec un bond spectaculaire depuis 3 ans, devant l'accès à l'emploi.

En cohérence avec cette approche, la France a mis en place de nouveaux indicateurs de richesse. L'indicateur traditionnel de richesse, le PIB, est critiqué car il ne prend pas en compte de nombreux aspects importants pour le bien-être de la population, qui ne peut se réduire à la question matérielle. La loi du 13 avril 2015 vise à la prise en compte des nouveaux indicateurs de richesse dans la définition des politiques publiques. Les 10 nouveaux indicateurs de richesse s'inscrivent dans les objectifs du développement durable, en donnant des éléments statistiquement fiables de comparaison européenne et internationale. Parmi ces 10 indicateurs de richesse on trouve l'effort de recherche.



Le Livre Blanc de l'ESR: un Pacte pour le progrès

LES BOULEVERSEMENTS PRÉCÉDEMMENT ÉVOQUÉS TÉMOIGNENT TOUS D'UN BESOIN DE SAVOIR QUI GRANDIT : savoir pour mieux comprendre notre monde, savoir pour mieux faire face aux défis. L'enseignement supérieur et la recherche ne peuvent plus se situer à la marge de nos sociétés : ils constituent le cœur de la « société apprenante », pour reprendre le terme de Joseph Stiglitz¹.

*Faire de notre pays une société apprenante
est aujourd'hui un objectif politique,*

qui repose sur un Pacte pour l'ESR qu'il était nécessaire de refonder : c'est l'objet de ce Livre Blanc.

II.1 Le Livre Blanc de l'ESR

Le Livre Blanc de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, prévu par la loi du 22 juillet 2013, présente de manière globale la stratégie de l'Etat, tout particulièrement les grands objectifs nationaux pour l'ESR, mais également la manière dont l'Etat exerce son action en la matière, les mesures politiques prises pour que les stratégies puissent être mises en œuvre, et enfin les moyens budgétaires prévus. Ce Livre Blanc inclut donc les principales stratégies nationales de l'ESR, qu'on peut trouver dans leur intégralité (voir les parties VII.1 à VII.4). Les grands axes en sont exposés ici. Les premiers éléments de mise en œuvre sont présentés dans la partie III et la programmation budgétaire est présentée dans la partie IV.

II.1.1 Un document prévu par la loi du 22 juillet 2013

La loi du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche établit la nécessité de deux stratégies, la Stratégie Nationale de l'Enseignement Supérieur (STRANES) (article 4) et la Stratégie Nationale de recherche (SNR) (article 15). Elles sont présentées ensemble tous les cinq ans au Parlement dans le cadre d'un Livre Blanc (article 17). L'ensemble des dispositions relatives à ces stratégies ont été intégrées respectivement au Code de l'éducation et au Code de la recherche.

Cette loi précise pour chacune de ces deux stratégies :

- ▶ la responsabilité de coordination interministérielle du ministre chargé du sujet, tant pour l'élaboration de ces stratégies que pour le suivi de leur mise en œuvre ;
- ▶ des interlocuteurs à solliciter pour leur élaboration, notamment les partenaires culturels, sociaux et économiques, la communauté scientifique et d'enseignement supérieur, les ministères concernés et les collectivités territoriales ;
- ▶ la consultation du CNESER préalable à leur établissement (article 20) ;
- ▶ la fréquence et le contenu des rapports sur leur mise en œuvre auprès du Parlement (biennal) ;
- ▶ la fréquence de leur révision (5 ans) après évaluation ;
- ▶ le rôle de contrôle du Parlement sur leur élaboration et l'évaluation de leur mise en œuvre ;

¹ Joseph Stiglitz, *Creating a Learning Society*, Columbia University Press, 2015

- ▶ l'existence d'une programmation pluriannuelle de moyens pour les mettre en œuvre ;
- ▶ les principaux leviers de leur mise en œuvre ;
- ▶ l'articulation des schémas régionaux de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation avec elles (article 19).

Pour la S.N.R., la loi précise de plus la responsabilité du ministre à assurer la cohérence de cette stratégie avec celle élaborée dans le cadre de l'Union européenne. Elle confie au Conseil stratégique de la recherche (CSR) la mission de proposer les grandes orientations de la S.N.R. et de participer à l'évaluation de sa mise en œuvre. Elle indique en outre que les informations sensibles à caractère stratégique pour la compétitivité ou la défense des intérêts nationaux doivent être préservées.

D'autres exercices stratégiques menés récemment dans le cadre de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, conduisent à des documents qui s'intègrent naturellement dans ce Livre blanc :

- ▶ la stratégie nationale de la culture scientifique, technique et industrielle (SNCSTI), qui est définie comme une déclinaison de la S.N.R. ;
- ▶ la stratégie nationale des infrastructures de recherche (SNIR).

II.1.2 Un Etat stratège

Pour donner à l'ESR toute sa place au sein des politiques publiques, il faut d'une part donner à tous ceux qui font vivre nos laboratoires et nos formations les moyens de remplir leurs missions, et d'autre part clarifier les attentes de la nation vis-à-vis de son système d'ESR. C'est l'objet des stratégies, dont certaines sont prévues par la loi, qui permettent de fixer un cap, des objectifs clairs afin que chacun puisse s'en saisir. Ces stratégies sont nécessaires car elles donnent un cadre global aux politiques qui sont conduites, permettant de leur donner plus de sens, d'organiser la mise en cohérence des décisions, et de mieux coordonner les efforts.

Mais il est indispensable de bien intégrer le fonctionnement de l'ESR,

tel que nous pouvons l'observer grâce à l'histoire des sciences, afin de comprendre les limites que doit avoir l'approche stratégique. Une dérive de celle-ci consisterait à vouloir tout piloter au risque de tuer la créativité, d'empêcher la survenance de cette part d'inattendu qui rythme le processus de la découverte scientifique.

Pour atteindre les objectifs du développement durable, pour agir pour le progrès, l'enseignement supérieur et la recherche sont indispensables. Chacun de ces objectifs ouvre la voie à des questions scientifiques complexes, mais aussi à un besoin de formation de chacun, dans sa dimension professionnelle ou citoyenne.

Le rôle des stratégies nationales de l'enseignement supérieur et de recherche est précisément de définir, au niveau national, des objectifs que nous nous fixons pour les prochaines années, au service du progrès scientifique et de son partage le plus large possible. Cette démarche permet de clarifier les attentes au niveau national, et introduit un profond changement dans la relation entre l'Etat et les opérateurs. Plutôt qu'un pilotage direct rendant plus difficiles l'innovation, l'adaptation et la diversification, l'approche de l'Etat-stratège vise à faire confiance aux universités, écoles, organismes de recherche, pour mettre en place les actions les plus pertinentes, en fonction de leurs forces, de leurs priorités, de leur écosystème propre, afin de contribuer à atteindre les objectifs fixés nationalement, que ces objectifs soient propres au monde académique ou bien relevant de toute la société, comme les objectifs du développement durable.

II.1.3 Liberté, sérendipité, programmation

Au sein de la pratique scientifique, une tension permanente existe entre liberté et programmation. Le phénomène de sérendipité, qui consiste à faire des découvertes inattendues en saisissant des observations surprenantes ne faisant pas partie d'un programme pré-établi mais issues de la curiosité des chercheurs, est à l'origine de nombreuses avancées scientifiques majeures. La richesse des croisements souvent nés de rencontres fortuites, fait partie des moteurs de l'activité scientifique. La liberté de la recherche est donc une valeur essentielle que tout pays se doit de respecter, à la fois pour favoriser la dynamique créatrice et pour garantir la valeur des travaux scientifiques.

Dans ce contexte, l'idée même de stratégie suscite souvent la méfiance. La tentation peut être grande pour un pouvoir politique d'essayer de rentabiliser au mieux son effort budgétaire, en pré-définissant ce qui lui semble digne d'intérêt et ce qui ne l'est pas, et en fléchissant tous ses financements sur la première catégorie. Ce n'est pas le choix de la France. La stratégie nationale doit donc prendre explicitement en compte le fait que

la recherche non-programmée, en particulier fondamentale, doit être fortement soutenue,

et que le financement de l'activité scientifique dans le cadre des axes thématiques de la stratégie nationale ne peut être limité à une partie du financement total.

Pour autant, la stratégie est nécessaire pour déterminer des axes de travail sur lesquels la France veut s'investir particulièrement pendant une période donnée, parce qu'elle en a le potentiel et l'opportunité. La recherche fondamentale repose fortement sur la capacité à s'engager, au niveau mondial, sur des équipements et des recrutements de personnels, et cela dans la durée. L'histoire du CERN est à cet égard un bel exemple mélangeant programmation et sérendipité : cet instrument scientifique est un exemple de programmation de la recherche (l'identification du boson de Higgs en témoigne), mais cela a aussi été le lieu de l'émergence du world-wide-web, ce qui n'était évidemment pas prévu dans les plans initiaux. L'intégration dans ce Livre Blanc d'une stratégie nationale des infrastructures de recherche, ainsi que la prise en compte dans la programmation budgétaire

de la participation de la France aux grands consortiums scientifiques internationaux, sont des éléments majeurs du soutien à la recherche fondamentale.

Par ailleurs, le rôle des politiques publiques devrait aussi être de donner une capacité à se projeter dans le long-terme,

ce qui est particulièrement important pour une mission comme l'enseignement supérieur et la recherche. Ainsi, donner une perspective aux étudiants sur les recrutements à venir dans tel ou tel secteur dans les prochaines années, est un besoin pour que les meilleurs puissent s'y engager. Permettre aux chercheurs de lancer des programmes de recherche de long terme est indispensable. C'est ce qui sera présenté dans le cadre de la programmation budgétaire (partie IV). La stratégie n'est donc pas l'ennemie de la liberté de recherche ou de la recherche fondamentale, à condition d'avoir en permanence en tête le mécanisme de création des savoirs, et de le respecter : c'est la vision retenue dans ce Livre Blanc.

II.1.4 Une recherche motivée par le progrès de la connaissance ou par une utilité économique ou sociale ?

Une autre tension existe au sein de la pratique scientifique, entre la recherche dont le seul guide est d'approfondir la connaissance humaine, et la recherche orientée vers des applications concrètes, que cela soit pour répondre à des défis sociétaux ou pour soutenir le développement économique. On parle souvent pour cela de recherche fondamentale et de recherche appliquée, mais ces concepts sont moins simples qu'il n'y paraît : des questions très concrètes peuvent faire émerger des questions très fondamentales, et la réponse à un défi sociétal ou un verrou technologique nécessitera souvent à la fois des travaux scientifiques fondamentaux et des travaux appliqués. Cette question est très bien décrite dans l'avis du Conseil Stratégique de la Recherche sur la SNR (Stratégie nationale de recherche : rapport de propositions et avis, 2015), page 142). La vision de ce Livre Blanc est de ne pas hiérarchiser la valeur des travaux scientifiques en fonction de leur aspect applicatif. Certains voudraient limiter le financement public aux travaux dont les retombées sont prévisibles, et c'est une tendance que nous voyons parfois à l'œuvre dans certains pays. Cela serait rapidement une asphyxie pour la recherche.

La valeur de la science ne se réduit jamais au chiffre d'affaires que ses retombées applicatives pourraient générer et l'avancée du savoir, en elle-même, constitue un progrès.

Par ailleurs l'aspiration à la connaissance est fortement partagée. L'intérêt particulier que peut avoir la population pour les travaux scientifiques qui entrent en résonance avec des questions concrètes, comme tout ce qui concerne la santé, les technologies mais aussi de nombreux aspects

des sciences humaines et sociales, ne doit pas faire oublier l'audience des découvertes plus fondamentales, comme celle du boson de Higgs déjà cité par exemple.

Le développement du savoir, son appropriation la plus large possible, est en soi un objectif pour notre pays. Il contribue à l'engager sur la voie du progrès.

II.2 La Stratégie Nationale de l'Enseignement Supérieur (StraNES)

II.2.1 Les objectifs de la StraNES

L'établissement d'une stratégie nationale de l'enseignement supérieur (StraNES) a constitué une première en France. Présentée au Président de la République en septembre 2015, elle a permis, à partir de la présentation d'une vision de l'évolution de notre monde largement reprise dans la partie I de ce Livre Blanc, de mieux expliciter nos choix pour l'enseignement supérieur et de définir nos grands objectifs pour les dix années à venir ainsi que les moyens de les atteindre.

L'ensemble des acteurs de l'enseignement supérieur ont, au cours des cinquante dernières années, permis à une part de plus en plus importante de la jeunesse de construire son parcours personnel et professionnel. Le nombre d'étudiants a été multiplié par huit en cinquante ans pour atteindre deux millions et demi aujourd'hui. La France souhaite poursuivre encore cette démocratisation de l'enseignement supérieur parce que

c'est le sens de l'histoire du pays des lumières que de parier sur l'émancipation des individus par le savoir,

parce que c'est de son intérêt de faire progresser la compétitivité globale de son économie.

La StraNES est une composante-clé de la nouvelle approche de l'Etat-stratège. Il ne s'agit pas d'un exercice pour un secteur particulier mais d'une stratégie dont l'impact concerne toute la société. L'enseignement supérieur et la recherche sont en effet les symboles de l'avenir et du progrès : préparer la France de demain passe nécessairement par une ambition pour l'enseignement supérieur et la recherche.

La StraNES identifie cinq axes stratégiques et trois leviers permettant de faire de la France une « société apprenante ».

Elle permet ainsi d'indiquer les priorités de la France en matière de développement de l'enseignement supérieur, de fixer des objectifs mobilisateurs, de donner un cadre au dialogue entre l'Etat et les universités et écoles.

II.2.2 L'élaboration de la StraNES

Le rapport « Pour une Société apprenante - Propositions pour une stratégie nationale de l'enseignement supérieur »² a été élaboré par un comité de réflexion et d'expertise indépendant, présidé par Sophie Béjean et dont Bertrand Monthubert a été le rapporteur. Composé de 25 personnalités qualifiées, issues d'horizons pluriels et choisies en fonction de leurs personnalités, de leurs parcours ou de leurs travaux de recherche, ce comité a mené pendant plus d'une année un intense travail de concertation et d'échanges : se sont trouvés mobilisés, sous la forme d'auditions, de contributions ou dans le cadre séminaires thématiques, des représentants des étudiants, des personnels et des établissements, du monde socio-économique, des collectivités locales, des ministères, ainsi que chercheurs spécialisés (sociologues, économistes, géographes). Le comité a également placé ses travaux dans une perspective internationale.

II.2.3 Le contenu de la StraNES

Ce rapport, qui recense les forces et des faiblesses de notre enseignement supérieur, identifie pour l'avenir plusieurs orientations stratégiques.

Cinq axes stratégiques

1. « Construire une société apprenante et soutenir notre économie », en valorisant les compétences nécessaires pour évoluer dans un monde complexe et en transformation rapide, en élevant le niveau général de qualification et en faisant de la formation tout au long de la vie (FTLV) une réalité au cœur de la stratégie des établissements ;
2. « Développer la dimension européenne et l'internationalisation de notre enseignement supérieur » notamment en accueillant mieux les étudiants étrangers et en augmentant la mobilité sortante, en particulier pour nos étudiants les plus modestes ;
3. « Favoriser une réelle accession sociale et agir pour l'inclusion », notamment en repensant les processus d'orientation et en diversifiant les cursus ;
4. « Inventer l'éducation supérieure du XXI^e siècle », en privilégiant une pédagogie active, intégrant les apports du numérique et appuyée sur la recherche ;

² Pour une société apprenante - propositions pour une stratégie nationale de l'enseignement supérieur - ESR : [enseignementsup-recherche.gouv.fr](http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr)
<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid92442/pour-une-societe-apprenante-propositions-pour-une-strategie-nationale-de-l-enseignement-superieur.html>

5. « Répondre aux aspirations de la jeunesse » en dynamisant les campus, en valorisant l'engagement étudiant, en assouplissant les parcours.

Trois leviers principaux

1. « Dessiner un nouveau paysage pour l'enseignement supérieur », par la mise en œuvre d'un pilotage interministériel de l'enseignement supérieur, articulé à des stratégies de site, portées par les regroupements d'établissements en liaison avec les collectivités territoriales ;
2. « Ecouter et soutenir les femmes et les hommes qui y travaillent », notamment par un accompagnement et une meilleure prise en compte de l'investissement des enseignants chercheurs dans la formation, la valorisation de nouveaux métiers, une politique d'emplois adaptée ;
3. « Investir pour la société apprenante » par la mobilisation de financements appropriés.

Le rapport présente, pour ces différents axes et leviers, un ensemble de quarante propositions (voir le rapport en annexe VII1).

II.3 La Stratégie Nationale de Recherche (SNR)

II.3.1 Les objectifs de la SNR

La Stratégie nationale de recherche (SNR) a été structurée par la définition des priorités scientifiques et technologiques pour faire face aux principaux enjeux sociétaux. Elle ne recouvre donc pas l'ensemble des domaines de la science et n'est pas destinée à orienter l'ensemble des crédits destinés à la recherche publique. Elle identifie des axes scientifiques, technologiques, auxquels il est nécessaire de se confronter aujourd'hui. Pour autant, il serait stérile que l'ensemble de l'activité scientifique se focalise sur ces axes. La politique de recherche française vise donc un équilibre entre un développement de la recherche indépendant de tout objectif finalisé, et une programmation nécessaire pour progresser fortement dans les axes prioritaires (voir II.1.3). La SNR promeut donc la recherche fondamentale comme le socle essentiel pour le développement d'une science de haut niveau et vise plusieurs objectifs :

- ▶ répondre aux défis scientifiques, technologiques, environnementaux et sociétaux auxquels la France devra faire face dans les décennies à venir en définissant un nombre restreint de priorités scientifiques et technologiques ;
- ▶ réaffirmer le rôle de stratège de l'État en matière d'orientation et de programmation de la recherche, dans un dialogue avec tous les acteurs publics et privés de la recherche ;
- ▶ renforcer l'articulation avec le programme Horizon 2020 élaboré par l'Union européenne pour la période 2014-2020 qui vise également à répondre aux défis économiques et sociétaux ;

- ▶ valoriser les résultats de la recherche en assurant la promotion de l'innovation, le transfert de technologie, la capacité d'expertise et d'appui aux politiques publiques, le développement de la culture scientifique, technique et industrielle.

Le rôle des sciences humaines et sociales (SHS) a été jugé déterminant pour chacun des défis, et le recours à des approches interdisciplinaires, associant largement ses différentes composantes – sociologie, économie... – est apparu comme une condition essentielle des innovations économiques ou sociétales.

Comme rappelé par le CSR dans son avis, la recherche fondamentale française, qui manifeste son excellence dans de nombreux domaines où elle est à la pointe de la science mondiale, est une condition nécessaire pour mener à bien les actions de la SNR. Relever l'ensemble des grands défis sociétaux qui structurent la SNR nécessite des ruptures conceptuelles en plus de la levée de verrous technologiques. La recherche fondamentale joue pour cela un rôle déterminant.

Bien qu'incontestée, la contribution de la recherche fondamentale à l'innovation n'est souvent ni directe ni prévisible, et sa traduction en application peut présenter des délais importants ; c'est la raison pour laquelle son financement doit être assuré par l'État. Le parti-pris de la SNR est de s'appuyer sur la recherche fondamentale, de participer à l'orientation d'une partie de la recherche et de pousser à la valorisation de ses résultats sur le court, moyen et long termes.

II.3.2 L'élaboration de la SNR

L'élaboration de la SNR s'est appuyée sur les réflexions prospectives menées au sein de la communauté scientifique. Le point de départ de cette élaboration repose sur les travaux préalables des cinq alliances nationales de recherche (Aviesan, Ancre, Allistene, AllEnvi, Athena), ceux du CNRS dont les activités sont pluridisciplinaires et transversales, ainsi que sur ceux du CNES spécifiquement dans le domaine spatial, réalisés au cours du premier semestre 2013. Ces organisations ont été invitées à préparer chacune, via une large consultation de leurs membres et des parties prenantes, un premier document de synthèse permettant d'identifier les principales tendances et évolutions des grands domaines scientifiques.

Pendant ces préparatifs, pour enrichir et fonder les réflexions nécessaires à l'élaboration de la SNR, les services ministériels ont produit une analyse des résultats de la SNIR (stratégie nationale des infrastructures de recherche) mise en place en 2009, un parangonnage des équivalents de stratégie nationale de recherche d'autres pays (Allemagne, Royaume-Uni et Japon notamment), un bilan des conclusions des rapports de prospective remis régulièrement au gouvernement et les nombreux plans d'action ministériels ayant un impact sur les grandes orientations de la recherche scientifique, notamment les stratégies nationales de santé, de développement durable et de recherche sur l'énergie, ou encore la stratégie spatiale française. Pour appuyer les réflexions sur la réalité de la production scientifique française, l'Observatoire des sciences et techniques (OST) a produit une analyse bibliométrique de la production scientifique française, européenne et mondiale au cœur du périmètre des défis sociétaux.

En parallèle, et en articulation avec la stratégie européenne de recherche et le cadre du programme Horizon2020, le Gouvernement a défini un agenda intitulé « France Europe 2020 » identifiant les neuf grands défis auxquels la société est confrontée. Ces défis représentent les enjeux considérés par les responsables politiques et les citoyens comme les plus déterminants pour l'avenir de la France, de l'Europe, mais aussi plus généralement pour l'avenir de nos sociétés. Peu après, un dixième défi a été ajouté pour développer la capacité de la recherche française à accompagner les fonctions régaliennes de l'Etat.

II.3.3 Le contenu de la SNR

Le rapport de propositions de la SNR, incluant l'avis du CSR, a été publié en mars 2015.

La Stratégie nationale de recherche a été remise au Premier ministre le 14 décembre 2015. Elle comporte 41 orientations scientifiques prioritaires, structurées selon **10 défis sociétaux** et 5 programmes d'action prioritaire. Les orientations scientifiques retenues suite à la consultation des experts sont les suivantes.

DÉFI 1 : Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique

1-1 Suivi intelligent du système Terre

1-2 Gestion durable des ressources naturelles

1-3 Evaluation et maîtrise du risque climatique et environnemental

1-4 Eco et biotechnologies pour accompagner la transition écologique

1-5 Le « laboratoire » littoral

DÉFI 2 : Une énergie propre, sûre et efficace

2-6 Gestion dynamique des systèmes énergétiques

2-7 Gouvernance multi-échelles des nouveaux systèmes énergétiques

2-8 Efficacité énergétique

2-9 Réduction de la dépendance en matériaux stratégiques

2-10 Substituts au carbone fossile pour l'énergie et la chimie

DÉFI 3 : Le renouveau industriel

3-11 Usine numérique

3-12 Usine verte et citoyenne

3-13 Procédés de fabrication flexibles, centrés sur l'homme

3-14 Conception de nouveaux matériaux

3-15 Capteurs et instrumentation

DÉFI 4 : Santé et bien-être

4-16 Analyse multi-échelle de la diversité et des évolutions du vivant

4-17 Traitement et collecte des données biologiques

4-18 Réseau national de centres d'excellence pour la recherche et le soin

DÉFI 5 : Sécurité alimentaire et défi démographique

5-19 Alimentation saine et durable

5-20 Approche intégrée des systèmes productifs

5-21 De la production aux usages diversifiés de la biomasse

DÉFI 6 : Transports et systèmes urbains durables

6-22 Observatoires de la ville

6-23 Nouvelles conceptions de la mobilité

6-24 Outils et technologies au service de la ville durable

6-25 Intégration et résilience des infrastructures et des réseaux urbains

DÉFI 7 : Société de l'information et de la communication

7-26 5e génération des infrastructures réseaux

7-27 Objets connectés

7-28 Exploitation des grandes masses de données

7-29 Collaboration homme-machine

DÉFI 8 : Sociétés innovantes, intégratives et adaptatives

8-30 Etude des cultures et des facteurs d'intégration

8-31 Nouveaux indicateurs de la capacité à innover

8-32 Disponibilité des données et extraction de connaissances

8-33 Innovations sociales, éducatives et culturelles

DÉFI 9 : Une ambition spatiale pour l'Europe

9-34 Chaîne de services dans l'observation de la Terre

9-35 Compétitivité des secteurs des télécommunications et de la navigation

9-36 Composants critiques

9-37 Technologies pour l'observation et l'exploration de l'univers

9-38 Défense et sécurité du territoire

DÉFI 10 : Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents

10-39 Prévention et anticipation des risques et des menaces

10-40 Approche intégrée de la gestion de crise

10-41 Résilience des systèmes de sécurité

De l'ensemble des orientations de recherche issues de la concertation se dégagent plusieurs enjeux à fort impact potentiel, qui peuvent nécessiter des actions coordonnées allant au-delà de la programmation de l'ANR et des objectifs établis avec les organismes de recherche. Ces enjeux sont traduits par **14 programmes d'action** :

Données massives (Big data)

- 1** Données massives et ingénierie de la connaissance
- 2** Fiabilité des systèmes complexes
- 3** Mécanismes de décision
- 4** Sécurité et cybersécurité des infrastructures

Environnement, énergie et développement durable

- 5** Système Terre : connaissance, surveillance, prévision
- 6** Bioéconomie au service des transitions énergétique et écologique
- 7** Matériaux stratégiques dans une économie durable
- 8** Transition énergétique pour les territoires

Vie et santé

- 9** Biologie des systèmes
- 10** Recherche translationnelle : du laboratoire au patient

Homme et société

- 11** Espaces urbains rénovés
- 12** Transports durables
- 13** Interactions homme-machine
- 14** Sciences humaines et sociales globales et connectées

Cinq actions ont été considérées comme devant être traitées avec une urgence particulière, compte tenu de la diversité de leurs impacts économiques et sociaux, des dynamiques internationales en cours, et de la maturité des actions envisagées :

Action 1 : Big data

Un gisement exceptionnel de connaissances et de croissance

Action 2 : Système Terre : observation, prévision, adaptation

Organiser l'acquisition et l'exploitation des données d'observation de la Terre pour anticiper les conséquences du changement climatique

Action 3 : Biologie des systèmes et applications

Soutenir l'émergence de concepts nouveaux pour la compréhension du vivant et développer les applications médicales et industrielles

Action 4 : Du laboratoire au patient

Associer recherche en laboratoire, recherche clinique et innovation privée pour le bénéfice des patients

Action 5 : Homme et cultures

Appréhender les phénomènes humains dans leurs réalités individuelles et sociales

II.4 La StraNES et la SNR : deux stratégies articulées

II.4.1 Des méthodes cohérentes d'élaboration

La production, la transmission et la valorisation de nouvelles connaissances et compétences forment un continuum.

*L'enseignement supérieur tire sa valeur
du lien avec la recherche :*

c'est la condition pour que les savoirs enseignés dans les formations supérieures soient en phase avec les développements scientifiques les plus récents. Si l'ensemble des formations supérieures n'est pas systématiquement adossé à la recherche, le mouvement opéré depuis plusieurs années a considérablement développé les liens. L'investissement dans la recherche de formations qui en étaient éloignées est une réalité nouvelle qui fait de l'adossement à la recherche un standard de qualité.

Quant à la recherche, elle prend toute sa dimension grâce à l'enseignement supérieur, par la diffusion de ses résultats d'une part, mais aussi par la création d'un vivier de futurs chercheurs. Plus largement, la diffusion de la culture scientifique, technique et industrielle est une mission importante de la politique de recherche et de formation.

C'est pourquoi la StraNES et la SNR ont été construites séparément, mais en interaction : experts ou interlocuteurs communs, travail spécifique sur le lien recherche-formation pour chacun des défis de la SNR (voir le détail en partie VI.6.), souci de s'appuyer sur le travail de chercheurs pour améliorer l'activité de formation dans la StraNES...

Le lien entre les deux dimensions ne cesse depuis plusieurs années d'être réaffirmé et renforcé. C'est l'objectif du présent Livre Blanc, prévu par la loi du 23 juillet 2013. Cette loi, qui traite à la fois de recherche et d'enseignement supérieur, est elle-même une première. Des évolutions sont en cours au sein-même du ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, pour rapprocher et faire interagir toujours plus fortement les directions chargées de la recherche et de l'enseignement supérieur. Et ce lien est d'ores et déjà renforcé au niveau local, dans le cadre des regroupements mis en place au niveau des sites, qui font coopérer de manière plus étroite les organismes de recherche, les universités et les écoles.

II.4.2 Des lignes de force communes

SNR et StraNES font référence à cet adossement réciproque, qui doit fonder l'efficacité de notre système d'enseignement, de recherche et d'innovation, et valoriser son positionnement au niveau local, national et international.

Elles présentent des lignes de force communes.

Le lien entre les défis de la recherche et les formations

La SNR a identifié des défis auxquels nous sommes confrontés et propose des pistes pour une mobilisation à la fois des chercheurs, des enseignants et des étudiants. De façon cohérente, le premier axe de la StraNES concerne la préparation à vivre dans un monde qui change, l'identification de nouvelles compétences personnelles, citoyennes, professionnelles, la préparation aux métiers d'aujourd'hui et de demain, le renforcement du lien formation-recherche, la mise en place de formations pour relever les nouveaux défis sociétaux et les questions transverses de la SNR et la promotion des filières scientifiques. Les différents axes de la SNR donneront naissance à autant de traductions en matière de formation.

Construire une stratégie d'internationalisation

Une Stratégie Internationale pour la Recherche, l'Innovation et l'Enseignement Supérieur (SIRIES) est en cours de formalisation. Elle intègre la dimension internationale de la SNR et de la StraNES autour du triangle de la connaissance enseignement supérieur, recherche et innovation

(ESRI). Elle a pour objectif de définir un nombre limité de priorités et d'établir un plan d'action. Elle devra également intégrer la dimension européenne (union de l'innovation, H2020, Open science, Open innovation, Open to the World...) et les grands programmes internationaux, et permettre de répondre aux enjeux globaux.

La SIRIES est construite dans une démarche collective, autour d'un comité de pilotage trimestriel piloté par le MENESR et composé de la CPU, de la CDEFI, du CNRS, du CNES, des Alliances de recherche, de l'ANR et des directions générales concernées du MENESR et du MAEDI. Le travail s'organise autour de l'examen des zones géographiques Europe, Russie, Caucase, Asie centrale/Amériques & Caraïbes/Asie & Océanie/Afrique & Proche/Moyen Orient. Les groupes géographiques permettent d'élaborer des documents d'analyse stratégique globale par zone géographique, et de faire des propositions de priorités potentielles sous forme de fiches à destination du comité de pilotage. Ils portent une réflexion sur les enjeux ESRI à court, moyen et long terme dans chaque zone. Ces réflexions devront être en articulation avec les autres stratégies françaises (SNR, StraNES, énergie, livre blanc Défense, feuille de route Arctique, Agence Française de Développement...) et en cohérence avec les défis globaux. Elles devront aboutir à des propositions en nombre limité : de pays et/ou de zones, de priorités thématiques, de nouvelles opportunités de coopération et de partenaires de coopération multilatérale. La Francophonie en formera un volet.

A l'issue de ce travail d'analyse, un plan d'action et de mise en œuvre sera proposé. Il aura pour objectif de déterminer les dispositifs et mécanismes d'action à fort impact, de conseiller et d'accompagner les acteurs, de faciliter leur coordination, et de conduire une réflexion sur de nouveaux outils et dispositifs de coopération.

Le numérique, à la fois objet et outil de recherche et d'enseignement

C'est évidemment un enjeu fondamental qui traverse désormais l'ensemble des processus de formation et de recherche. La StraNES met en avant le besoin de former aux perspectives, méthodes, outils de la transition numérique, et l'opportunité ouverte par le numérique pour transformer les campus et les apprentissages. La SNR fait du Big Data le premier de ses 5 programmes d'action. Tous les autres programmes sont également concernés, par exemple la santé : « *Les méga-données sont devenues essentielles au développement de la recherche en biologie et en médecine, une recherche qui repose sur une approche de plus en plus intégrée et systémique (Atelier recherche-formation Défi santé et bien-être)* Au sein du Big Data, les données éducatives occupent une place importante, avec un fort potentiel de progrès dans la compréhension des mécanismes d'apprentissage grâce aux *learning analytics*.

Une approche pluridisciplinaire indispensable

Celle-ci est ressortie de tous les travaux préparatoires de la SNR et la StraNES. La pluridisciplinarité apparaît cruciale pour l'appréhension d'un monde complexe et évolutif et se trouve au cœur des processus d'innovation, des démarches de projet et d'entrepreneuriat. Elle doit s'appuyer sur des compétences disciplinaires solides, pour éviter le risque de superficialité

Dans ce processus de pluridisciplinarité, une place particulière est donnée au numérique ainsi qu'aux sciences humaines et sociales.

Une initiation précoce à la démarche de recherche

Le développement de l'activité de recherche, à la fois dans le public et le privé, et plus largement le développement de l'esprit critique, l'esprit de recherche, d'innovation, de créativité, d'entrepreneuriat est soutenu par l'introduction dès la licence de méthodes basées sur la recherche. C'est également le rôle des docteurs « passeurs de recherche » dans la société. Valoriser la place des docteurs dans les entreprises comme dans la fonction publique, développer leur insertion, augmenter leur nombre, passe par de multiples leviers, identifiés tant dans les travaux de la SNR que de la STRANES, qui prévoit la formation de 20 000 docteurs par an d'ici 2025.

Une véritable R&D sur l'éducation et la formation

L'éducation, sous tous ses angles, est un sujet de recherche trop peu investi, et l'est surtout de manière éclatée. L'enjeu est de taille, le champ mérite d'être investi de façon pluridisciplinaire et structuré par la constitution de réseaux solides. Compréhension des processus cognitifs, développement de nouveaux lieux et formes d'apprentissage, développement d'outils, formation des formateurs dans le cadre de recherche-action... La SNR prévoit dans l'orientation 33 d'appuyer les travaux de recherche concernant l'éducation, au service du développement de l'innovation pédagogique en particulier. La StraNES les intègre dans son chapitre « Investir sur la formation du XXI^e siècle ».

II.4.3 Des formations pour les nouveaux métiers et pour affronter les défis

La SNR a identifié des défis auxquels nous sommes confrontés et qui nécessitent une mobilisation de l'ESR. Le premier axe de la StraNES concerne la préparation aux nouveaux métiers, l'adaptation à un monde qui change. Il était donc nécessaire de conduire un travail au niveau du contenu des formations elles-mêmes afin d'identifier la manière dont elles pourraient se structurer. Ce travail, conduit dans le cadre de la préparation de la SNR, est détaillé dans la partie VI.6. Quelques grandes thématiques traversent l'ensemble de ces réflexions.

La nécessité d'une approche pluridisciplinaire de la formation comme de la recherche

Au cœur de cette approche pluridisciplinaire, sont au premier chef à mobiliser et croiser :

- ▶ Des compétences en matière numérique et notamment d'acquisition, de gestion et d'utilisation de données en grandes masses, pour réussir l'interface entre informatique, documentation et expertise scientifique.

Les besoins sont par exemple criants en informatique pour la santé.

« Les méga-données sont devenues essentielles au développement de la recherche en biologie et en médecine, une recherche qui repose sur une approche de plus en plus intégrée et systémique. Afin de développer cette biologie systémique, porteuse de nombreuses applications vers la médecine personnalisée, la biologie synthétique et la toxicologie prédictive, on favorisera le développement de plateformes pour la collecte de données biologiques et d'imagerie, la constitution de cohortes de patients et l'ouverture des bases de données administratives à la recherche. Un effort particulier portera sur la formation de bio-informaticiens et de modélisateurs, sur les processus d'innovation technologique et médicale – sous-tendant le développement de la télésanté, de l'instrumentation pour le diagnostic ou des dispositifs et des capteurs pour l'auto-surveillance – ainsi que sur le recueil de données sociologiques » (Défi Santé et bien-être).

- Des compétences en matière de sciences humaines et sociales, afin de s'assurer une fertilisation croisée entre les différentes sciences et les enjeux, contextes et modalités d'usage.

« Le développement des systèmes urbains durables implique des recherches interdisciplinaires et des formations associées, entre SHS et STIC pour une adaptation aux besoins des usagers et à la flexibilité des usages, la prise en compte des enjeux sociaux (précarité énergétique, accessibilité), de la sécurité des bâtiments et des équipements (structure, séisme, feu), l'accès aux services de santé, de formation, d'éducation, l'accès aux réseaux d'eau, de transports, l'amélioration du cadre de vie, l'accès aux biens culturels, à l'activité et à la vie économique. » (Défi Mobilité et systèmes urbains durables).

« Les formations résultantes devront articuler des compétences allant des sciences de l'ingénieur, des mathématiques, de l'informatique à tous les aspects relevant des SHS (sciences du comportement, économie et management, éthique, sociologie et sciences juridiques...) avec l'objectif de combiner leurs approches, leurs apports et leurs méthodologies et elles devront être régulièrement actualisées à l'état de l'art » (Défi Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents).

D'une façon générale « il convient d'impliquer les SHS, notamment sciences cognitives, sciences économiques et sciences politiques dans une recherche d'appropriation de la mutation numérique » (Défi Société de l'information et de la communication).

Dans cette perspective, il est recommandé de « faire croître nos capacités de formation sur tous les volets du numérique, avec une priorité forte aux formations interdisciplinaires », pour doubler le nombre de diplômés dans toutes les filières relevant du numérique d'ici 2020 (Défi Société de l'Information et de la Communication. Les infrastructures de recherche SHS qui sont en interface avec d'autres secteurs scientifiques, comme Huma-Num, doivent être utilisées comme vecteur d'interdisciplinarité, et d'appui au développement des humanités digitales » (Défi Société de l'information et de la Communication).

La gestion de l'interdisciplinarité par les Instituts Convergences, récemment constitués, devraient permettre de mieux répondre à des enjeux majeurs, à la croisée des défis sociétaux et économiques et des questionnements de la communauté scientifique.

Le soutien à la formation doctorale, à la promotion des docteurs, à l'articulation entre ces formations et le monde de l'entreprise

Il est recommandé d'intégrer le doctorat dans l'ensemble des conventions collectives existantes et de le placer au moins au même niveau que les diplômes d'ingénieur. Il faudrait aussi favoriser la formation des ingénieurs et des dirigeants d'entreprises à la recherche. Aujourd'hui, la structuration en cours autour des regroupements de site mais aussi des outils PIA IDEX et I-SITE, réunissant universités et écoles vers un destin commun, est une avancée majeure. Elle doit permettre d'aller dans le sens d'un rapprochement encore plus étroit.

Une recherche irriguant, dans des domaines-clés, une formation à tous les niveaux

« Sur la base des différentes orientations et axes prioritaires qui se dégagent de ce défi [Gestion sobre des ressources et adaptation aux changements climatiques], il apparaît comme une nécessité, voire une urgence, d'accompagner les actions de recherche par un enseignement de haute rigueur scientifique et en volume horaire suffisant, depuis l'école primaire, le collège, les lycées généraux, technologiques, professionnels, agricoles, jusqu'aux universités et grandes écoles. Cet enseignement doit également irriguer les formations plus généralistes formant les journalistes, les cadres de la nation, les élus et les responsables des collectivités territoriales grâce à la formation permanente, où l'aspect global et systémique de l'approche des grands problèmes de la planète sont mis en avant » (Défi Gestion sobre des ressources et adaptation aux changements climatiques).

II.5 La Stratégie Nationale des Infrastructures de Recherche (SNIR)

II.5.1 Les objectifs de la SNIR

La mise à jour en 2016 de la stratégie nationale sur les infrastructures de recherche témoigne de la volonté de l'État, par ses grands établissements de recherche et d'enseignement supérieur, concomitamment à la mise à jour de la feuille de route européenne ESFRI, de maintenir au meilleur niveau les grands équipements et de les intégrer dans l'espace européen de la recherche. Elaborée à partir de propositions émanant des Alliances, du CNRS et du CEA en articulation avec la SNR, cette feuille de route est l'occasion de mettre en avant une diversité d'équipements monosites ou en réseaux, déjà existants ou en projet, qui doivent tous répondre aux mêmes critères d'excellence scientifique et technologique, d'efficacité et de transparence de la gouvernance, et d'ouverture effective des données à une communauté large. Ces infrastructures doivent enfin consolider leur modèle économique incluant une analyse budgétaire complète, un positionnement dans l'écosystème de l'innovation et l'identification de leurs interactions avec les acteurs du monde socio-économique.

La SNIR présente des dispositifs existants qui constituent une réelle « force de frappe » au cœur de la stratégie nationale de recherche, ainsi que des projets formant une base pour la construction du futur.

II.5.2 L'élaboration de la SNIR

Les précédentes éditions de la stratégie nationale des infrastructures de recherche ont été publiées en 2008 et 2012. La mise à jour de 2016 est le fruit d'un processus collectif largement renouvelé, avec plusieurs temps forts, dont les Alliances et les organismes de recherche ont été les acteurs principaux avec le soutien constant du ministère chargé de la recherche.

Sur la base de l'analyse réalisée par le Haut Conseil des Très Grandes Infrastructures de Recherche (HC-TGIR), instance indépendante rassemblant 13 experts de tous domaines, le Comité Directeur des Très Grandes Infrastructures de Recherche (CD-TGIR) a arrêté la liste exhaustive des infrastructures officiellement retenues par la France. Cette instance est présidée par le directeur général de la recherche et de l'innovation au ministère chargé de la recherche et rassemble les présidents des Alliances, du CNRS et du CEA, ainsi qu'un représentant du ministère chargé des affaires étrangères et la présidente du Haut conseil pour les très grandes infrastructures de recherche en tant qu'invitée permanente. Ce Comité Directeur a ainsi fixé le paysage français, y compris des projets officiellement reconnus.

II.5.3 Le contenu de la SNIR

La Stratégie nationale des infrastructures de recherche 2016 a retenu 95 infrastructures, dont les formes et les contenus varient. Elles ne se limitent pas aux seuls grands appareils, implantés sur un seul site, mais prennent également des formes distribuées pour être au plus près des communautés scientifiques. Elles sont également, à des degrés divers, influencées par les nouvelles capacités issues des technologies de l'information et de la communication. Elles traduisent enfin des modes d'organisation fortement dépendants des communautés thématiques et des techniques qu'elles partagent.

Quatre formes d'infrastructures de recherche peuvent être identifiées :

- ▶ sur un seul site : les infrastructures localisées, le plus souvent du fait d'une instrumentation de grande taille nécessitant un programme immobilier spécifique ;
- ▶ distribuée : les flottes, les réseaux de sites instrumentés ou de plateformes, les collections, archives et bibliothèques scientifiques ;
- ▶ dématérialisée : les infrastructures de recherche virtuelles, les bases de données ;
- ▶ les infrastructures à la base de réseaux humains (cohortes, experts, etc.).

L'édition 2016 de la feuille de route nationale compte 95 Infrastructures de Recherche dont :

- ▶ 5 Organisations Internationales (OI - fondées juridiquement sur une convention intergouvernementale parfois doublée d'un accord inter-agences) ;

- ▶ 20 Très Grandes Infrastructures de Recherche (TGIR - relèvent d'une stratégie gouvernementale traduite au moyen de plusieurs actions de la LOLF et d'un fléchage budgétaire du MENESR. Elles sont nationales ou font l'objet de partenariats internationaux ou européens);
- ▶ 61 Infrastructures de Recherche (IR - relèvent des choix des différents opérateurs de recherche et sont mises en œuvre par eux);
- ▶ 9 projets.

Elles présentent plusieurs configurations :

- ▶ 27 infrastructures monosites;
- ▶ 52 infrastructures distribuées;
- ▶ 16 infrastructures virtuelles.

Ces infrastructures sont des outils importants pour la mise en œuvre de la SNR.

II.6 La Stratégie Nationale de Culture Scientifique, Technique et Industrielle (SNCSTI)

La culture scientifique, technique et industrielle (CSTI) est, selon les termes de l'Association des musées et centres de science pour le développement de la CSTI (AMCSTI) définie comme « *partie intégrante de la culture au sens large; elle doit permettre au citoyen de comprendre le monde dans lequel il vit et de se préparer à vivre dans celui de demain. En développant l'information et la réflexion des publics sur la science et ses enjeux, en favorisant les échanges avec la communauté scientifique, en partageant les savoirs, en éduquant à une citoyenneté active, elle inscrit la science dans la société. Elle intéresse également les collectivités territoriales dans leur projet d'aménagement du territoire, ainsi que le secteur économique, de par son poids en termes de retombées touristiques et d'emplois* ».

La loi du 22 juillet 2013 relative à l'Enseignement supérieur et à la Recherche inclut désormais la culture scientifique, technique et industrielle (CSTI) parmi les champs de la recherche et de l'enseignement supérieur (articles 6,7,10, 15 et 90).

Si l'implication de l'ESR dans la CSTI est incontournable, les scientifiques sont loin d'être les seuls acteurs à s'emparer de la diffusion de la CSTI. Les acteurs regroupent les médiateurs de science répartis dans les établissements publics sous tutelles des ministères en charge de la recherche, de la culture, de la jeunesse et des sports, mais implique aussi très largement le secteur privé et associatif.

Ce sont plusieurs dizaines de milliers d'acteurs répartis sur tout le territoire qui mènent les actions de culture scientifique

auprès d'un public très diversifié, de la petite enfance au public senior. Cette richesse et cette dispersion demandent une gouvernance, qui ne saurait être centralisée. C'est pourquoi la loi

du 22 juillet 2013 confie « aux Régions, sous réserve des missions de l'Etat » la coordination des actions de CSTI sur leurs territoires (article 19).

Cet article a permis de réorganiser la Gouvernance de la CSTI autour de trois éléments :

- ▶ la reprise en mains de la coordination nationale par l'Etat, en l'occurrence la Direction générale de la recherche et de l'innovation du ministère chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche qui a recréé à cet effet un département « Culture scientifique, relations avec la société » ;
- ▶ la modification du Conseil national de la Culture scientifique, technique et industrielle (décret du 4 juillet 2014 modifiant le décret du 22 avril 2012) : placé sous la double tutelle des ministères en charge de la recherche et de la culture, le Conseil représente désormais la diversité des acteurs de la CSTI avec une représentation renforcée des régions, sous la présidence d'un élu, en l'occurrence Madame la sénatrice Dominique Gillot ;
- ▶ l'élaboration d'une stratégie nationale de CSTI, confiée au Conseil national, qui définit ainsi une politique nationale devant s'articuler avec les politiques régionales et dont l'évaluation est calquée sur celle de la SNR (tous les deux ans, avec remise d'un rapport à l'OPECST).

II.6.1 Les objectifs de la SNCSTI

La stratégie de CSTI définit les grandes orientations nationales, en lien avec les enjeux sociétaux et en s'appuyant sur les politiques nationales. Elle fixe des points de convergence pour chacun des acteurs autour de priorités et offre une feuille de route à la diversité des acteurs, pour les rassembler autour d'une vision commune. Pour les Régions, elle est la colonne vertébrale sur laquelle s'articulent les orientations fixées pour leur territoire, sans pour autant ni les limiter ni s'y substituer. Aux acteurs, aux professionnels de terrain, elle laisse, dans le cadre proposé, toute liberté d'initiative et de créativité pour imaginer les actions qui sont en phase avec leurs publics, leurs spécificités locales, leurs compétences et leurs moyens.

II.6.2 Le processus d'élaboration de la SNCSTI

La stratégie nationale a été élaborée suivant un processus associant les acteurs, et s'étalant sur près de 4 ans. Dès 2013, 15 réunions de travail ont été organisées, rassemblant une centaine de représentants des acteurs de la CSTI afin de nourrir une première réflexion sur le projet de stratégie. Il en est résulté un premier document qui a été soumis aux acteurs ou présenté oralement lors de forums régionaux. La composition du Conseil national de la CSTI a été modifiée, et il a travaillé depuis lors pour élaborer les orientations stratégiques, après avoir approfondi 7 thématiques qu'il avait identifiées comme prioritaires :

- ▶ L'après COP 21 : quelle mobilisation citoyenne ? ;
- ▶ Les filles et la science ;
- ▶ La technologie (numérique) au service de la médiation culturelle et scientifique ;
- ▶ Les entreprises et le transfert d'innovation ;
- ▶ Les relations sciences société, les sciences participatives et la formation des médiateurs ;

- ▶ L'appui à la décision publique ;
- ▶ Les médias et la diffusion de la CSTI.

Chaque thème a été attribué à un ou plusieurs membres du Conseil, qui en ont piloté l'étude, et la synthèse de ces travaux a permis de dégager les orientations prioritaires de la stratégie nationale

Le document définitif sera remis aux Ministres en charge de la Recherche et de la Culture en février 2017, puis communiqué aux acteurs, notamment par le biais des forums régionaux et nationaux avant juillet 2017.

Le Conseil sera en charge du suivi et de l'évaluation de la stratégie, qui seront présentés, tous les deux ans, à l'OPECST, en même temps que le bilan de la mise en œuvre de la stratégie nationale de recherche.

II.6.3 Les orientations de la SNCSTI

La stratégie Culture scientifique, technique et industrielle a pour ambition « d'éclairer nos concitoyens grâce aux acquis de la science et au partage de la démarche scientifique, de leur donner les moyens de développer et/ou renforcer leur curiosité, leur ouverture d'esprit, leur esprit critique, et de lutter contre le prêt-à-penser. » La stratégie s'inscrit pour cela dans le moyen terme : 5 ans.

Les destinataires finaux de la culture scientifique, technique et industrielle, sa cible principale, sont les 67 millions de citoyens français, avec une focalisation particulière sur les jeunes (3 à 20 ans) qui sont les moins familiers avec la science, et sur les jeunes filles, afin de lutter contre les stéréotypes de genre attachés davantage aux métiers qu'aux études. Afin de démultiplier l'efficacité des actions et des messages, il est nécessaire de travailler sur et avec des cibles relais : les scientifiques, les médiateurs scientifiques, culturels, d'éducation populaire, les enseignants, les décideurs politiques et économiques, les journalistes.

Une partie de la stratégie vise à améliorer l'efficacité des acteurs et de leurs actions en direction de leurs publics : donc une partie des orientations est dirigée vers la communauté des producteurs de culture scientifique, technique et industrielle.

L'autre partie concerne le public final, les citoyens définis plus haut.

La stratégie nationale de CSTI se présente sous la forme d'une matrice permettant de croiser des thématiques transversales choisies parmi les politiques de l'Etat qui s'imposent donc à tous et des orientations visant à faire progresser la culture scientifique et technique en France, à l'adapter au mieux aux évolutions et aux besoins de ses cibles en recherchant un impact maximum pour ses actions.

Les quatre thématiques transversales dérivées des priorités de l'Etat sont les suivantes :

- ▶ L'égalité femmes/hommes : combattre les stéréotypes de genre, à la fois en s'appuyant sur les acquis de la recherche en la matière et mobiliser les jeunes filles pour les inciter à s'orienter vers les « sciences dures » et les métiers techniques.

- ▶ Le changement climatique et les objectifs de développement durable : contribuer à faire évoluer les prises de conscience et les comportements des citoyens en s'appuyant sur les sciences environnementales, mais aussi humaines et sociales. Cet axe recouvre plusieurs défis de la SNR.
- ▶ L'Europe : mettre en réseau les acteurs français et les acteurs européens, développer la présence des acteurs français dans les projets européens du programme SWFS d'Horizon 2020, et renforcer le financement des projets de CSTI.
- ▶ L'éducation par la mémoire/l'histoire des sciences et des techniques : mieux comprendre comment la science s'élabore, en quoi elle diffère d'une croyance, ou comment l'histoire industrielle d'un territoire explique ses blocages aux évolutions économiques et techniques, ou les favorise au contraire.

Les cinq orientations visant à faire progresser les acteurs et la culture scientifique, eux-mêmes et vis-à-vis de leurs publics, en corrigeant des faiblesses et en s'appuyant sur les points forts, sont les suivantes :

1. Connaissance et reconnaissance des acteurs de la CSTI en France : mieux connaître les acteurs, les champs et les publics de la culture scientifique par des études et des recherches sur le sujet, structurer des bases de données, développer des plateformes de communication et d'échange. Mais également : mieux reconnaître les acteurs en les formant mieux, en mettant en évidence leur apport économique et sociétal au niveau des territoires.
2. Numérique : connaissances, impacts et usages : sensibiliser tous les publics au numérique, à la programmation et à l'algorithmique, mais aussi à l'utilisation d'internet et à la lecture du web en s'appuyant sur les chercheurs en sciences numériques, mais aussi en sciences humaines et sociales. Parallèlement, développer l'usage du numérique par les acteurs de la CSTI eux-mêmes.
3. Débat démocratique et appui aux politiques publiques : mettre à disposition du public et des décideurs (élus, administrations, acteurs économiques...) les connaissances acquises par les chercheurs sur les sujets de société et d'actualité, afin d'enrichir le débat public et d'améliorer les choix de politique publique.
4. Démarche scientifique appliquée par la société : autant que les contenus scientifiques, faire partager la démarche scientifique pour accoutumer les publics à l'analyse, l'expérimentation, l'esprit critique, l'acceptation des points de vue mais aussi la créativité. S'appuyer sur les sciences participatives.
5. Culture technique, industrielle et d'innovation : développer les actions de culture technique et industrielle, et faire partager le goût de l'innovation et de l'entrepreneuriat. S'appuyer sur les musées techniques, les Fab Labs, les acteurs culturels.

II.7 Le Livre Blanc de l'enseignement supérieur et de la recherche : quelle place au sein des politiques nationales ?

L'ESR, on l'a déjà évoqué, n'est pas un secteur qui se juxtapose aux autres : il est une condition nécessaire du développement de notre société. Plus précisément, on peut examiner les stratégies nationales à l'aune de l'Agenda 2030 de l'ONU. En effet, les 17 Objectifs du Développement Durable, et leurs différents sous-objectifs, nécessitent la plupart du temps un effort de recherche et d'appropriation des savoirs. Les axes de la SNR et de la StraNES s'inscrivent dans les ODD, comme le montre la partie VI.4.

Les stratégies nationales de l'enseignement supérieur et de recherche interagissent également avec d'autres exercices gouvernementaux, mais qui contribuent chacun à éclairer les priorités sur leur thématique spécifique. Des rapports y ont été consacrés dont plusieurs sont rappelés ci-dessous.

II.7.1 La formation tout au long de la vie

Les bouleversements du monde du travail (voir I.3) imposent un développement important de la formation tout au long de la vie : c'est un objectif porté dans l'axe 1 de la StraNES, et porté dans le cadre de la loi du 5 mars 2014 relative à la formation professionnelle, à l'emploi et à la démocratie sociale. Les évolutions récentes, avec le Compte Personnel d'Activité qui est créé en janvier 2017, dont un des volets est la formation professionnelle, font de celle-ci un des principaux leviers de la politique de lutte contre le chômage.

Les universités et écoles ont un rôle important à jouer dans ce cadre. Or les établissements d'ESR sont peu présents sur le marché de la formation continue. Le rapport de François Germinet « *Le développement de la formation continue dans les universités* » (remis en novembre 2015) fait des propositions dans ce cadre, afin que les établissements d'ESR jouent un rôle plus important.

« L'enjeu pour les individus, le monde économique et in fine la place de notre pays au niveau mondial, est donc celui de l'actualisation des connaissances, de l'évolution des savoir-faire, du renouvellement des représentations, de la compréhension des enjeux macroscopiques. Au-delà de ce que l'on appelle la formation continue, l'enjeu se situe bel et bien autour d'une formation tout au long de la vie, vieux concept mais dont les formes en appellent toujours à une actualisation dans la modernité. »

C'est donc la « porosité » entre les temps et les lieux de formation et d'activité tout au long de la vie qu'il s'agira de concevoir et de concrétiser. Le rapport pointe les atouts et les obstacles dans de nombreux champs (réglementaires, organisationnels, pédagogiques, culturels, psychologiques...) pour y parvenir.

Ce rapport met aussi en évidence les enjeux économiques et financiers autour d'un meilleur positionnement des établissements d'enseignement supérieur sur le champ de la formation continue : « *Se fixer l'objectif d'un milliard d'euros de chiffre d'affaires en formation continue dans l'ESR*

d'ici 2020, par des établissements qui s'appuient sur leur expertise issue de la recherche, un modèle économique pérenne, des modalités pédagogiques adaptées, et avec un soutien politique fort de l'Etat, vis-à-vis des modalités de mise en œuvre de la loi mais aussi vis à vis de la structuration des établissements autour de ces enjeux avec des dispositifs incitatifs. »

Dès la publication de ce rapport et en pleine cohérence avec la mise en évidence de ce chantier par la STRANES, deux appels à manifestation d'intérêt ont été lancés en 2016 pour identifier des équipes désireuses de tracer, ensemble, des chemins innovants et performants vers ces dispositifs d'avenir. (voir partie III.2.2).

II.7.2 La transition numérique

La transition numérique de la société est un phénomène qui a conduit à l'élaboration de la loi du 7 octobre 2016 pour une République Numérique. Elle met en œuvre une série de mesures importantes pour favoriser le développement du numérique, dans une vision inclusive, tout en protégeant les citoyens contre les menaces. Elle contient des dispositions essentielles pour l'ESR, à la fois en termes de régulation et de facilitation :

- ▶ l'accès sécurisé aux données pour les chercheurs et statisticiens publics ;
- ▶ le libre accès aux résultats des travaux de recherche publique et l'autorisation de la fouille de textes et de données ;
- ▶ l'équivalence entre les enseignements mis à disposition sous forme numérique et les enseignements en présentiel.

Ces dispositions étaient très attendues : de nombreux chercheurs ont pris part à la consultation publique préalable à l'élaboration de la loi, qui a fait l'objet d'un travail conjoint entre le Secrétariat d'Etat en charge du Numérique et celui en charge de l'ESR.

Parallèlement, le Secrétaire d'Etat en charge de l'enseignement supérieur et de la recherche a sollicité le Conseil national du numérique (CNNum) afin d'initier un travail pragmatique sur la transformation numérique de l'enseignement supérieur, qui est une composante importante de la StraNES. Il s'agit de repérer, sur le terrain, les innovations qui portent un effet de transformation maximal.

Le CNNum propose de ré-interroger le rôle de l'université dans la métamorphose numérique de la société tout entière.

Un référentiel a été remis aux acteurs de l'Enseignement supérieur qui liste les marques tangibles de transformation et les replace dans un cadre d'ensemble. Accompagné d'une note sur « L'Université numérique : du temps des explorateurs à la transformation » il est destiné à aider chaque établissement à construire, compléter ou guider sa propre stratégie. Inventaire – forcément évolutif – d'actions et de valeurs, c'est sur l'enrichissement de cet outil qu'ont travaillé près de 200 représentants des établissements d'enseignement supérieur (avec le concours de la C.P.U., la C.G.E. et la C.D.E.F.I.

notamment), mais aussi de l'Edtech et du tiers secteur, au cours des 9 ateliers de codesign organisés avec le soutien du ministère chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Ce travail correspond à une vision où le lien entre numérique et ESR se traduit à trois niveaux :

- ▶ le numérique doit être mis au cœur d'une stratégie à l'échelle de l'établissement et du site ;
- ▶ il appelle à une modification profonde des modes d'interaction entre l'Etat et des acteurs autonomes ;
- ▶ enfin l'ESR a un rôle fondamental à jouer dans l'explicitation de la révolution que nous vivons.

Un appel à projets DUNE (Développement d'Universités Numériques Expérimentales) a été lancé qui a mis l'accent sur le caractère transformant et systémique des projets candidats.

II.7.3 La R&D de l'éducation

L'Education Nationale constitue le secteur le plus important de l'Etat, en termes budgétaires mais aussi dans la place qu'il prend pour la République. Soumise à des attentes importantes, et des défis nombreux, elle évolue constamment et doit pour cela tirer le meilleur profit des travaux de recherche, qui eux-mêmes pourraient être plus développés pour accompagner les efforts d'évolution des acteurs de l'éducation nationale. Plusieurs structures existent comme l'Institut Français d'Education ou le Conseil National d'Evaluation du Système Scolaire, des laboratoires de recherche conduisent des travaux sur l'éducation, mais le constat a été fait qu'au final nous sommes loin d'une situation optimale. Les chercheurs dont les travaux concernent directement ou indirectement l'éducation sont souvent isolés les uns des autres, et la capacité à mettre en œuvre des évolutions sur le terrain qui s'inspirent de ces travaux et les alimentent en retour est faible.

Dans un monde en évolution rapide, notamment sous l'effet de l'omniprésence des outils et des pratiques numériques, les questions d'éducation et d'apprentissage méritent une approche systémique, interdisciplinaire et riche, pour permettre à tous les acteurs d'appréhender la complexité des enjeux.

*La « recherche et développement pour l'éducation »
doit ainsi devenir un vecteur central d'évolution
du système éducatif dans son ensemble.*

Cette démarche exige le respect des règles et de la rigueur scientifique aussi bien que la promotion de la coopération entre les chercheurs et l'ensemble de la communauté éducative.

Plusieurs initiatives ont été prises. Une mission confiée à Roger Fougères a permis d'expérimenter un Institut Carnot de l'Education dans les trois académies d'Auvergne-Rhône-Alpes. Il s'agit de développer des innovations pédagogiques adossées à la recherche, de susciter de nouvelles activités de recherche, que l'on pourrait qualifier « d'impliquée », sur des sujets aujourd'hui mal renseignés par la recherche qui sont de véritables verrous pour l'innovation ; enfin, de diffuser leurs travaux en faveur des formations initiale, continuée et continue qui concernent les étudiants des

ESPE, les enseignants en activité ou encore les cadres académiques. Cette démarche sera étendue à d'autres académies.

Pour développer encore la réflexion et l'impulsion d'initiatives concrètes, une mission a été confiée en septembre 2016 à François Taddei, directeur du Centre de Recherches Interdisciplinaires. Son rapport, qui sera remis au mois de mars 2017, a une dimension à la fois stratégique et concrète. Il s'appuie sur une consultation publique à laquelle participent des enseignants, des étudiants, des chercheurs, et où toutes les thématiques sont abordées, qu'elles concernent l'apprentissage lui-même, les lieux d'apprentissage, ou la coordination des acteurs.

II.7.4 Le Plan National pour l'Innovation

Lancé en novembre 2013, le Plan national pour l'Innovation³ vise la montée en gamme de notre économie. Il passe par quatre axes stratégiques :

- ▶ l'innovation par tous ;
- ▶ l'innovation ouverte ;
- ▶ l'innovation pour la croissance ;
- ▶ l'innovation publique.

L'ESR est partie intégrante de ce plan. Un des aspects est le développement de la culture de l'entrepreneuriat et de l'innovation dans l'enseignement supérieur. Cela passe notamment par la création des 29 Pôles Etudiants pour l'Innovation, le Transfert et l'Entrepreneuriat (PEPITE), qui forment et accompagnent les étudiants et jeunes diplômés qui souhaitent être formés à l'entrepreneuriat et à l'innovation. La création du statut national d'étudiant-entrepreneur permet aux étudiants et aux jeunes diplômés d'élaborer un projet entrepreneurial dans un PEPITE. Le diplôme d'établissement «étudiant-entrepreneur» (D2E) accompagne le statut d'étudiant-entrepreneur : il permet de mener à bien son projet avec un maximum de sécurité et de visibilité.

Un autre aspect majeur est le dialogue entre recherche publique et entreprises qui est décrit plus largement dans la partie III.3.1

II.7.5 La politique étrangère de la France

L'ESR est mondial, et son mode de fonctionnement repose sur une coopération internationale. Dès lors, l'ESR est devenu une composante importante de la diplomatie. Le rapport « *Une diplomatie scientifique pour la France* » publié en janvier 2013 par le Ministère des Affaires Etrangères et du Développement International en étroite concertation avec le MENESR précise les enjeux.

En particulier, il pointe le besoin de science pour éclairer les débats internationaux sur les défis mondiaux et le besoin de mobiliser les acteurs de la recherche dans des réseaux de coopération internationaux. Le cas du changement climatique est un exemple qui illustre bien cet enjeu, et

³ Ministère de l'Economie et des Finances, (2013). *Une nouvelle donne pour l'innovation*. <http://proxy-pubminefi.diffusion.finances.gouv.fr/pub/document/18/16212.pdf>

la France est très présente dans le GIEC par exemple. La recherche pour le développement est une priorité à la fois scientifique et diplomatique.

La science est aussi un élément de la stratégie d'influence de la France.

La participation de chercheurs aux déplacements du Président de la République en témoigne. Comme le souligne le rapport, « *la recherche peut être un vecteur efficace de dialogue politique et contribuer au développement ou au maintien des relations entre États quand la diplomatie traditionnelle trouve ses limites* ».

Au final, le rapport formule trois orientations :

« *La reconnaissance par nos grands partenaires de la place de la science dans l'action diplomatique nous invite à réaffirmer l'exemplarité de notre approche et à examiner comment renforcer les interactions entre les acteurs de la science française et le réseau diplomatique pour :*

- ▶ *soutenir la place de nos chercheurs et de nos entreprises dans la compétition internationale ;*
- ▶ *associer plus étroitement le monde scientifique aux enjeux de politique étrangère ;*
- ▶ *intéresser les chercheurs aux enjeux de développement, par la formation et la valorisation des capacités scientifiques des pays du Sud* ».

La dynamique mondiale de l'ESR, présentée dans la partie I.1.1 et l'annexe VI.5, illustre bien ces analyses. En particulier, la progression de certains pays qui utilisent l'enseignement supérieur à des fins d'influence régionale et mondiale est spectaculaire. L'enseignement supérieur est désormais clairement un terrain de luttes d'influences, voire de vision du monde, qu'il faut envisager comme tel. Notre place historique de pays phare pour sa tradition académique peut très rapidement se fragiliser sans politique volontariste. En particulier, le rôle de la Francophonie est important. Le français est la 2^e langue la plus apprise dans le monde. 49 millions de personnes suivent un enseignement de Français Langue Etrangère. C'est pourquoi la stratégie d'internationalisation doit contenir un volet sur la Francophonie.

Par ailleurs, deux rapports publiés par France Stratégie évoquent les enjeux, la situation actuelle des établissements français et les stratégies possibles pour l'avenir, sur la question, aujourd'hui centrale, de l'internationalisation de l'enseignement supérieur : *Investir dans l'internationalisation de l'enseignement supérieur* de Nicolas Charles et Quentin Delpech (janvier 2015) ; *L'enseignement supérieur français par-delà les frontières - L'urgence d'une stratégie* de Bernard Ramanantsoa et Quentin Delpech (septembre 2016).

Le premier met en évidence l'augmentation de la demande mondiale et la multipolarité croissante en matière d'enseignement supérieur, ainsi que les nouvelles formes d'accès aux formations et de mobilité des étudiants. Jusqu'alors source d'ouverture et d'échanges,

l'internationalisation de l'enseignement supérieur s'impose de plus en plus comme un impératif

pour le développement économique d'un pays et comme un avantage concurrentiel pour les établissements d'enseignement supérieur. Le rapport préconise de « se doter d'un cap stratégique ambitieux », appuyé sur un travail de clarification des objectifs et des modèles économiques, sans promouvoir un plan d'action homogène pour tous les établissements, mais bien en s'appuyant sur des politiques d'établissements fortes.

Le second rapport approfondit une dimension plus spécifique de l'internationalisation de l'enseignement supérieur autour de « l'implantation des établissements d'enseignement supérieur français au-delà de nos frontières » (offre « off shore », ou « transnationale »...). Il permet de mieux identifier les pays, les disciplines, les niveaux d'études, les modalités d'implantation (franchises, campus satellites, établissements associés, formations en ligne...) pour l'exportation de l'offre de formation des établissements français à l'étranger.

Si la France bénéficie ainsi d'un socle non négligeable de plus de 600 programmes à l'étranger, le potentiel de progression est important, surtout en comparaison de pays très investis dans l'exportation des formations (établissements américains, australiens, britanniques par exemple). Le rapport préconise la structuration de l'expertise sur l'internationalisation de l'enseignement supérieur autour de Campus France et des conférences d'établissements afin que chaque établissement ou regroupement d'établissements construise sa stratégie, en fonction de ses atouts et de la vision de son développement. Il préconise également que l'État garde un rôle majeur, notamment pour accompagner diplomatiquement les établissements, renforcer la politique nationale de contrôle qualité ou contribuer à la définition de normes, au niveau national et international.

II.7.6 La transition écologique, énergétique et environnementale

Placée au cœur des Objectifs du Développement Durable, la transition écologique, énergétique et environnementale repose en grande partie sur le développement des connaissances et des technologies, et leur diffusion la plus large. La loi du 18 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (TECV) a donné une impulsion importante, complétée par la Stratégie Nationale de transition écologique vers un développement durable (SNTEDD) 2015-2020. La Stratégie Nationale Bas Carbone est également un élément de la politique environnementale.

La loi prévoit l'élaboration d'une stratégie nationale de la recherche énergétique (SNRE), arrêtée par les ministres en charge de l'énergie et de la recherche. La SNRE a vocation à donner des orientations pour la recherche afin de développer des bases scientifiques et des outils technologiques compétitifs permettant d'atteindre les grands objectifs de la loi TECV à court, moyen et long

termes. Elle constituera une précision et une déclinaison du volet énergie de la SNR. Il s'agit pour chaque filière identifiée comme prioritaire, et aux différents horizons temporels, de cibler les étapes clés à franchir et les verrous technologiques à lever. Ainsi, la SNRE accompagnera la mise en œuvre d'une vision systémique et intégrée de l'énergie, couvrant l'ensemble de la chaîne de recherche, innovation et formation.

La Stratégie Nationale de transition écologique vers un développement durable contient deux axes dédiés à l'ESR :

« Orienter la production de connaissances, la recherche et l'innovation vers la transition écologique » et « Éduquer, former et sensibiliser pour la transition écologique et le développement durable ». Le premier axe est notamment lié au défi 2 et à l'action prioritaire « Système Terre : observation, prévision, adaptation » de la SNR. Le second axe est identifié au sein de l'axe 1 de la StraNES, avec une mise en œuvre déjà initiée, à travers en particulier la création sous l'égide de Jean Jouzel d'un Institut des Transitions Ecologique, Economique et Energétique (voir III.2.3).

La Stratégie Nationale Bas-Carbone « est instaurée par la loi du 17 août 2015, relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Elle définit la marche à suivre pour réduire nos émissions de gaz à effet de serre (GES). Elle fixe le cap pour la mise en œuvre de la transition vers une économie bas-carbone et durable. Elle facilite le pilotage des politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre par les décideurs publics. La stratégie nationale bas-carbone vise l'objectif de division par quatre des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050, mais permet également de respecter les budgets carbone fixés pour les périodes 2015-2018, 2019-2023 et 2024-2028, ainsi que l'engagement de la France auprès de l'Union européenne, de réduire de 40 % ses émissions de GES en 2030. »⁴ En conformité avec la SNRE, la Stratégie Nationale Bas-Carbone insiste sur le besoin de « s'appuyer sur des politiques de R&D et de formation ambitieuses. Plus généralement, les efforts de structuration et soutien à la R&D devraient être poursuivis et amplifiés pour encourager le développement et la diffusion rapide des technologies du futur, dans la perspective d'un monde décarboné. »

Ces stratégies sont élaborées en pleine cohérence avec la SNR et la StraNES, et portées au niveau inter-ministériel par les directions générales concernées et des groupes de pilotage intégrant les acteurs de l'ESR, notamment l'Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Energie (ANCRE) et des représentants des organismes scientifiques ayant contribué à l'élaboration de la stratégie nationale de recherche.

Enfin, la feuille de route nationale sur l'Arctique, co-élaborée par le ministère des affaires étrangères et du développement international et le ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, s'intéresse à cette zone du globe qui témoigne de manière très pré-occupante du changement climatique en cours. Elle vise à développer la recherche et à positionner la France comme un des principaux acteurs scientifiques dans ce secteur.

⁴ Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, (2015). *Stratégie Nationale Bas-Carbone*. http://www.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/SNBC_Strategie_Nationale_Bas_Carbone_France_2015.pdf

II.7.7 La santé

Le développement de la politique de santé repose fortement sur l'ESR. La loi du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé crée une stratégie nationale de santé qui s'articule avec la politique d'ESR. Parmi les axes de la stratégie nationale de santé, deux concernent tout particulièrement l'ESR :

- ▶ Axe 2.2 : Promouvoir une recherche de pointe lisible par tous, reconnue à l'international et adaptée aux besoins de la société ;
- ▶ Axe 2.3 : Ces orientations nécessitent l'adaptation des formations, ainsi qu'un investissement résolu dans les systèmes d'information.

Il s'agit de mieux coordonner les différents acteurs, au sein de l'Alliance AVIESAN mais aussi au sein des regroupements territoriaux (COMUE et associations d'établissements). Il s'agit également de faire de la recherche un instrument d'aide aux décisions politiques en matière de santé : « *Les politiques de santé publique demeurent au plan international comme en France, insuffisamment fondées sur « l'évidence scientifique ». Il convient*

d'accroître les contributions de la recherche en matière de définition et d'évaluation des politiques de sécurité sanitaire et environnementale

et d'apporter des éléments aux débats sur l'amélioration de l'efficacité et de l'efficience du système de santé et des politiques de santé publique et de prévention. »⁵

La SNR contribue fortement à la Stratégie Nationale de Santé. Le défi 4 « Santé et bien-être » lui est consacré, et le programme d'action prioritaire « Du laboratoire au patient » est dédié à la recherche translationnelle en santé. Mais d'autres aspects de la SNR (sur l'environnement par exemple) ont également des incidences sur les questions de santé.

Par ailleurs la Grande Conférence de la Santé s'est conclue en février 2016 par la publication d'une feuille de route pour les métiers de santé⁶, qui prévoit des évolutions importantes en matière de formation. Parmi les mesures de cette feuille de route, on trouve un lien plus étroit entre les formations médicales et paramédicales, ces dernières devant être traitées plus largement comme les formations universitaires, ce qui passe par des aspects structurels mais aussi sociaux (alignement des bourses du secteur paramédical sur les autres bourses). Les passerelles entre formations

⁵ Grande conférence de la Santé. Accompagner le progrès en santé : nouveaux enjeux professionnels. (2016). [en ligne] http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/11_02_2016_grande_conference_de_la_sante_-_feuille_de_route.pdf [page consultée le 10/01/2017].

⁶ Grande conférence de la Santé. Accompagner le progrès en santé : nouveaux enjeux professionnels. (2016). [en ligne] http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/11_02_2016_grande_conference_de_la_sante_-_feuille_de_route.pdf [page consultée le 10/01/2017].

médicales et paramédicales seront développées. D'autres aspects concernent la formation par la recherche des étudiants de santé.

II.7.8 L'agriculture

L'agriculture française est un secteur très important de notre économie et notre quotidien. Il est touché par des problèmes importants qui font régulièrement la une de l'actualité, et certains relèvent du changement climatique, d'autres des questions d'environnement sanitaire. Son avenir repose donc sur le progrès des connaissances, qui est fortement soutenu en France :

*près de 10 % de la dépense publique de R&D
sont consacrés à l'agriculture et à l'agroalimentaire,*

faisant de la France un des pays d'Europe qui investit le plus dans ce secteur.

Afin de donner des perspectives à 10 ans, un plan «Agriculture - Innovation 2025» a été construit, il est co-piloté par les ministères de l'Agriculture, de la Recherche et de l'Economie. La feuille de route est articulée avec le Projet Agro-écologique pour la France et la Stratégie Nationale de Recherche.

Le plan «Agriculture - Innovation 2025» retient 4 priorités :

- ▶ renforcer la recherche sur les sols agricoles, l'agriculture et le climat ;
- ▶ placer l'agriculture au cœur de la Stratégie Nationale de Recherche (S.N.R.) ;
- ▶ développer le numérique et l'agriculture connectée ;
- ▶ créer des « laboratoires vivants » pour favoriser l'innovation ouverte au sein des territoires.

Ces questions sont bien présentes dans la SNR, notamment dans le défi 5 « Sécurité alimentaire et démographie », mais aussi dans les programmes d'action prioritaires comme celui sur le Big Data et celui sur l'observation du système Terre. Deux des cinq Instituts Convergences sélectionnés en 2016 concourent au Plan Agriculture-Innovation 2015 : le projet « Changement climatique et usage des terres » et le projet « Institut de Convergence Agriculture Numérique ».

II.8 Refonder le Pacte entre la Nation et les forces du savoir

L'attente vis-à-vis de l'ESR est très forte. Cette attente est légitime et s'appuie sur la place de premier plan de nombre de nos établissements. Notre histoire scientifique et technologique est prestigieuse, il n'est pas anodin qu'un des symboles de la France soit l'œuvre exceptionnelle de l'ingénieur Gustave Eiffel.

*La pensée de nos savants a contribué
au rayonnement de la France depuis des siècles.*

Les distinctions internationales, comme la Médaille Fields où la France fait jeu égal avec les Etats-Unis, ou le Prix Nobel qui vient en 2016 encore couronner les travaux d'un de nos chercheurs, Jean-Pierre Sauvage, signent une reconnaissance dont nous devons être fiers : la lucidité sur les défis à venir et sur les difficultés de l'époque, ne doit pas masquer pour autant le talent de nos chercheurs. Le CNRS est ainsi le numéro un mondial en termes de publications scientifiques.

C'est donc un véritable pacte entre la nation et les forces du savoir qui doit être forgé. Il repose sur des engagements réciproques :

Du côté de la nation :

- ▶ confiance envers les femmes et les hommes qui consacrent leur énergie à faire progresser le savoir et à le partager, respect du statut des personnels et notamment de la liberté académique ;
- ▶ engagement dans la durée : objectifs de dépenses de 3 % du PIB pour la R&D et de 2 % pour l'enseignement supérieur, avec une programmation budgétaire ;
- ▶ appui sur la science pour l'élaboration des politiques publiques.

Du côté des personnels et des établissements :

- ▶ exigence de remplir au mieux leurs missions et respect de l'éthique du chercheur ;
- ▶ engagement dans le partage des savoirs ;
- ▶ contribution à la poursuite des objectifs nationaux et responsabilité sociale.

II.8.1 La confiance envers les acteurs du savoir

Les personnels de l'ESR sont soumis à des demandes croissantes, convoqués pour expliquer les phénomènes auxquels nous sommes confrontés, sollicités pour trouver de nouvelles thérapies, endiguer les épidémies, maîtriser le changement climatique et ses effets, soutenir le développement des entreprises, identifier les risques émergents, accueillir des étudiants toujours plus nombreux, etc. Ils répondent présent, mais ont besoin d'une meilleure reconnaissance de leur rôle, d'une confiance explicite, et de moyens nouveaux pour conduire leur mission.

En particulier, les personnels des établissements publics d'ESR ont une caractéristique importante : ils bénéficient de la liberté académique, qui n'est pas un privilège mais bien la condition pour qu'ils exercent leur travail dans le respect des principes de la science. On pourrait considérer cela comme incompatible avec la définition d'une stratégie. Ce n'est pas le cas, mais

*cela nécessite de reconnaître le rôle des chercheurs, de prendre en compte
la manière dont la science s'élabore, d'en faire les moteurs du progrès du savoir*

et jamais des exécutants d'une commande autoritaire.

A cette confiance envers les personnels doit s'ajouter une réflexion et des actions concernant l'attractivité des métiers, que cela soit vis-à-vis des autres carrières ou vis-à-vis des autres pays. Celle-ci passe par plusieurs aspects :

- ▶ conditions de rémunération ;
- ▶ conditions d'allocation du temps (temps disponible pour effectuer les différentes missions) ;
- ▶ moyens matériels et financiers pour effectuer les différentes missions ;
- ▶ soutien technique et administratif ;
- ▶ environnement réglementaire.

Ces différents aspects seront traités au sein de ce Livre Blanc : partie IV notamment.

II.8.2 Engager un effort durable

L'ESR a besoin d'un engagement fort dans la durée. Le processus de recherche est long, les projets s'élaborent sur de nombreuses années, et du côté de la formation il en est de même. Pour s'engager pleinement, les acteurs de l'ESR ont besoin d'avoir une visibilité sur la trajectoire souhaitée au niveau national. Ce Livre Blanc en offre l'occasion, en prévoyant des objectifs pour 2025, et une programmation budgétaire. Il reprend des objectifs ambitieux : porter les dépenses de R&D à 3 % du PIB, et celles d'enseignement supérieur à 2 % du PIB. Ces points seront développés dans la partie IV.1.1.

II.8.3 Appuyer les politiques publiques sur la science

L'ESR n'est plus un simple secteur d'activité, juxtaposé aux autres : il devient central, et doit donc occuper une nouvelle place au sein des institutions politiques. Pour construire les politiques publiques qui répondent véritablement aux objectifs que nous nous fixons, nous avons besoin que la recherche soit beaucoup plus qu'aujourd'hui partie prenante. En amont, pour éclairer les choix et les débats. En aval, pour contribuer à l'évaluation et à l'évolution de ces politiques. On pourrait penser que c'est déjà le cas, et que les sollicitations d'experts sont nombreuses. Elles le sont, mais la nature des relations doit évoluer. En effet, on convoque généralement l'expert pour répondre à une question qui n'a pas été formulée scientifiquement, et la science donne rarement une réponse claire dans ce cas. Par ailleurs, de nombreux résultats scientifiques pourraient inspirer le débat politique et l'action publique mais ne sont pas connus. C'est notamment frappant dans le cas de la radicalisation : de nombreux chercheurs effectuaient des travaux dont la diffusion en dehors de la sphère scientifique ne s'est faite que trop tardivement, après les premiers attentats de 2015.

Par ailleurs, chaque éclairage scientifique possède sa propre focale, il ne porte que sur une partie du tableau global. C'est bien là une des grandes difficultés de l'action publique : arbitrer entre des options en évaluant l'ensemble des impacts, et établir des priorités. La science ne peut donc en aucun cas se substituer à la politique, mais l'articulation des deux est la condition de l'efficacité de l'action publique et de sa prise en compte du temps long. C'est particulièrement criant en ce qui concerne les éléments scientifiques portant sur la compréhension du changement climatique, l'évaluation des risques et des solutions d'adaptation et d'atténuation.

Pour évoluer, il est indispensable que la culture de la recherche entre de plain-pied dans les administrations publiques,

et que l'on puisse mettre en place un véritable transfert de la recherche vers les politiques publiques. C'est un axe important de l'action du ministère, qui s'inscrit dans la généralisation des méthodes proposées dans le rapport de l'Alliance Athena sur la radicalisation. Les axes suivants en constituent la base :

- ▶ recensement des travaux de recherche pouvant apporter un éclairage au débat public : cela passe par la création d'observatoires de la recherche sur des thématiques particulières, ainsi que par le nouveau moteur de la Recherche et de l'Innovation ScanR⁷ ;
- ▶ création de structures de transfert comme Athena-Transfert, véritable interface opérationnelle qui rassemble des chercheurs et praticiens afin de co-construire les solutions. L'Institut Carnot d'Education est un autre exemple (voir II.7.3) ;
- ▶ désignation de chercheurs conseillers référents, afin de coordonner la mise en œuvre de la recherche avec les différentes institutions concernées.

Le Plan Sciences Humaines et Sociales

Les SHS sont aux avant-postes de la réflexion pour se saisir des phénomènes politiques, religieux, économiques, culturels et sociaux. Elles nous proposent des clés pour l'intelligibilité du monde. Les résultats de la recherche en SHS devraient soutenir et éclairer les dynamiques citoyennes, les projets des entreprises et bien évidemment l'action publique.

C'est le sens du plan sciences humaines et sociales lancé par le MENESR en juillet 2016. Premier dans son genre, celui-ci vise à soutenir à la fois :

- ▶ le développement de la recherche en sciences humaines et sociales, notamment dans sa dimension interdisciplinaire : + d'argent (hausse de 50 % en 2017 des projets SHS financés par l'ANR) ; + de facilité (portails rassemblant les appels d'offres en SHS, y compris internationaux) ;
- ▶ l'insertion professionnelle des diplômés en SHS, et notamment des docteurs : constitution d'un annuaire numérique des docteurs avec des services associés, campagne de communication sur les docteurs créateurs d'entreprise ou en start up, appel à manifestation d'intérêt lancé en 2016 pour des dispositifs d'insertion innovants des diplômés SHS... ;

⁷ <https://scanr.enseignementsup-recherche.gouv.fr/>

- ▶ le développement du transfert de la recherche vers le monde économique et social : ouverture des données, cartographie dynamique des collections, réalisations d'expertises collectives visant un état des lieux de la connaissance scientifique sur une question donnée, valorisation de lieux d'échanges et de co-construction innovants entre chercheurs et citoyens.

Il est notamment important que les services publics et tout particulièrement les ministères intègrent en leur sein des docteurs, des « passeurs de recherche » capables de créer un lien permanent entre les sphères politiques ou administratives, et l'espace des savoirs. C'est pour cela que la loi du 22 juillet 2013 a prévu des dispositions pour permettre aux docteurs d'accéder à la haute fonction publique, notamment par le biais d'une adaptation des concours de recrutement (voir III.2.2).

Cette culture de la recherche se traduit en particulier par la place des expérimentations. Alors que la tradition française est de faire des réformes touchant tout le monde en même temps, au risque de mal anticiper les effets indirects des réformes, une approche plus récente consiste à commencer par des expérimentations locales. Celles-ci consistent à créer des dispositifs nouveaux, pouvant inclure une dérogation à la réglementation actuelle, et suivies afin de donner lieu à une évaluation rigoureuse quant à leur impact. Les objectifs de l'expérimentation doivent être clairs, et les résultats de l'évaluation doivent permettre de décider si une généralisation est à envisager. Des expérimentations ont ainsi été lancées pour l'évolution de la formation aux études de santé, ou pour la mise en place de conseils d'orientation post-secondaires, comme le propose le rapport StraNES.

II.8.4 Des exigences de qualité et d'éthique

La contrepartie de la liberté académique est l'exigence vis-à-vis des acteurs qu'ils remplissent au mieux leurs missions, concrétisée par l'évaluation effectuée par les institutions nationales comme le HCERES et les instances d'évaluation des personnels, et le respect des règles déontologiques et éthiques. L'intérêt du public est conditionné, et c'est légitime, au fait que la recherche respecte scrupuleusement les règles éthiques. Les comportements contraires à l'éthique du chercheur (manipulation de données, liens entre des chercheurs et des intérêts privés qui ne sont pas exposés en transparence...), même s'ils restent limités, ont un impact désastreux, et peuvent susciter une défiance qui dépasse fortement les limites des auteurs de ces comportements.

Le rapport de Pierre Corvol qui a été remis au Secrétaire d'Etat à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche en 2016 donne lieu à

*des décisions concrètes pour
garantir l'intégrité scientifique.*

Il s'agit à la fois de sanctionner quand il y a fraude, mais aussi de prévenir, en formant de manière plus intensive. Un Office français de l'intégrité scientifique est créé, rattaché au Haut Conseil de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES). Des formations à l'intégrité scientifique seront renforcées, et prévues dès la formation doctorale. Des ressources en ligne nationales seront développées afin que chacun puisse avoir des références à tout moment.

II.8.5 Un engagement dans le partage des savoirs

Il est indispensable d'associer le plus grand nombre de personnes à l'effort de recherche et de partage des savoirs. C'est notamment l'objet de la Stratégie Nationale de Culture Scientifique, Technique et Industrielle (voir III.5 et I.1).

Si le système d'enseignement supérieur et de recherche est au cœur de la mobilisation pour le progrès, celle-ci repose aussi sur une meilleure connaissance scientifique partagée, et sur une participation à l'effort de recherche par les entreprises, les associations, ou même des citoyens qui ne sont pas des professionnels de la recherche. L'essor des sciences participatives, auxquelles un rapport de François Houllier a été consacré lorsqu'il présidait l'INRA, détermine les conditions d'un développement favorisant les sciences participatives, en veillant à la qualité scientifique des productions.

Il s'agit donc de sortir de l'idée d'une barrière illusoire entre d'un côté des chercheurs, des personnes détentrices du savoir, et de l'autre des exécutants. L'élévation du niveau de qualification dans notre pays est une opportunité pour un partage des savoirs beaucoup plus large, et pour une contribution au progrès des connaissances par des personnes qui ne sont pas des chercheurs professionnels, y compris des élèves ou étudiants, mais apportent leur pierre à un édifice dans un cadre rigoureux, afin que la validité scientifique des productions soit garantie, sans quoi on ne pourrait plus parler de science.

II.8.6 La contribution à la poursuite des objectifs nationaux et la responsabilité sociale des établissements d'enseignement supérieur et de recherche

Le statut des établissements publics et des personnels leur donne une grande autonomie, dont le pendant est l'engagement à poursuivre les objectifs stratégiques nationaux. Pour les établissements, c'est notamment dans le cadre du contrat quinquennal que cet engagement se concrétise (voir la partie III).

Une dimension importante du lien entre science et société est la responsabilité sociale des établissements d'ESR, souvent qualifiée de « responsabilité sociale des universités » (RSU). Cette notion, apparue récemment, conduit à envisager ces établissements non seulement comme jouant un rôle important dans la société, mais aussi comme ayant l'ambition d'y être à l'avant-garde. Les questions de développement durable, au sens le plus large comme celui de l'Agenda 2030 de l'ONU (cf. VI.4) qui comprend en particulier la question des inégalités ou du développement d'une éducation accessible et de qualité, sont centrales dans la RSU. Il s'agit de considérer que

la mission des institutions d'ESR n'est pas seulement de produire et de partager des connaissances, elle est aussi de contribuer à l'action concrète pour le progrès.

Les universités, écoles et organismes de recherche ont ainsi vocation à devenir des laboratoires de la société de demain, initiant et déployant des innovations valorisant les travaux de leurs laboratoires de recherche. Dans le cadre des Objectifs du Développement Durable, les établissements sont donc amenés à créer des formations permettant aux étudiants de comprendre ces enjeux planétaires, qui ont toujours une déclinaison locale, et de s'engager sur des projets participatifs leur permettant d'en comprendre les dimensions scientifiques et les impacts sociaux.

II.9 L'enseignement supérieur et la recherche, un investissement pour l'avenir

Les retombées du développement de l'ESR sont importantes à de nombreux niveaux pour notre société, formation des citoyens, développement durable, emploi, économie... Pour ce qui concerne ce dernier aspect, l'Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE), au sein de la Fondation nationale des sciences politiques (FNSP) a conduit un travail d'évaluation des effets d'une politique d'investissement dans l'enseignement supérieur et la recherche à partir de la programmation budgétaire de ce Livre Blanc (partie IV), en distinguant les effets de court terme et ceux de long terme. Ce document est intégré en annexe VI.3. Ce travail se fonde sur les analyses économiques de l'impact de l'ESR sur la croissance, et donne des estimations de l'impact de la programmation budgétaire présentée dans ce Livre Blanc. Il apporte une approche complémentaire à celle qui avait déjà été utilisée dans le cadre du rapport StraNES, reposant sur les calculs de l'OCDE du rendement public net de l'investissement dans une formation tertiaire, en additionnant tous les coûts de formation d'un diplômé du supérieur (coût direct, manque à gagner, bourses...), et en faisant la différence avec les bénéfices publics issus de ces coûts : gain d'impôt sur le revenu, de cotisations sociales, diminution du temps passé au chômage. Dans tous les pays, le bénéfice public est supérieur à la dépense. En France, il est de 100 000 \$ pour les hommes et de 60 000 \$ pour les femmes. Le coût de la formation est donc inférieur à ce que cette formation rapporte à la société.

Le travail de l'OFCE pour sa part évalue les effets de court terme et ceux de long terme.

Sur le court terme (horizon 10 ans), « la hausse des dépenses d'ESR aurait un impact significatif sur la croissance et l'emploi. Cette politique permettrait d'accroître le PIB de la France de 0,54 point de PIB à l'horizon 2027. L'économie créerait 115 000 emplois à l'horizon 2027, dont 66 000 seraient directement issus des créations d'emplois dans l'ESR. Les 49 000 emplois restants seraient créés dans le secteur marchand sous l'effet de la hausse de l'activité. Cela permettrait de réduire le taux de chômage de 0,4 point à l'horizon 2027. Cette mesure d'accroissement des dépenses d'ESR coûterait 0,5 point de PIB ex ante aux finances publiques en 2027 mais son coût final serait ex post de 0,23 point de PIB, une fois pris en compte le surplus de recettes fiscales et la réduction des dépenses publiques liés à l'accroissement de l'activité. »

Cette analyse montre la pertinence d'un choix d'investissement dans l'ESR, dès le court terme. Mais il prend tout son sens sur le long terme (horizon 30 ans).

« La mise en place à partir de 2017 de la politique de 60 % d'une classe d'âge diplômée de l'enseignement supérieur (ES) à l'horizon 2027 devrait se traduire par une augmentation de 11,2 à 11,7 points du taux de croissance du PIB par tête à l'horizon de 2047. Mais une fois tenu compte des effets « structure » (entre 6,5 à 7 points à l'horizon de 2047), l'effet pur de la « politique de 60 % d'une classe d'âge » est de l'ordre d'un peu plus 5 points.

En outre, dans un contexte de robotisation des processus productifs et de développement de l'intelligence artificielle, l'augmentation du nombre d'individus diplômés de l'ES se traduirait par une baisse de l'inemployabilité de presque 400 000 personnes à l'horizon 2047, ce qui représente 1,4 % de la population active à cet horizon.

Enfin, porter l'investissement en R&D à 3 % du PIB (contre 2,25 % actuellement) permettrait d'augmenter la productivité de 5 points à long terme.

L'effort conjugué d'accroissement des qualifications et des dépenses de R&D conduirait à une hausse du PIB par tête supérieure à 10 % à l'horizon 2047.»

L'impact de la stratégie présente dans ce Livre Blanc est très important. Dans un contexte où la croissance est faible, et où la question est posée d'avoir une croissance dont les impacts sur les ressources naturelles et l'environnement soient les plus limités, une croissance de 10 points de PIB est considérable et représente plus de 200 milliards d'euros de 2016. L'ESR doit bien être considéré comme un investissement plutôt que comme une dépense de fonctionnement, et sous cet angle ne pas être comptabilisé dans les critères de déficit (voir la partie IV.1.2).



La mise en œuvre de la stratégie de l'enseignement supérieur et de la recherche

LA MISE EN ŒUVRE DES DOCUMENTS STRATÉGIQUES NATIONAUX repose sur une organisation qui a été clarifiée, suivant des principes décrits ci-dessous. De premières mesures de mise en œuvre des stratégies de l'ESR ont été prises. Rappelons que les stratégies ont une perspective de 5 à 10 ans, et leur mise en œuvre devra donc faire l'objet de plusieurs étapes successives.

III.1 Des principes d'organisation pour mettre en œuvre la stratégie

III.1.1 Simplifier et clarifier l'organisation de notre système d'ESR

L'image du mille-feuille est celle qui vient le plus spontanément à l'esprit quand on parle du système d'ESR. Il existe une forme de fatalisme sur le fait qu'en permanence on crée de nouvelles structures, sans jamais supprimer les anciennes. Au final, c'est de l'épuisement administratif, mais aussi souvent des injonctions contradictoires, et un contrôle énergivore. La simplification et la clarification étaient donc une nécessité.

Un premier plan de simplification de l'ESR

C'est pour s'attaquer à ce problème que le gouvernement s'est engagé dans la voie de la simplification qui trouve sa déclinaison dans l'ESR. Un chantier de simplification a ainsi été lancé en 2015 par le secrétariat d'État chargé de l'ESR qui s'est appuyé sur une large consultation afin de décliner 70 mesures de simplification pour répondre aux attentes des usagers. Elles ont été annoncées et mises en œuvre en 2016¹. Elles s'organisent suivant quatre axes :

- ▶ j'étudie plus facilement ;
- ▶ ma carrière facilitée ;
- ▶ plus de temps pour mes recherches ;
- ▶ je gère un établissement plus agile.

Ces mesures couvrent de nombreux thèmes, qui vont de l'amélioration de l'accueil des étudiants et chercheurs étrangers à la simplification du suivi administratif et financier des projets financés par l'Agence Nationale de la Recherche, en passant par la dématérialisation de nombreux processus. Cet effort de simplification sera poursuivi.

Une clarification du principe d'organisation du système d'ESR

Le rôle des différentes parties prenantes du système d'ESR (État, établissements, collectivités...) a beaucoup évolué dans les dernières décennies. Une clarification est devenue nécessaire car des contradictions ont pu se développer. Les principes de fonctionnement sont désormais les suivants :

¹ Simplification de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. ESR : [enseignementsup-recherche.gouv.fr](http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr) <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid34393/simplification-de-l-enseignement-superieur-et-de-la-recherche.html>

- ▶ l'État concentre son action sur la réalisation d'objectifs clairs, fixés par les stratégies nationales, qui concernent les acteurs publics de l'ESR ainsi que les acteurs privés quand ils recourent à une labellisation ou des financements de l'État ;
- ▶ les établissements publics d'ESR sont autonomes : ils s'organisent de la manière la plus pertinente en fonction de leur environnement et de leur histoire, afin notamment de réaliser les objectifs nationaux dans le cadre de la réglementation nationale. Le dialogue stratégique s'effectue particulièrement au cours de l'élaboration des contrats quinquennaux (pour les regroupements) et des contrats d'objectifs (pour les organismes nationaux) ;
- ▶ la coopération, à l'échelle territoriale ou nationale, entre les établissements est la règle : en particulier les regroupements (sous le modèle des COMUE ou des associations d'établissements) sont le lieu principal d'organisation des actions permettant de réaliser les objectifs nationaux ;
- ▶ les réformes peuvent être initiées en commençant par des expérimentations locales, avant d'être déployées plus largement si l'évaluation est positive ;
- ▶ le financement est adapté aux objectifs, et les principes de sa répartition sont cohérents avec les principaux objectifs nationaux. Les mesures décidées au niveau national qui ont impact budgétaire sur les établissements doivent être accompagnées d'un transfert des moyens nécessaires ;
- ▶ un processus d'évaluation permet de suivre la manière dont chaque établissement a apporté sa contribution aux objectifs nationaux.

Le but est de donner une plus grande agilité, en cessant d'avoir un pilotage étroit des établissements, en identifiant les objectifs vraiment importants et en s'attachant à leur réalisation.

III.1.2 Un principe central : la coopération

La politique de site

La « politique de site » a été affirmée et institutionnalisée par la loi du 22 juillet 2013. Elle répond à plusieurs enjeux :

- ▶ disposer d'ensembles visibles et compétitifs au niveau mondial, dans un environnement de concurrence accrue ;
- ▶ s'appuyer sur les synergies et les complémentarités pour trouver une nouvelle dynamique favorable aux projets scientifiques et à la formation ;
- ▶ pallier l'éclatement caractéristique de l'ESR français entre universités, écoles relevant de diverses tutelles et de statuts variés, et organismes de recherche ;

- ▶ constituer des partenariats plus forts entre les groupements et leur écosystème local, national et international, de manière à conforter l'émergence d'un nouveau paysage territorial aux solidarités fortes (entre métropoles et territoires, entre milieux économiques, sociaux et ESR, entre générations, etc.).

Le processus de regroupement territorial est désormais finalisé sur un plan institutionnel. **25 entités** ont été constituées (20 COMUE – communautés d'universités et établissements – et 5 associations). Chacune des 25 entités passe avec le MENESR un contrat quinquennal, avec un volet spécifique pour chacun des établissements la composant. Le passage des COMUE qui le souhaitent aux responsabilités et compétences élargies d'ici la fin de l'année 2016, facteur de simplification de leurs modalités de gestion, va dans le sens d'une montée en puissance et d'une responsabilisation accrue des regroupements, en facilitant l'opérationnalisation de leurs projets stratégiques.

Le pilotage interministériel

En parallèle, dans un souci de cohérence locale et nationale, la loi du 22 juillet 2013 a mieux défini le pilotage interministériel, indispensable par la place de l'ESR dans les différentes politiques publiques, et sa présence dans de nombreux champs ministériels. Le Conseil Stratégique de la Recherche, placé auprès du Premier Ministre, illustre ce caractère interministériel. La loi a également affirmé la vocation du MENESR à piloter la dimension interministérielle de l'enseignement supérieur et de la recherche, notamment par le biais de cotutelles ou tutelles conjointes. Les textes régissant certains établissements indiquent explicitement qu'ils relèvent de la cotutelle de plusieurs ministères.

Pour les autres établissements, la loi du 22 juillet 2013, soucieuse d'une cohérence d'ensemble de l'enseignement supérieur, a prévu que : « *Le ministre chargé de l'enseignement supérieur (...) assure, conjointement avec les autres ministres concernés, la tutelle des établissements d'enseignement supérieur relevant d'un autre département ministériel et participe à la définition de leur projet pédagogique* ». Même si les modalités de cette tutelle conjointe sont encore en cours de précision, la politique de site constitue un support concret et un levier pour cette cohérence. Certains contrats de site sont d'ores et déjà en passe d'être signés également avec d'autres ministères.

Au-delà des cotutelles, la coordination des politiques ministérielles en matière de recherche s'exerce au sein de plusieurs dispositifs, comme le « Comité Opérationnel Recherche », comité consultatif interministériel qui rassemble l'ensemble des acteurs administratifs et opérateurs publics et privés impliqués :

- ▶ les 9 départements ministériels ainsi que les principales structures interministérielles (Commissariat général à l'investissement, France Stratégie, Service de l'information stratégique et de la sécurité économiques ayant compétence en matière de recherche ;
- ▶ la communauté scientifique représentée par ses principales organisations : CNRS, CEA, CNES, les cinq alliances nationales de recherche (Aviesan, Ancre, Allistene, AllEnvi, Athena) et les conférences représentant les établissements d'enseignement supérieur (CPU, CDEFI) ainsi que l'association des instituts Carnot ;

- ▶ la recherche privée : grands groupes, PME et pôles de compétitivité ;
- ▶ les structures de financement de la recherche : ANR et BPI.

Par ailleurs, de nombreux plans nationaux, mettant en œuvre les défis de la SNR et impliquant plusieurs ministères, exigent de ce fait une élaboration et un suivi interministériels. Ils existent ou sont en cours d'élaboration, comme par exemple le plan agriculture-Innovation 2025, la feuille de route nationale de Bioéconomie, la feuille de route nationale sur l'Arctique, les plans et programmes relatifs à la lutte contre le changement climatique, les plans nationaux de santé publique et leurs suivis comme le plan de lutte contre l'antibiorésistance, le Plan Maladies Rares ou le Plan Maladies Neurodégénératives, les plans en lien avec l'environnement (pesticides, résidus médicamenteux, perturbateurs endocriniens...).

Plus largement, l'élaboration de différentes stratégies nationales, en parallèle ou dans la continuité des stratégies de l'ESR, dans des domaines divers en lien avec la formation et la recherche mérite un minimum de démarches de cohérence, comme cela a été décrit dans la partie II.7. Le rôle de coordination interministérielle dévolu par la loi au ministère en charge de l'enseignement supérieur et de la recherche doit être décliné de manière concrète et systématique.

III.1.3 La refondation de la contractualisation

Le rôle de l'État n'est pas celui d'un régulateur d'un marché concurrentiel où, sous couvert d'excellence, la mise en place de la compétition tient lieu de vision stratégique. L'État doit porter une ambition forte pour l'ensemble du système d'enseignement supérieur. Son dialogue avec les établissements se concentrera sur l'essentiel et s'appuiera sur la confiance a priori dans les opérateurs autonomes. Le rôle de l'administration centrale doit donc se concentrer désormais sur l'accompagnement de cette démarche fondée sur quelques objectifs stratégiques.

Les contrats quinquennaux de site

Cette nouvelle approche est déjà en marche. La loi de 2013 a instauré une procédure renouvelée pour l'examen de l'offre de formation, l'accréditation des établissements se substituant à l'habilitation par le ministère de chaque diplôme. Elle a permis d'instaurer un nouveau cadre pour l'autonomie des établissements, désormais libres d'organiser leurs formations, au sein de mentions, par la mise en place de parcours dont ils maîtrisent l'évolution, dès lors qu'ils respectent à la fois le cadre national des diplômes et leurs engagements pour assurer la meilleure qualité de formation. Le pilotage s'en trouve optimisé et un dialogue rénové est engagé, inscrit dans la politique contractuelle. À partir de 2017, avec le transfert progressif de l'intégralité de l'évaluation (projet comme bilan) au HCERES, le ministère ne garde plus que la décision finale d'accréditation.

Plus généralement, le contrat quinquennal a vocation à être le cadre privilégié du dialogue stratégique entre l'État et les établissements,

du point de vue de la recherche comme de la formation, et de l'administration. De manière concrète, le contrat quinquennal doit permettre d'identifier les engagements pris par chaque établissement en vue des objectifs définis dans les stratégies nationales, avec des priorités qui peuvent lui être propres, en fonction de son contexte. Le contrat doit aussi pouvoir initier des expérimentations, dans lesquelles des établissements deviennent pilotes à l'échelle nationale pour s'engager dans la mise en œuvre de projets ambitieux. La loi du 22 juillet 2013 a placé l'élaboration des contrats au niveau des regroupements, permettant de signer un seul contrat quinquennal au niveau de chaque site. C'est une évolution importante, car elle doit également permettre aux différentes tutelles ministérielles, ainsi qu'aux organismes nationaux, de définir conjointement leurs orientations au niveau territorial. L'objectif est donc de simplifier le cadre décisionnel, en intégrant un dialogue interministériel encore trop peu développé. Il sera important dans les prochaines vagues de contractualisation de développer ce caractère interministériel, pour une vraie mise en œuvre de la loi de 2013 qui a placé l'ensemble des établissements d'enseignement supérieur sous la tutelle ou tutelle conjointe du MENESR. La vague B de contrats de site, signés en 2017, verra déjà une première étape, pour au moins un regroupement, de signature commune du contrat par l'ensemble des ministères concernés.

Le soutien budgétaire aux contrats de site doit venir en plus des dotations des établissements composant le regroupement, afin de financer des projets collectifs, ambitieux, qui s'inscrivent dans les stratégies nationales. Une première étape a eu lieu, avec l'octroi de 1300 emplois pour les contrats quinquennaux. 360 emplois ont ainsi été créés en 2017 pour un montant de 21 M€... La programmation budgétaire de ce Livre Blanc prévoit une montée en puissance de ce financement au niveau des sites pour atteindre un montant de 130 M€ par an pour l'ensemble des 25 regroupements. Cela peut par exemple concerner des projets pilotes sur les datacenters et le stockage des données, sur l'innovation pédagogique, sur l'accessibilité aux études supérieures, sur des politiques documentaires, etc... Ce soutien pourrait être complété par un soutien des régions, dans le cadre de leur Schéma Régional de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (voir III.1.4).

Les contrats d'objectifs et de performance avec les organismes nationaux

Les organismes de recherche relèvent de structures juridiques variées (établissements publics administratifs dont les établissements publics à caractère scientifique et technologique, établissements publics à caractère industriel et commercial, groupements d'intérêt public, fondations...). La tutelle de ces organismes est souvent partagée entre plusieurs départements ministériels de manière à assurer un pilotage au plus proche des besoins des différentes missions.

Le pilotage des organismes de recherche repose sur différents outils dont le contrat d'objectifs et de performance (COP). Conclu entre l'opérateur et ses tutelles pour une durée de 5 ans, en phase avec le calendrier d'évaluation, le COP permet de croiser une stratégie nationale portée par les ministères de tutelle avec la politique scientifique conduite par l'opérateur à moyen ou long terme.

Ce dispositif est inscrit dans la loi (article L 311-2 du Code de la recherche). La négociation de ce contrat permet de définir sa stratégie scientifique, la manière dont l'établissement assume l'intégralité de ses missions, son modèle économique. Elle s'appuie sur l'évaluation réalisée par le Haut Conseil de l'Évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (HCERES) et sur un bilan du précédent contrat.

Tous les COP révisés depuis 2013 ou en cours de révision s'appuient sur les orientations scientifiques de la SNR, afin de préciser la manière dont chaque établissement, en fonction de ses spécificités, peut apporter sa contribution aux différentes actions définies.

III.1.4 L'articulation avec les territoires

L'enseignement supérieur et la recherche forment une compétence nationale, qui doit être principalement assumée au niveau de l'État pour ce qui concerne le secteur public. Mais l'importance de l'ESR pour le développement des territoires a conduit les différentes collectivités territoriales à renforcer considérablement leur implication au cours des 20 dernières années sans que soit défini un mode d'articulation au croisement des stratégies nationales et territoriales. L'intervention des collectivités ne s'est pas limitée à soutenir des choix faits en-dehors d'elles, elles ont mené des politiques autonomes et structurantes largement de leur compétence et qui contribuent à orienter le développement de l'ESR dans notre pays : campus, vie et logement étudiant, sites d'enseignement supérieur de proximité, parcours de formation, apprentissage et formation tout au long de la vie spécialisations intelligentes et structuration de pôles de compétence ESRI...

Il était donc nécessaire de définir une articulation entre la politique nationale et les politiques territoriales.

Cela a été fait dans la loi du 23 juillet 2013, qui prévoit d'associer aux contrats pluriannuels la ou les région(s) et les autres collectivités territoriales accueillant des sites universitaires ou des établissements de recherche. Les régions élaborent un document d'orientation précisant leur stratégie. La loi indique également que le schéma régional de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation détermine les principes et les priorités des interventions de la région, en associant les collectivités concernées, notamment les métropoles, en cohérence avec les stratégies nationales de l'enseignement supérieur et de recherche. La loi a donc organisé la mise en cohérence : la stratégie nationale est le cadre au sein duquel les différents acteurs définissent leurs propres orientations permettant sa déclinaison au niveau territorial, en plein accord avec les objectifs nationaux. La négociation des Contrats de Plan État-Régions doit également s'inscrire dans cette cohérence.

Une traduction concrète de ce cadre stratégique peut être la contractualisation entre les regroupements et les régions, en associant les autres collectivités locales impliquées, notamment les métropoles. Cette contractualisation, fondée sur un exercice préalable de partage de diagnostic des forces, faiblesses, atouts et menaces du site, devrait en particulier permettre de préciser les actions spécifiques soutenues par la région et les collectivités qui appuient les orientations du contrat quinquennal (mobilité étudiante intrarégionale et internationale, enseignement de proximité dans les

villes moyennes, plateformes scientifiques et technologiques, recherche partenariale en lien avec la « smart specialisation », etc.), et venir ajouter des moyens financiers supplémentaires au contrat de site. Cette contractualisation avec les collectivités régionales et les métropoles pourrait être un vecteur performant pour l'attractivité de l'ESR et de compétitivité des territoires, notamment par la valorisation immobilière au service du développement de la vie de campus (cf. III.7.1).

III.2 La mise en œuvre de la StraNES

Le rapport StraNES pose des objectifs ambitieux pour 2025, c'est donc dès aujourd'hui qu'il convient d'agir. Le MENESRS y emploie, en lien avec l'ensemble des acteurs concernés, établissements et organismes, enseignants, chercheurs, étudiants, collectivités locales, monde professionnel...

III.2.1 Une ambition de réussite et de qualité pour élever le niveau de qualification

Le regard international : 34 % des 25-64 ans en France sont diplômés de l'enseignement supérieur, pour 35 % en moyenne dans l'OCDE². Mais dans de nombreux pays, et notamment les plus dynamiques économiquement, la tendance est à l'élévation rapide du niveau de qualification.

C'est pourquoi le président de la République a fixé un objectif ambitieux pour notre pays : atteindre 60 % de diplômés de l'enseignement supérieur dans une classe d'âge,

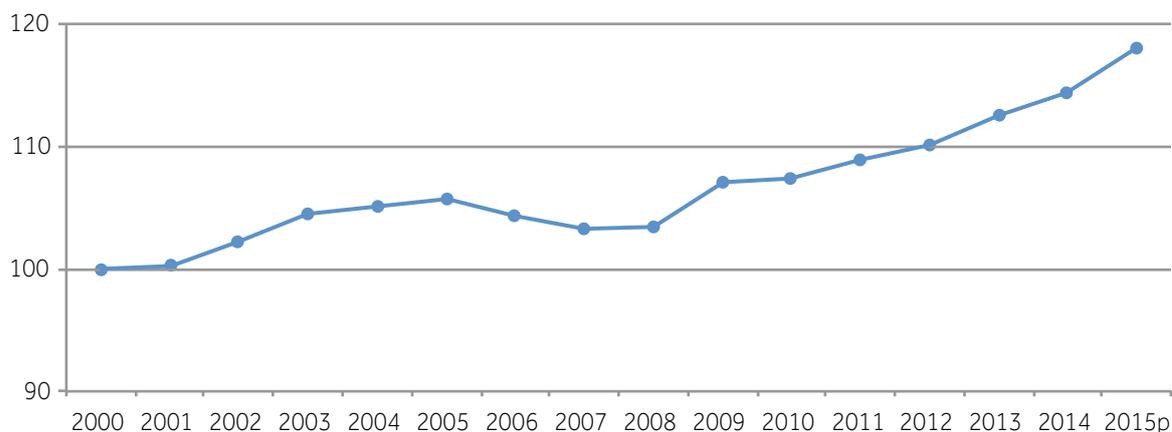
dans le cadre d'une démocratisation exigeante. Il s'agit d'élever le niveau mais aussi la qualité de la formation et du dispositif d'orientation, pour être en phase avec les besoins de formation actuels : les compétences nécessaires dans la société du XXI^e siècle ont fortement évolué. Certaines se sont ajoutées aux compétences générales traditionnelles qui restent indispensables.

Le choix a donc été fait d'un droit de chaque bachelier à accéder à l'enseignement supérieur tout en renforçant l'orientation, afin de mieux répartir les flux en fonction des souhaits, des compétences, des possibilités d'insertion professionnelle et des capacités d'accueil des établissements.

On constate un redémarrage de l'élévation du niveau de qualification, avec un accroissement du nombre d'étudiants qui est actuellement supérieur aux projections effectuées il y a plusieurs années. Ainsi, en 2011 les projections effectuées par les services statistiques donnaient une perspective de 2 458 000 étudiants en 2015, alors que le chiffre constaté en 2015 est de 2 551 000, soit 100 000 étudiants de plus que prévu.

² Source : Regards sur l'éducation 2016

Évolution des effectifs d'inscrits dans l'enseignement supérieur depuis 2000 (base 100)



Effectifs_etudiants_2015-2016_689047.pdf

Champ : France métropolitaine + DOM, y compris Mayotte à partir de 2011

Sources : MENESR-DGESIP-DGRI-SIES et MENESR-DEPP, dans la Note d'Information 16-10 https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/2016/04/7/NI_16.10

Mieux accompagner, mieux informer, mieux orienter, lutter contre les inégalités sociales

Pour faire face à la diversité des publics accédant à l'enseignement supérieur, le ministère agit depuis 2012 sur plusieurs leviers :

- ▶ le renforcement de l'orientation, afin de permettre pour chacun une ouverture sur une voie adaptée au parcours de chacun, à ses objectifs de formation et à son projet professionnel, grâce au plan « Entrée dans le supérieur » de 2015. Le dispositif d'admission post-bac APB, qui ouvre sur 12 000 formations, fournit désormais des informations sur la réussite et l'insertion professionnelle. À la rentrée 2016, tous les bacheliers généraux qui le souhaitent ont eu une proposition d'admission dans l'enseignement supérieur, et le nombre de filières où le tirage au sort a dû être pratiqué a été fortement réduit avec une baisse de 60% entre la rentrée 2015 et celle de 2016 suite au dialogue en amont entre universités et rectorats. La mise en place en 2015 dans 5 académies de Conseils d'Orientation Post-Secondaire expérimentaux, a permis d'améliorer l'orientation vers une voie de réussite pour de nombreux bacheliers. En particulier, cela a permis d'augmenter l'accès des bacheliers professionnels aux STS et de diminuer leur orientation vers la Licence qui généralement se fait par défaut. Un accès prioritaire des bacheliers professionnels aux STS et des bacheliers technologiques aux IUT, affirmé par la loi de 2013. Pour faciliter cet accès, 2 000 places supplémentaires seront ouvertes en BTS chaque année à partir de 2017 pendant 4 ans, réservées aux bacheliers professionnels. Une expérimentation sera de plus lancée dans 3 régions académiques pour permettre une inscription par le recteur en STS, sur avis du conseil de classe de terminale, des élèves préparant le baccalauréat professionnel ;
- ▶ le droit accordé aux « 10% des meilleurs bacheliers », au sein de chaque filière de chaque lycée, d'accéder à une formation sélective publique. Cette mesure a été initiée en 2014 et amplifiée avec succès en 2015 et 2016. Elle a bénéficié en 2016 à près de 2 000 jeunes et permet de lutter contre l'autocensure sociale ;

- ▶ la réforme des masters. En faisant de ce diplôme un cycle de deux ans sans sélection intermédiaire, avec une orientation entre la Licence et le Master, assortie d'un droit à la poursuite d'études pour les titulaires d'une Licence générale, elle clarifie le système et permet de mieux sécuriser les parcours de formation. Ces dispositions, qui mettent en œuvre la proposition 15 de la StraNES, s'appuient sur des expérimentations menées avec succès. Elles figurent dans la loi adoptée le 23 décembre 2016 qui s'appliquera à la rentrée 2017.

Ces actions doivent concourir à un objectif fort, posé dans le rapport StraNES : diviser par deux l'écart social de diplomation, mesuré en tant que différence entre le pourcentage d'enfants de cadres qui sont diplômés de l'enseignement supérieur (65 %), et le pourcentage d'enfants d'ouvriers ou employés diplômés de l'enseignement supérieur (28 %). Cet écart est aujourd'hui de 37 points. Cet enjeu doit devenir celui de chaque établissement.

Outre les mesures indiquées ci-dessus, l'élargissement des horizons des élèves des milieux les plus modestes doit commencer dès le secondaire : il passe par la mise en place des parcours d'excellence pour les collégiens des réseaux d'éducation prioritaire. Un accompagnement de ces jeunes est réalisé, de la troisième à la terminale, en s'appuyant sur des partenariats avec les établissements d'enseignement supérieur et le monde de l'entreprise. Cette initiative profite des expériences réussies des IEP en région et notamment celui de Lille. À la rentrée 2016, elle a concerné 20 % des élèves de 3^e de REP+.

Les expérimentations de conseils d'orientation post-secondaire, en permettant de renforcer l'orientation et de permettre aux lycéens de mieux trouver des voies adaptées à leurs ambitions et leur parcours, conduisent à favoriser la réussite, en particulier pour les étudiants issus de milieux moins favorisés, qui souvent ont plus de difficultés à se repérer dans l'offre d'enseignement supérieur.

Enfin les mesures concernant la vie étudiante (voir III.2.3) sont un vecteur important de la lutte contre les inégalités sociales. De manière plus générale, la lutte contre les inégalités s'inscrit dans la Responsabilité Sociale des Etablissements (voir III.2.3).

Prendre part à la révolution numérique

Le regard international : En 2014, l'EUA a examiné les grandes tendances de la formation en ligne dans 249 établissements d'enseignement supérieur d'Europe. Quasiment tous les établissements interrogés ont adopté le e-learning. La plupart utilisent la formation hybride (91 %), en intégrant l'e-learning dans l'enseignement classique, mais 82 % des établissements indiquent également qu'ils offrent des cours de formation en ligne.

L'enjeu est multiple : quelles compétences donner aux « apprenants » pour vivre dans un monde numérique ? Comment utiliser les possibilités du numérique pour améliorer la formation ? Plus largement, comment l'enseignement supérieur et la recherche peuvent-ils se placer au cœur de la transition numérique qui affecte notre économie et notre société ?

- ▶ La loi du 22 juillet 2013 sur l'Enseignement Supérieur et la Recherche valorise pour la première fois, explicitement, la dimension numérique dans la formation et donne aux regroupements

d'établissements une mission de pilotage du numérique sur le site. La loi pour une République Numérique du 7 octobre 2016 vise à favoriser l'ouverture et la circulation des données et du savoir et à faciliter l'accès des citoyens au numérique (voir II.7.2).

- ▶ Afin de changer d'échelle, le MENESR s'appuie sur le Conseil National du Numérique, en lançant un processus participatif pour promouvoir une approche globale de la transition numérique dans l'Enseignement Supérieur : gestion des données ; personnalisation des formations et flexibilité des parcours ; développement des formations hybrides associant distance et présence ; nouveaux modes de travail coopératif, en réseau, rapprochant et mixant les types d'acteurs favorisant innovation et entrepreneuriat ; transformations des espaces, ouverture de fabs labs et invention des campus du XXI^e siècle... Suite à la rédaction de propositions articulées sur un référentiel permettant aux établissements de se positionner dans les différentes dimensions de la transition numérique, l'appel à projets Développement d'Universités Numériques Expérimentales (DUNE) a été lancé, afin de choisir quelques établissements volontaires pour s'engager fortement dans la transition numérique au niveau de l'établissement entier. Le PIA3 constitue une étape ultérieure et comporte des moyens importants dédiés à la transition numérique universitaire et à l'innovation pédagogique.
- ▶ En matière de compétences numériques, le nouveau dispositif Pix remplaçant le Certificat informatique et internet (C2i) est expérimenté à partir de la rentrée 2016, grâce à un travail de refonte en profondeur, mené entre acteurs des milieux économique et académique, pour le rendre plus adapté aux demandes des étudiants, des établissements et du monde professionnel.

Pix: un dispositif adapté à l'approche par compétences et à la formation tout au long de la vie

Le dispositif qui remplacera dès 2017 le B2I pour l'enseignement scolaire et le C2I pour l'enseignement supérieur s'appuie sur un référentiel de compétences unique et continu, quel que soit le niveau d'études. Au-delà des publics élèves et étudiants, le dispositif s'adresse à tout citoyen et notamment aux professionnels.

Un service en ligne de plus en plus sophistiqué d'autoévaluation. Il permet de s'autoévaluer en ligne en réalisant les actions demandées selon une logique de défi à réaliser en situation réelle dans son environnement habituel ou en répondant à des quizz. Le dispositif est pensé pour passer d'une logique d'examen à celle d'un service en ligne d'évaluation et de certification tout au long de la vie en proposant des recommandations de formation personnalisées. Il évoluera en s'appuyant sur les laboratoires de recherche spécialisés dans ce domaine.

Une méthode d'élaboration innovante grâce à une équipe transversale (enseignement scolaire, enseignement supérieur, entreprises...), du codesign, une conception des épreuves participative (chaque contributeur, partout en France, dépose des propositions d'épreuves sur une plateforme collaborative), des méthodes agiles...

Une intégration et une contribution aux projets européens, avec un référentiel compatible avec le cadre européen des compétences numériques (5 domaines, 8 niveaux) et une participation active des responsables du projet à la réflexion sur les compétences numériques au niveau européen.

Le numérique ouvre également de nouvelles possibilités dans l'organisation des formations et leur évaluation.

- ▶ Ainsi en 2016, des Epreuves Classantes Nationales Informatisées (ECNI) pour l'entrée en 3^e cycle des étudiants de médecine ont été organisées pour la première fois. Cette utilisation du numérique à grande échelle a permis davantage d'équité au plan national et dans le même temps l'augmentation de la pertinence documentaire des épreuves en se rapprochant de la réalité du futur professionnel (exercices nouveaux permis par l'utilisation de la tablette numérique à la place du papier). La réussite de ces épreuves est apparue comme une prouesse technique et pédagogique unique au monde.
- ▶ La formation en ligne se développe, tirée depuis 2014 par le développement des MOOCs. La création de « France Université Numérique » (FUN), plateforme de soutien à la production et la diffusion de MOOCs a favorisé la mobilisation et fédéré les efforts de plusieurs dizaines d'universités et d'écoles, trouvé un large public (800 000 apprenants en 2016 pour 226 MOOCs) et acquis une visibilité certaine dans le monde francophone (18 % des inscrits hors de France). Le portail SupNumérique présente en accès libre et gratuit près de 35 000 ressources pédagogiques numériques francophones pour l'enseignement supérieur (cours filmés ou retranscrits, exercices, études de cas, simulations, jeux sérieux, etc...) produits par les établissements à destination des étudiants, des enseignants et du grand public, dans un processus animé par les 8 « Universités Numériques Thématiques ».
- ▶ De nouvelles dynamiques de formation se créent. La Grande Ecole du Numérique, souhaitée par le Président de la République, est née en 2016 sous une forme innovante, susceptible d'attirer tous les types de potentiels, quel que soit leur niveau académique. C'est un ensemble de plus de 120 lieux de formation, 80 structures financées et près de 5 000 personnes formées dès le lancement.

Développer la transformation pédagogique

Le regard international : Le « Report to the European Commission on new modes of learning and teaching in higher education » d'octobre 2014 met l'accent sur la transformation et la diversification des publics étudiants. L'enseignement supérieur reçoit des publics issus de filières variées, il accueille de plus en plus de personnes en reprise d'études à la recherche de formations courtes ou longues, d'un complément de compétences, d'un certificat ou d'un diplôme. Une grande partie de ces publics exerce une activité de type professionnel parallèlement à sa formation. Ces constats, qui figurent déjà sur le communiqué de la Conférence ministérielle de Bologne de 2015 qui a marqué le processus de Bologne, seront au cœur de la préparation de la future conférence de Bologne (2018) dont la France assure le secrétariat.

Démocratisation, diversification et transformation pédagogique vont de pair et le gouvernement a intégré cette nouvelle donne dans son action depuis 2012.

- ▶ Le principe d'accréditation des établissements pour leur offre de formation, introduit par la loi de 2013, a redonné aux établissements une meilleure maîtrise de leur action, une capacité d'adaptation à la fois aux besoins en compétences et aux attentes des étudiants.
- ▶ Dans un but de lisibilité et d'agilité, les intitulés des diplômes nationaux (L, LP et M) ont été simplifiés : de 322 mentions de licence à 45, de 1 800 intitulés de licence professionnelle à 173 et de près de 5 000 spécialités de master à 255 mentions. L'accréditation s'effectuant au niveau des mentions, les établissements ont plus de souplesse pour faire évoluer leur offre de formation à l'intérieur de chaque mention de diplôme, afin de s'adapter à l'évolution des savoirs.

La transformation pédagogique doit s'appuyer sur la recherche concernant l'éducation.

Au niveau national, une structuration de la recherche concernant l'éducation et de l'innovation pédagogique est en cours. Il s'agit de bénéficier des apports de l'ensemble des travaux de recherche qui peuvent avoir un impact sur l'éducation, même quand ils n'ont pas initialement été lancés à cette fin. Des initiatives ont été prises sur cette base : journées sur la recherche et l'innovation en éducation en 2016, création d'un institut Carnot de l'Éducation dans les trois académies d'Auvergne-Rhône-Alpes, Observatoire confié à la Fondation des Maisons des Sciences de l'Homme, mission prospective confiée à François Taddei... (cf détails en II.7.3).

- ▶ En outre, les dispositifs innovants de formation se développent dans les établissements, en s'appuyant sur les nouveaux métiers liés à l'ingénierie pédagogique. Les emplois créés depuis 2012 dans les universités et écoles ont permis d'apporter des profils nouveaux : conseil pédagogique, conception et développement de MOOC...
- ▶ Les pratiques pédagogiques innovantes sont mieux valorisées. C'est le cas dans le cadre du processus de contractualisation et d'accréditation, qui intègre l'évaluation par le HCERES, où l'attention sera portée sur le développement de la formation des personnels. Afin de permettre à des enseignants de se ressourcer pédagogiquement, et en particulier d'offrir la possibilité d'une immersion dans une université étrangère reconnue pour son dynamisme et ses actions en faveur de la transformation des pratiques pédagogiques, le Congé pour Recherche et Conversion Thématique va évoluer pour intégrer aussi la possibilité de consacrer un ou deux semestres entièrement à l'innovation pédagogique.
- ▶ Pour la première fois en France un prix de l'innovation pédagogique dans l'enseignement supérieur a été lancé fin 2015 (prix PEPS, Passion Enseignement et Pédagogie dans le Supérieur).
- ▶ L'Institut Universitaire de France prend en compte désormais dans son évaluation l'implication des candidats en termes d'innovation pédagogique, en parallèle avec l'évaluation de la qualité de leur recherche.

- ▶ Le PIA3 aura un volet favorisant l'innovation pour la formation beaucoup plus important que les précédents programmes, en lien avec la diversification des publics et des modes de formation, avec une implication importante de la recherche concernant l'éducation (voir IV.2.2).

III.2.2 Agir pour l'insertion professionnelle

Le regard international : Dans le cadre de la stratégie 2020, la Commission européenne a fixé un objectif : 15 % d'adultes en formation. En 2015, 10 pays avaient dépassé cet objectif : la Suisse (32,1 %), le Danemark (31,3 %), la Suède (29,4 %), l'Islande (28,1 %), la Finlande (25,4 %), la Norvège (20,1 %), les Pays-Bas (18,9 %), la France (18,6 % en 2015 alors qu'elle n'en était qu'à 5,7 % en 2012), le Luxembourg (18 %) et le Royaume-Uni (15,7 %).

L'emploi constitue la première priorité du gouvernement. Or l'obtention d'un diplôme reste, toutes les enquêtes le montrent, la meilleure arme contre le chômage. C'est chez les plus diplômés que l'impact de la crise est le plus faible. Selon l'étude conjointe de la DARES et de France Stratégie sur la prospective des métiers et des qualifications (voir I.3).

entre 2012 et 2022, les métiers très qualifiés seront parmi les plus gros créateurs nets d'emploi, les emplois les plus qualifiés occupant une part croissante de l'emploi.

Pour cela, il faut se mobiliser pour la formation initiale, mais tout autant pour la formation continue.

Développer la Formation Tout au Long de la Vie (FTLV)

Afin de permettre un réel développement de la FTLV au sein de nos opérateurs publics de formation, le gouvernement a demandé à François Germinet, président de l'université de Cergy-Pontoise, de faire des recommandations organisationnelles (voir II.7.1). Son rapport insiste sur des évolutions indispensables, à la fois du côté des universités et des écoles, pour adapter l'offre de formation à des salariés dont les besoins portent le plus souvent sur des formations courtes et non diplômantes ; et du côté des salariés, des employeurs et des organismes financeurs, pour reconnaître les établissements d'enseignement supérieur comme des acteurs majeurs en matière de formation professionnelle.

Les établissements d'enseignement supérieur représentent seulement 3 % du marché de la formation continue en France. Leur potentiel de développement est donc très important. Le MENESR propose un objectif de développement du chiffre d'affaires pour atteindre 1,5 milliard d'euros en 2020.

Afin d'aider des établissements volontaires à s'engager fortement dans cette démarche, le MENESR a lancé fin 2015, sous la forme d'un appel à manifestations d'intérêt, une expérimentation collective dotée d'emplois pour mettre en place un nouveau modèle de déploiement de formations

à destination des adultes. Douze lauréats ont été désignés au mois de janvier 2016. Ensemble, ils expérimentent des nouvelles organisations pour valoriser leurs offres de formations et contribuent à produire pour l'ensemble de la communauté de l'enseignement supérieur des outils transformants et systémiques. Un nouvel appel a été lancé à la rentrée 2016 pour répondre au réel intérêt suscité par cette démarche.

Les dernières données montrent une progression du volume de formation continue opérée par l'enseignement supérieur public : le nombre d'heures augmente de 4,3 % en 2014 par rapport à 2015, et le chiffre d'affaires de 6,6 %³.

Renforcer le lien formation/emploi

Dans un monde en évolution permanente, une adéquation parfaite des jeunes diplômés à des emplois dont on connaît mal la pérennité n'a pas de sens. Il est cependant possible d'organiser des échanges réguliers entre monde socio-économique et monde académique autour de grands secteurs d'activités ou de grands défis sociétaux (développement durable...).

Favoriser les échanges

Les échanges réguliers entre les acteurs de la formation et du monde économique ont été accrus à plusieurs niveaux :

- ▶ au niveau national avec la mise en place des conseils sectoriels. Les premiers conseils lancés fin 2015 sont relatifs aux secteurs du numérique, du transport et de la logistique. Pour 2016, deux nouveaux conseils sectoriels dont celui du tourisme sont installés - ou sont sous une autre forme déjà opérationnels à l'image du comité relatif aux métiers du sport et de l'animation ; par ailleurs la réorganisation du CNEE (conseil national Education-Economie) renforce l'amélioration de l'articulation entre le monde de la formation et le monde professionnel ;
- ▶ au niveau local, au plus proche des formations, avec les conseils de perfectionnement institués par la loi de 2013, qui associent des représentants du monde économique, social et culturel au sein des établissements.

Développer l'approche par compétences

Au-delà des connaissances dispensées, chaque formation doit désormais analyser précisément les compétences qu'elle vise. Une partie importante d'entre elles doit être transférable, c'est-à-dire pouvoir être utile dans de nombreux emplois ou fonctions de nature différente, soutenant une capacité à évoluer et à s'approprier de nouvelles missions. La possession des compétences garanties par un diplôme est notamment formalisée dans les fiches descriptives des formations au Répertoire National

³ <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid108189/la-formation-continue-universitaire-forme-toujours-plus-de-salaries.html>

des Certifications Professionnelles, inscription exigée par la plupart des financeurs de formation professionnelle continue, et incontournable pour l'obtention d'un diplôme par la validation des acquis de l'expérience (VAE) et pour l'éligibilité d'une formation au compte personnel de formation (CPF).

Développer et diversifier les formes de l'alternance

Pour dynamiser le mode de formation par alternance plébiscité par les jeunes, le Président de la République s'est engagé en juillet 2014 à développer l'alternance dans le secteur public. Un plan de recrutement de 10 000 apprentis (4 000 en 2015 et 6 000 en 2016) dans la fonction publique d'État a donc été lancé et connaît un grand succès.

Le MENESR est le plus gros contributeur avec 2 755 apprentis recrutés en 2015, 3 362 apprentis en fonction, en octobre 2016, dans les rectorats, les établissements d'enseignement et l'administration centrale. Parmi eux, près de 1 000 étudiants se destinent aux métiers de l'enseignement (étudiants apprentis professeurs et contractuels alternants).

Plus généralement, l'apprentissage dans l'enseignement supérieur continue de progresser à un rythme élevé pour atteindre 144 000 apprentis en 2015-2016 (+3,8 % par rapport à l'année précédente) se rapprochant de l'objectif fixé de 165 000 apprentis en 2020.

Développer la culture de l'entrepreneuriat

Le regard international : en 2013, le pourcentage de personnes qui déclarent préférer entreprendre et créer leur entreprise plutôt que travailler pour quelqu'un d'autre est en moyenne de 49 % dans l'OCDE et de 53 % en France. Le pourcentage de personnes qui déclarent avoir pu accéder à une formation entrepreneuriale est de 52 % dans l'OCDE mais il n'est que de 40 % en France.

- ▶ Le développement de l'entrepreneuriat constitue un axe fort de la réponse de la France aux défis économiques. Lancé en 2014, le plan en faveur de l'entrepreneuriat étudiant, PEPITE (Pôles Etudiant pour l'Innovation, le Transfert et l'Entrepreneuriat), rencontre un succès grandissant.
- ▶ S'agissant du statut national étudiant entrepreneur, plus de 2.000 étudiants en ont bénéficié en 2014-2015 et 2015-2016. L'année 2016-2017 se caractérise par une croissance de 100 % du nombre de candidatures au statut, qui offre des avantages importants en matière d'aménagements d'emploi du temps, d'accompagnement par le réseau PEPITE ou encore la possibilité d'acquérir de nouvelles compétences complémentaires, valorisables et transférables. Il est raisonnable de penser que 5 000 étudiants bénéficieront du statut national étudiant-entrepreneur à l'horizon 2020. Une enquête indique que 90 % des étudiants considèrent ce statut très positivement. La simplification souhaitée de l'accès au statut national étudiant entrepreneur s'est traduite par l'élaboration d'une plateforme collaborative de services pour les étudiants entrepreneurs. Ce projet a été lauréat du prix IMPULSION de l'administration innovante en centrale en 2016.

Parmi les 29 pôles PEPITE, plusieurs ont d'ores et déjà plus d'une centaine d'étudiants-entrepreneurs. Partout sur le territoire, les PEPITE, véritables guichets uniques dans l'ESR sur toutes les

questions d'innovation et d'entrepreneuriat pour les étudiants, agrègent les acteurs de l'écosystème et impulsent une dynamique. Celle-ci se traduit notamment par un développement significatif du nombre d'étudiants sensibilisés à l'innovation et l'entrepreneuriat quel que soit leur cursus de formation (120 000 en 2015). Le financement de ces initiatives devrait se poursuivre dans le cadre de la 3e vague des investissements d'avenir.

Valoriser le doctorat pour diffuser la culture de la recherche au sein des entreprises et de l'État

Le regard international : Les docteurs français, pourtant moins nombreux que dans la plupart des pays de l'OCDE, s'insèrent plus mal au sein du secteur marchand et des administrations hors les fonctions d'enseignement et de recherche. En France, 1,8% des cadres de la fonction publique sont docteurs.

Les compétences acquises par les docteurs sont aussi nombreuses que méconnues : flexibilité, créativité, expertise scientifique et technique de très haut niveau, gestion de projet, travail d'équipe, ouverture internationale, etc... Vecteurs d'innovation, les docteurs doivent aussi aider les entreprises et les administrations à dialoguer avec l'univers académique :

*Les docteurs sont de véritables
« passeurs de recherche ».*

Pour favoriser l'emploi des docteurs dans les entreprises, plusieurs actions complémentaires ont été prises :

- ▶ le développement des Conventions CIFRE, qui passe par la simplification et la réduction des délais administratifs, et l'augmentation de leur nombre qui va passer de 1 400 à 2 000 ;
- ▶ le renforcement de la visibilité du doctorat, à travers la possibilité offerte à tout docteur de se faire reconnaître en utilisant le titre « Docteur-PhD » ;
- ▶ le développement des réseaux d'anciens ;
- ▶ l'engagement de centaines d'ambassadeurs du doctorat : personnalités du monde économique, ils s'engagent à promouvoir les qualités et compétences acquises par les docteurs au cours de leur formation, afin de développer leur emploi dans les entreprises.

Pour renforcer le doctorat, trois textes majeurs portent la rénovation de la formation doctorale :

Ils permettent de simplifier la réglementation, repositionner la formation doctorale au cœur de la politique de site, mieux accompagner le doctorant, adapter le contrat doctoral à la diversité des doctorants, valoriser le doctorat dans le cadre de l'agrégation.

D'une façon générale, la loi du 22 juillet 2013 a prévu que les concours et procédures de recrutement dans les corps et cadres d'emplois de catégorie A relevant du statut général de la fonction publique soient adaptés afin d'assurer la reconnaissance des acquis de l'expérience professionnelle liée au doctorat. Plusieurs corps de fonctionnaires ont commencé à prendre des dispositions pour recruter des docteurs, et valorisent la préparation du doctorat. Ainsi, le statut d'agrégé a été modifié afin d'ouvrir une voie d'accès aux docteurs par un concours spécifique pouvant atteindre 15 % des places. Le rôle des docteurs-agrégés est d'apporter et de diffuser cette culture de la recherche dans l'enseignement secondaire. Un concours externe spécial de conservateurs de bibliothèques sera ouvert en 2017 : il sera réservé aux titulaires du doctorat, avec un plafond de 15 % des places mises à l'ensemble des concours externes.

Des corps d'Inspection Générale ouvrent leur recrutement aux docteurs,

par exemple un concours externe est réservé à des titulaires d'un doctorat pour une partie des recrutements dans le corps de l'Inspection Générale des Affaires Sociales (IGAS). Quant à l'Inspection Générale de l'Administration de l'Éducation Nationale et de la Recherche (IGAENR), des inspecteurs généraux de seconde classe peuvent être recrutés, dans la limite d'un contingent de dix membres du corps, parmi les candidats titulaires d'un diplôme de doctorat, et ayant satisfait aux épreuves d'un concours externe sur titres et travaux.

III.2.3 La responsabilité sociale de l'État et de ses opérateurs

La loi de 2013 a investi les établissements d'enseignement supérieur d'une forte « responsabilité sociale » en soutenant leur participation à la formation de citoyens et professionnels responsables : agir pour le développement durable, la réduction des inégalités, notamment entre les femmes et les hommes, porter au plus haut les valeurs de la République, contribuer à l'intégration des personnes handicapées, à l'inclusion y compris des réfugiés et des migrants...

Mobilisation pour le développement durable

L'enseignement supérieur et la recherche sont au cœur de la mobilisation pour le développement durable, nécessaire pour satisfaire les engagements de la COP21 et de l'Agenda 2030 (cf. I.6). Au-delà de ce qui concerne la dimension patrimoniale (car le parc immobilier de l'ESR est en

lui-même un enjeu de transition énergétique, voir la partie III.7) cette mobilisation se traduit par de nombreuses actions d'ores et déjà engagées :

- ▶ création d'un Institut des Transitions Ecologique, Economique et Energétique, dédié à la formation continue des décideurs, publics comme privés, pour la diffusion d'une culture du développement durable : la mission a été confiée à Jean Jouzel, climatologue et ancien vice-président du GIEC. Fondé sur une pédagogie innovante à forte composante numérique, il commencera à délivrer les premiers modules de formation à partir de mars 2017 ;
- ▶ prise en compte des enseignements concernant le développement durable dans les formations. C'est le cas par exemple de toutes les formations d'IUT, et désormais de bien d'autres ;
- ▶ valorisation de la démarche de développement durable dans les établissements. avec d'une part la montée en puissance du Référentiel Plan Vert, outil de pilotage et d'autoévaluation pour les établissements (ce référentiel sert depuis 2016 de support à une labellisation) ; et d'autre part **la démarche « Eco-campus »** impulsée par chaque établissement d'ESR qui souhaite intégrer les trois composantes du développement durable (économie, social, environnement) dans son fonctionnement de façon transversale (formation, recherche, gestion courante de l'établissement, etc...).

Lutter contre les inégalités et favoriser l'inclusion

Une accessibilité plus importante pour les personnes en situation de handicap

L'inclusion des personnes en situation de handicap mobilise les établissements à plusieurs niveaux : en leur sein, par l'adaptation des modalités pédagogiques pour prendre en compte les différentes formes de handicaps et l'emploi de personnels en situation de handicap, mais aussi en développant la formation et la recherche sur les questions de handicap.

Conformément à la loi du 22 juillet 2013, toutes les universités doivent élaborer un schéma directeur pluriannuel du handicap avant fin 2017. Il doit développer quatre axes :

- ▶ consolider les dispositifs d'accueil et d'accompagnement des étudiants handicapés vers l'insertion professionnelle ;
- ▶ développer des politiques de ressources humaines à l'égard des personnes handicapées ;
- ▶ augmenter la cohérence et la lisibilité des formations et des recherches dans le domaine du handicap ;
- ▶ développer l'accessibilité des services offerts par les établissements.

7,5 M€ sont alloués chaque année aux universités pour mettre en place des aides spécifiques dédiées aux étudiants handicapés. Le nombre d'étudiants handicapés augmente en moyenne de 14 % par an.

Plus de 20 000 étudiants handicapés sont inscrits dans les établissements d'enseignement supérieur,

ce qui représente plus du doublement des effectifs depuis la loi du 11 février 2005. 90 % d'entre eux sont inscrits dans les universités et bénéficient d'une aide ou d'un suivi spécifique. Les personnels qui les accompagnent reçoivent une formation continue. Près des trois quarts des étudiants bénéficient d'un plan d'accompagnement personnalisé pour le suivi des études et près de 80 % d'un aménagement des modalités de passation des examens. Les choix d'orientation des étudiants handicapés sont de plus en plus diversifiés.

Le nombre de personnels en situation de handicap dans les universités a fortement augmenté, le taux d'emploi passant de 0,88 % en 2010 à 2,76 % en 2016. Il reste toutefois encore des progrès à faire pour atteindre le taux réglementaire de 6 %. Pour cela le décret régissant le recrutement des enseignants-chercheurs a été modifié afin de permettre de recruter les personnes en situation de handicap comme contractuels dans un premier temps, puis de les titulariser par la suite.

Les établissements, par leur activité de formation et de recherche, contribuent aussi fortement à l'inclusion et au bien-être des personnes en situation de handicap. De nombreuses formations sont délivrées aux professionnels qui accompagnent les personnes en situation de handicap. C'est en particulier le cas dans les Ecoles Supérieures du Professorat et de l'Education, pour favoriser la mise en œuvre de l'inclusion scolaire. Dans le domaine de la recherche, de nombreux laboratoires effectuent des travaux qui concernent les différents handicaps, du plus fondamental au plus appliqué, parfois en convention avec des institutions d'aide aux personnes en situation de handicap.

Enfin des travaux spécifiques de mise en accessibilité, qui s'ajoutent aux travaux de rénovation globale qui intègrent systématiquement l'accessibilité, sont financés chaque année pour un montant de 8 M€.

Promotion de la parité et de l'égalité entre les femmes et les hommes

La Loi de 2013, en lien avec la « Charte pour l'égalité entre les hommes et les femmes dans l'enseignement supérieur » de janvier 2013, instaure la parité dans les conseils d'établissement et prévoit la mise en place d'une mission « égalité femmes-hommes » dans chaque établissement d'enseignement supérieur. Cette dimension est désormais prise en compte lors de l'évaluation des établissements dans le cadre du dialogue contractuel.

La lutte contre le phénomène du « plafond de verre », qui se traduit par un pourcentage de plus en plus faible de femmes à mesure que l'on gravit les échelons de la carrière, passe aussi par l'intégration de la dimension de genre dans la stratégie européenne de ressources humaines pour la recherche. Au niveau national, chaque établissement devra se doter et publier au cours de l'année 2017 son bilan de situations comparées entre les femmes et les hommes. La question du genre est désormais intégrée dans le dialogue contractuel avec les établissements.

La 9^e conférence européenne sur l'égalité entre les femmes et les hommes dans l'enseignement supérieur et la recherche s'est tenue en septembre 2016. Pour la première fois la conférence scientifique a été suivie d'une conférence de clôture en présence de personnalités européennes de haut niveau des mondes politiques, académiques et économiques. Elle a permis de formuler des recommandations. Ainsi, prendre en compte des « années blanches » pour les mères dans l'évaluation des travaux ; prendre des actions pour favoriser le recrutement de femmes professeurs (bureaux de l'égalité, mentorat, campagnes contre les stéréotypes et les biais implicites) ; sanctionner les actes de harcèlement sexuel ; agir pour une orientation moins déterminée par le genre.

Par ailleurs, notamment par le biais de sa circulaire du 25 novembre 2015, le ministère a fait de la lutte contre le harcèlement sexuel une priorité tant en matière de prévention, d'accompagnement des victimes que de réponses juridiques et disciplinaires à y apporter.

L'accueil des réfugiés et migrants

On évaluait à la rentrée 2016 entre 950 et 1 200 le nombre d'étudiants migrants dans les universités. 80 000 demandes d'asile ayant été déposées en 2015, ce chiffre sera sûrement réévalué. Dans ce contexte de nombreuses initiatives ont été prises à la fois au sein des établissements, à l'agence Campus France et au niveau gouvernemental, pour favoriser le meilleur accueil de ces étudiants.

Les établissements ont ainsi pris de nombreuses initiatives pour répondre aux besoins des étudiants migrants (gratuité des cours de Français Langue Etrangère, mise en œuvre d'une politique d'accueil spécifique), avec un soutien du MENESR dans le cadre de l'appel lancé par l'Association Universitaire de la Francophonie. 22 projets ont été sélectionnés au bénéfice de plus de 1 000 étudiants provenant d'une vingtaine de pays, dont 55 % de Syrie. Une page consacrée aux réfugiés a été lancée sur le site etudiant.gouv.fr. Cette page accessible en arabe et en anglais vise à diffuser toutes informations utiles (offre de formation, reconnaissance des diplômes, aides et services disponibles, renseignement sur les multiples initiatives de toute nature destinées à aider les étudiants migrants).

Un programme de bourses du Ministère des Affaires étrangères et du Développement International destiné aux étudiants syriens exilés en France a été lancé, doté de 7 M€. Il est géré par Campus France, tout comme le programme de bourses de l'Union européenne –HOPES- destiné aux étudiants syriens souhaitant étudier dans les pays limitrophes de la Syrie. Pour les chercheurs et enseignants-chercheurs en situations d'urgence, un autre programme bénéficie d'une dotation initiale allouée par le MENESR d'un montant d'1 M€ renouvelable.

Par ailleurs l'ANR a lancé en octobre 2015 une procédure d'évaluation accélérée pour les projets de l'appel générique portant sur les thématiques de l'asile, du refuge et de la politique migratoire à l'égard des nouveaux entrants. Cinq projets ont été financés.

Une amélioration de la vie étudiante

Le Gouvernement a engagé dès 2012 une politique ambitieuse en faveur de l'amélioration des conditions de vie et d'étude. Le Président de la République a rendu public le 1^{er} octobre 2015 le plan national de vie étudiante (PNVE), élaboré suite à une large concertation. Les 35 mesures qui le composent abordent la vie d'un étudiant dans toutes ses dimensions pour lui permettre de réussir ses études.

La nécessité d'une intervention concertée des acteurs publics concernés par l'action en faveur de la vie étudiante (l'État, les établissements d'enseignement supérieur, le réseau des œuvres scolaires et universitaires, mais aussi et de plus en plus les collectivités territoriales) a conduit la loi du 22 juillet 2013 à renouveler le dialogue contractuel au niveau des sites et à généraliser les schémas directeurs de la vie étudiante.

Favoriser un assouplissement des rythmes étudiants et l'engagement

Le regard international : dans environ 40 % des 30 pays que couvre l'étude « Eurostudent V 2012–2015 », au moins 10 % des étudiants ont interrompu leurs études pendant au moins un an entre leur entrée dans l'enseignement supérieur et leur diplôme.

L'article 10 de l'arrêté du 22 janvier 2014 sur le cadre national des formations dispose que : « La commission de la formation et de la vie universitaire du conseil académique ou du conseil de l'établissement qui a compétence en matière de formation fixe les modalités pédagogiques spéciales prenant en compte les besoins spécifiques d'étudiants dans des situations particulières, notamment des étudiants salariés ou assumant des responsabilités particulières dans la vie universitaire, la vie étudiante ou associative, des femmes enceintes, des étudiants chargés de famille, des étudiants engagés dans plusieurs cursus, des étudiants handicapés, des artistes et des sportifs de haut niveau. Ces modalités pédagogiques peuvent s'appuyer sur les technologies numériques. »

Des évolutions ont eu lieu dans de nombreux établissements pour

permettre aux étudiants de suivre un rythme d'études permettant des interruptions, en particulier pour s'engager en service civique, ou de concilier des études avec d'autres activités,

emploi, responsabilités associatives, etc. Par exemple, la mise en place d'un statut de responsable associatif étudiant est expérimentée à l'Université Sorbonne Nouvelle-Paris 3 et à l'Université Blaise Pascal à Clermont-Ferrand afin de reconnaître et faciliter l'engagement de ces responsables associatifs : dispense d'assiduité, reconnaissance de l'expérience d'engagement comme un stage lorsque c'est cohérent pédagogiquement, priorité dans le choix des emplois du temps, etc. Un autre exemple intéressant est celui du diplôme « Projet, orientation, solidarité » porté par l'Université de Haute Alsace et le CNAM créé pour offrir un espace de réflexion aux jeunes bacheliers ou étudiants en situation de décrochage de moins de 25 ans. Cette formation d'un an intègre une mission du service civique qui a lieu durant le deuxième semestre.

L'engagement, une priorité

Plus que jamais, la reconnaissance et la valorisation de l'engagement sont au cœur des politiques publiques. En créant un dispositif tel que « la France s'engage » le Président de la République a souhaité mettre en exergue des projets innovants et solidaires qui se développent partout sur le territoire. De la même manière, la création d'un Haut-Commissariat à l'engagement ou la montée en charge du service civique sont une façon de répondre à une demande d'engagement de plus en plus forte de la part de la jeunesse et à un besoin de reconnaissance institutionnelle de cet engagement. Les individus en s'engageant, s'affirment en tant que citoyens, créent de nouveaux liens sociaux, en apprennent davantage sur les autres, mais aussi sur eux-mêmes et sur leurs souhaits de parcours.

À l'heure où l'on soupçonne la jeunesse d'être désengagée et désintéressée de la chose publique, les enquêtes de l'Observatoire de la Vie Etudiante⁴ nous permettent d'affirmer qu'il n'en est rien : on observe une augmentation significative du nombre d'étudiants engagés dans des associations étudiantes (26,7 % en 2013 pour 12 % en 2000). Par ailleurs, la même enquête met en exergue l'impact positif de l'engagement des étudiants sur le sentiment d'intégration à la vie de l'établissement mais aussi sur la réussite éducative.

Prenant acte de ces souhaits et de cette volonté, la loi sur l'égalité et la citoyenneté adoptée le 22 décembre 2016 affirme, parmi un ensemble de mesures favorables à l'engagement citoyen, la possibilité pour un étudiant de faire valider, au titre de la formation, des compétences acquises dans le cadre d'une activité bénévole, qu'elle s'exerce à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement.

D'une façon générale les établissements peuvent avantageusement s'appuyer sur cet engagement et ces initiatives des étudiants pour contribuer à la dynamique des transformations à l'œuvre dans leurs établissements.

Des dispositions concrètes sont prises au niveau national. Elles concernent les étudiants ayant des fonctions électives, les sportifs de haut niveau, les étudiants entrepreneurs, ceux qui exercent une responsabilité associative... Elles permettent aujourd'hui de réaliser une période de césure pendant le parcours de formation tout en conservant le statut d'étudiant.

Alors que seuls 5 % des étudiants exerçant une activité salariée le font sur leur campus, les établissements d'enseignement supérieur et les CROUS seront encouragés à augmenter le nombre des emplois offerts aux étudiants, compatibles avec le suivi d'études. Le cadre réglementaire prévoyant les conditions d'emploi des étudiants sur les campus sera rénové.

Une charte de l'emploi-étudiant de qualité et des droits des étudiants-salariés sera également élaborée et généralisée au sein des établissements d'enseignement supérieur. Un droit à un « crédit congé formation » de 5 jours est dès à présent reconnu pour les étudiants-salariés afin de préparer leurs examens.

⁴ OVE Infos n° 33

Par ailleurs, la nouvelle prime d'activité créée par la loi du 17 août 2015 relative au dialogue social est étendue aux jeunes actifs de moins de 25 ans et bénéficie depuis le 1^{er} janvier 2016 à 100 000 étudiants-salariés qui travaillent pour une rémunération au moins égale à 0,8 Smic (soit environ 900€ mensuels).

La multiplicité de ces dispositions successives incite à engager une réflexion sur une conception globale de la flexibilité des parcours,

en lien avec la formation tout au long de la vie, appuyée sur l'élaboration de systèmes d'information bien adaptés.

Un effort important pour les bourses

Une réforme ambitieuse des bourses étudiantes a été initiée en 2013. Elle bénéficie en priorité à trois catégories d'étudiants : ceux issus des familles les plus modestes, ceux qui sont obligés de travailler à côté de leurs études et ceux qui vivent en situation d'autonomie avérée. 132 500 étudiants de classes moyennes ont bénéficié d'une bourse annuelle de 1000€, 30 000 étudiants parmi les plus modestes ont vu leur bourse revalorisée de 15 % (+800€ annuels) et 2 000 allocations d'un montant maximum de 4 500€ ont été créées pour les étudiants en situation d'autonomie avérée, portant à 8 000 ce contingent d'aides versées indépendamment des revenus des parents. Depuis 2012, plus de 400 M€ supplémentaires ont ainsi été mobilisés en faveur des bourses sur critères sociaux. Le nombre d'étudiants boursiers a ainsi progressé de +5,4 % en trois ans, pour s'établir à 667 500 en 2015-2016, ce qui porte le taux de boursiers à 35 %.

Un Aide pour la Recherche du Premier Emploi

L'aide à la recherche du premier emploi (ARPE) a été créée dans le cadre de la loi du 8 août 2016 relative au travail, à la modernisation du dialogue social et à la sécurisation des parcours professionnels. Elle est rentrée en vigueur à la rentrée 2016.

L'ARPE est destinée à accompagner financièrement la période qui sépare la sortie des études de l'accès au premier emploi pour les jeunes diplômés de moins de 28 ans et disposant de faibles ressources. Son versement est prévu pour une période de 4 mois.

Favoriser le logement étudiant

Pour faire face à l'insuffisance du parc de logements sociaux étudiants, dont l'évolution n'a pas suivi celle des effectifs, la programmation de la construction de 40 000 nouveaux logements étudiants de 2013 à 2017 a été engagée. 26 840 places ont été créées entre 2013 et 2016, soit 67 % des

objectifs fixés initialement. Avec plus de 15 000 nouvelles places en 2016, ce seront 42 600 places qui auront été créées dans le cadre du plan.

Pour faciliter l'accès des étudiants au parc locatif privé, la caution locative étudiante, une garantie de l'État gérée par les CROUS, a été généralisée à la rentrée 2014 et bénéficiait un an après à plus de 7 000 étudiants. Sa montée en charge est programmée, 16 % des étudiants indiquant avoir des difficultés à trouver un logement sans garant.

Une offre de soins ciblée sur le public étudiant

Afin de permettre à tout étudiant un accès rapide et polyvalent aux soins, le développement de centres de santé universitaires conventionnés et pratiquant le tiers payant se poursuit : 20 services universitaires de médecine préventive et de promotion de la santé (SUMPS) sont actuellement constitués en centres de santé. Leur développement doit se poursuivre, pour permettre d'ici à la rentrée 2017 à 30 services de santé universitaires de disposer d'un centre de santé.

Un portail pour simplifier la vie des étudiants

L'accès aux informations et aux droits constitue un enjeu central d'égalité et une mission de service public pour les CROUS et les établissements d'enseignement supérieur, particulièrement nécessaire aux étudiants les plus en difficulté. C'est pour répondre à cet objectif qu'a été lancé en janvier 2016 un portail de la vie étudiante, etudiant.gouv.fr, qui rassemble sur un seul site l'ensemble des informations nécessaires aux étudiants pour leur vie pratique (logement, santé, aides, etc.) mais permet aussi de réaliser en ligne certaines démarches auprès de leur CROUS. La dématérialisation de certaines d'entre elles (demandes de bourses et de logements) est prévue pour 2017.

Un plan « Bibliothèques ouvertes »

Le regard international : aujourd'hui les B.U. françaises ouvrent en moyenne 61h par semaine contre 65h en Europe et 69h en Allemagne.

En France, le nombre de places assises en B.U. (130 000 sur l'ensemble du territoire) augmente moins vite que le nombre d'étudiants (+1,7 % de places entre 2011 et 2014 pour +4,5 % d'étudiants). L'effort principal du plan « Bibliothèques ouvertes » qui a été présenté le 1^{er} février 2016 porte donc sur l'extension des horaires d'ouverture des B.U. sur des plages horaires très demandées, à savoir en soirée, le week-end et pendant les principales périodes de révision d'examens (vacances de Noël et de printemps). Ce plan fixe des objectifs précis concernant à la fois les horaires et les services novateurs.

Le ministère a lancé un appel à projets auprès des regroupements d'établissements et des établissements fin février 2016. Cet appel sera suivi par d'autres du même type. 24 projets ont été déposés dans le cadre de ce premier appel, dont 8 portés par des regroupements. Les projets couvrent 35 villes universitaires, 47 établissements de l'enseignement supérieur et touchent

80 bibliothèques. Grâce au plan, 21 bibliothèques supplémentaires (réparties sur 13 sites universitaires), proposeront des horaires d'ouverture étendus jusqu'à 22h, en particulier pendant les périodes qui précèdent les examens. 8 projets parmi ceux retenus incluent des ouvertures le dimanche, ce qui porte à 15 (contre 7 aujourd'hui) le nombre de bibliothèques universitaires qui ouvriront le dimanche en France.

Les projets retenus seront accompagnés par le ministère par l'attribution de moyens budgétaires et humains à hauteur de 12,7 millions d'euros sur la période 2016-2019.

III.2.4 Une ambition mondiale

Le regard international : 4 millions d'étudiants en mobilité dans le monde aujourd'hui, 7,5 prévus en 2025. La France est bien positionnée aujourd'hui en matière de « mobilité entrante » (c'est en termes quantitatifs d'accueil le 3^e pays selon l'UNESCO) et de « mobilité sortante » (2^e pays du programme communautaire Erasmus). Par ailleurs la formation en ligne et hybride, poussée par la vague des MOOCS, devient un champ d'investissement important pour le développement à l'international.

Notre capacité à rendre notre enseignement supérieur attractif et à accueillir dans les meilleures conditions les talents étrangers est un enjeu essentiel rappelé par le rapport StraNES et fait de l'enseignement supérieur et la recherche un des piliers de la stratégie internationale de la France (voir II.7.5). La stratégie d'internationalisation présentée dans la partie II.4.2 contribue à cette démarche.

Favoriser l'attractivité de nos pôles universitaires

Au-delà de la nécessité de disposer d'une recherche de haut niveau mondial pour assurer l'attractivité de notre pays à travers ses établissements d'enseignement supérieur et de recherche, la France a fait le choix d'un lien fort entre formation et recherche pour répondre aux défis de notre temps notamment ceux liés à l'emploi.

En effet, il convient de former les étudiants au plus près de la production et de l'actualisation des connaissances. Mais il s'agit aussi de favoriser l'exposition aux pratiques méthodologiques de la recherche dans le but de faire acquérir et de consolider de nouvelles compétences d'ordre méthodologiques qui sont naturellement transférables aux différents champs professionnels. Au moment où la nature des emplois du futur demeure assez largement inconnue, et donc peu appréhendable, il est capital de développer et de promouvoir des capacités d'adaptation nouvelles et pérennes. Dès lors, le lien formation-recherche prend tout son sens par la transversalité qu'il instaure et promeut.

La politique de regroupement des établissements autour de 25 sites apporte une bien meilleure visibilité à notre système d'ESR. Ces sites développent une politique coordonnée en matière de relations internationales, qui a notamment conduit à l'implantation de représentations dans des villes universitaires étrangères, afin de favoriser la mobilité des étudiants et des enseignants-chercheurs.

La politique de soutien à la structuration des sites universitaires s'est également concrétisée par le Programme Investissements d'Avenir, avec l'appel d'offre IDEX/ISITE. Dans le cadre du PIA2, une nouvelle vague de sélection aura lieu en février 2017.

Enfin, l'attractivité peut également trouver à se développer au moyen des procédés innovants de valorisation du patrimoine, décrits dans la partie III.7.2, que le PIA3 est en mesure de soutenir en fonds propres.

Consolider notre place pour l'accueil d'étudiants étrangers

Afin de favoriser le l'accueil d'étudiants étrangers, la possibilité a été ouverte de développer des cursus ou des cours en langue étrangère, notamment anglaise (article 2 de la loi du 22 juillet 2013), en présentiel comme en ligne. Le catalogue établi par Campus France comprend d'ores et déjà quelque mille formations délivrées en anglais.

Par ailleurs, l'accueil des étudiants étrangers a été fortement amélioré. La circulaire du 31 mai 2011 relative à la maîtrise de l'immigration professionnelle qui avait eu un impact négatif sur l'attractivité vis-à-vis des étudiants étrangers, a été abrogée. La loi relative aux droits des étrangers en France du 26 janvier 2016 propose une profonde modernisation de l'accueil et du séjour des étrangers : des séjours facilités par la mise en place d'une Carte de séjour pluriannuelle par cycle d'études. Une carte de séjour pluriannuelle « passeport talent », d'une durée maximum de 4 ans, permettra également de faciliter le séjour de chercheurs/doctorants et de jeunes diplômés de niveau master exerçant une activité salariée.

Mais pour profiter pleinement, sur le long terme, de l'accueil des étudiants étrangers il est indispensable de nouer une relation avec eux qui s'inscrive dans la durée. C'est pourquoi le dispositif France Alumni a été lancé en novembre 2014. Autour d'une plateforme animée par l'Agence Campus France, des réseaux d'anciens étudiants ont été créés dans 70 pays, regroupant 70 000 alumni à ce jour. Ce nombre est en forte croissance. 340 établissements membres du Forum Campus France participent à cette dynamique.

Promouvoir et faciliter la mobilité à l'étranger des étudiants français

La mobilité sortante des étudiants français a fortement augmenté ces dernières années, passant de 46 000 en 2008 à près de 80 000 en 2014. En 3 ans l'augmentation a été de 31 %. Ce mouvement va de pair avec une importance de plus en plus forte accordée à l'internationalisation des études supérieures, et de manière concrète avec le programme Erasmus qui a concerné 26 000 étudiants en 2015. Par ailleurs, de nombreux diplômes conjoints sont développés par les universités et écoles, qui contribuent à la fois à l'accroissement de la mobilité entrante et sortante, car souvent les accords de coopération impliquent une symétrie dans les échanges. Toutefois il reste une forte marge de progression : selon l'Observatoire de la

mobilité internationale – Campus France⁵, 43 % des étudiants ont déjà effectué un séjour ou vont l'effectuer de manière obligatoire, 8 % ont un projet et les autres n'ont pas de projet ou ne sont pas intéressés (15 %).

Parmi les freins évoqués⁶, le premier est celui de la maîtrise de la langue. La capacité à maîtriser une langue vivante est inscrite comme compétence clé des formations du supérieur, en particulier au niveau master. Désormais seuls 2 étudiants sur 10 n'ont aucun cours de langues obligatoires dans leur cursus.

La refonte du CLES (Certificat de compétence en langues de l'enseignement supérieur) a pour but de l'ouvrir plus largement (public de formation continue...) et de proposer un « e-CLES » utilisant autant que possible le travail en ligne.

Les centres de certification CLES se situent de plus en plus souvent au niveau des COMUE. Ils impliquent des équipes pédagogiques sensibilisées à la construction de compétences opérationnelles en langues et s'inscrivent dans une politique générale des langues au niveau d'un site.

III.3 La mise en œuvre de la Stratégie Nationale de Recherche (SNR)

III.3.1 La mise en œuvre de la SNR

Les défis identifiés dans le cadre de la SNR, ainsi que les programmes d'action, sont mis en œuvre par les chercheurs, le plus souvent dans une logique bottom-up qui s'appuie sur l'initiative scientifique des chercheurs. Les chercheurs n'ont pas attendu l'énonciation des défis sociétaux pour travailler dessus, et leur explicitation est le résultat du travail de concertation conduit avec eux. Ces défis permettent en revanche d'observer notre implication dans chacune des thématiques, qui est le fruit de l'action des différents établissements, organismes de recherche, universités et écoles. Ils fournissent un cadre de dialogue avec ces établissements pour favoriser leur mobilisation scientifique, en veillant également à ce que la recherche fondamentale par nature de long terme, risquée, exploratoire, non programmée et sans application immédiate, qui permet l'émergence de thématiques nouvelles et de découvertes imprévues, soit développée avec un soutien financier important.

La loi prévoit en effet que « les contrats pluriannuels conclus avec les organismes de recherche et les établissements d'enseignement supérieur, la programmation de l'Agence nationale de la recherche ainsi que les autres financements publics de la recherche concourent à la mise en œuvre de la stratégie nationale de recherche. »

⁵ Campus France, (2016). *Les chiffres clés - Etudiants internationaux*.
http://ressources.campusfrance.org/publi_institu/etude_prospect/chiffres_cles/fr/chiffres_cles.pdf

⁶ Les notes de Campus France N°48 – Février 2016
http://ressources.campusfrance.org/publi_institu/etude_prospect/bva/fr/note_48_fr.pdf

La mise en œuvre de la SNR repose ainsi sur une série d'institutions et d'actions nationales, en particulier sur :

- ▶ les organismes de recherche, universités et écoles, et les alliances thématiques dont elles sont membres ;
- ▶ l'organisation et le financement de projets de recherche par l'ANR ;
- ▶ les décisions concernant le budget de la recherche, y compris les programmes d'investissement d'avenir.

Ces actions et leviers du pilotage national ont vocation à favoriser une dynamique d'ensemble des opérateurs publics dont les personnels contribuent concrètement à l'effort de recherche et donc à la mise en œuvre de la SNR. La recherche privée apporte également son concours à la SNR, souvent en collaboration entre laboratoires publics et privés.

Suite à la présentation publique des résultats des ateliers d'experts en avril 2014, la SNR a fait l'objet d'une publication en mars 2015, avant d'être présentée en décembre 2015. Sa mise en œuvre est observable sur les années 2015 et 2016. Les actions prévues ou envisagées pour les trois années suivantes, ainsi que les critères et modalités d'évaluation en 2020 méritent également d'être précisés.

Les moyens budgétaires de la recherche

Le budget de l'État 2017 prévoit un total de 7,9 milliards d'euros dédiés à la recherche, soit une augmentation de +281 millions d'euros par rapport à 2016. Les moyens des opérateurs de recherche s'établissent à 5,91 milliards en 2017, soit une augmentation de 72 millions d'euros par rapport à 2016. Ces moyens permettent notamment une politique de recrutement et d'amélioration des carrières qui contribuera à accroître les efforts autour des orientations scientifiques de la SNR.

Ces moyens devront encore progresser dans les prochaines années, afin en particulier de permettre d'augmenter les crédits de base des laboratoires,

qui sont à un niveau insuffisant. Un équilibre doit être trouvé entre les deux grandes modalités de financement de la recherche, par le biais des crédits de base des laboratoires d'une part, par les crédits sur projets d'autre part. Les crédits de base des laboratoires permettent en particulier une implication plus rapide dans les thématiques scientifiques émergentes, et témoignent de la confiance de l'État envers les laboratoires. La programmation budgétaire intégrera ce besoin (voir IV.3.2).

La programmation de l'Agence Nationale de la Recherche

Le programme d'action de l'ANR et le cadre dans lequel les appels à projets sont lancés et gérés ont évolué en 2013 afin d'identifier et de susciter des recherches correspondant aux défis sociétaux de l'agenda Horizon 2020. Le défi 9 de la SNR « Une ambition spatiale pour l'Europe » est quant à lui

financé et structuré à travers le rôle d'agence de moyens du CNES. La recherche fondamentale fait partie intégrante de ces défis car cela reste la voie la plus pertinente pour s'assurer que le lien entre recherche et innovation se fait sur la base de recherches d'excellence. Une action complémentaire concerne les savoirs fondamentaux qui ne sont pas intégrables dans le cadre des défis et les développements technologiques associés. La programmation de l'ANR doit également permettre d'insuffler une véritable dynamique stratégique autour des programmes d'action prioritaires de la SNR car, à ce jour, l'approche interdisciplinaire et l'apport des sciences humaines et sociales aux autres champs de recherches sont insuffisamment traités et soutenus.

La programmation de l'ANR doit aujourd'hui répondre à un double enjeu, d'une part, celui de permettre aux chercheurs des différents champs disciplinaires d'accéder, en complément des financements de base qui leur sont alloués, à des co-financements sur un grand nombre de thématiques de recherche et d'autre part, celui d'être un véritable outil stratégique au service de l'État et de ses partenaires. Toutefois des évolutions sont nécessaires pour simplifier le fonctionnement de l'ANR, le rendre lisible et compréhensible et assurer un meilleur accès des chercheurs aux financements. En particulier le soutien à la recherche fondamentale qui représente une fraction très majoritaire (autour de 70 % avec une certaine variabilité liée au type de défis) des financements ANR doit être plus visible. Ce chiffre est obtenu aujourd'hui à partir du déclaratif des chercheurs qui doivent sélectionner au moment du dépôt, le type de recherche dans lequel s'inscrit leur projet. Une étude ex-post approfondie des projets financés est indispensable pour investiguer plus avant la réalité de ce résultat.

En plus d'une augmentation du budget de l'ANR nécessaire pour assurer un taux de succès plus important (voir IV.3.2), des améliorations qualitatives sont donc nécessaires. Le Directeur Général de la Recherche et de l'Innovation conduit un travail à ces fins, suivant trois axes :

- ▶ évolution des règles de répartition, qui aujourd'hui se font suivant une structure matricielle (un axe par défi sociétal et un axe disciplinaire) complexe. Envisager d'arrêter de travailler au taux de pression, et définir les moyens de soutenir d'une part un programme blanc, d'autre part des priorités (comme les SHS). Mieux prendre en compte l'importance de la recherche fondamentale ;
- ▶ améliorer l'articulation entre l'ANR et la communauté scientifique, en particulier pour mieux faire apparaître la recherche fondamentale ;
- ▶ simplifier les procédures et améliorer la transparence, en particulier sur les résultats des évaluations.

Ces évolutions doivent conduire à une simplification pour les chercheurs.

Dans ce cadre, les orientations d'évolution suivantes sont envisagées et mises en concertation avec l'ANR mais aussi les organismes de recherche et les autres établissements. Pour une part largement majoritaire du budget, les projets pourraient être déposés dans un programme blanc, la présentation par défi intervenant a posteriori, sur la base de l'analyse du projet. Pour le reste, afin d'assurer une véritable dynamique stratégique, l'ANR en lien étroit avec le MENESR, pourrait identifier au sein de son budget des lignes dédiées aux programmes d'actions prioritaires de la SNR, sur une durée de plusieurs années. La durée est nécessaire lorsqu'on veut donner une dynamique à une communauté. Ces lignes correspondraient à une partie minoritaire du budget de l'agence à définir, par exemple 20 % du budget total. Il serait également possible, en tant que de besoin, de

financer des actions de recherche contribuant à des actions interministérielles ou bien de nouvelles thématiques ayant émergé depuis 2015.

Par ailleurs, dès 2017, l'ANR va expérimenter, dans le cadre du plan national SHS, la mise en place d'un budget spécifique destiné à permettre à un ensemble de recherches de mieux se développer. L'ANR devra utiliser les résultats de cette expérimentation pour faire évoluer le mode d'attribution des crédits par champs disciplinaires. L'ANR fera évoluer les financements en fonction de la qualité des projets déposés, du dynamisme des communautés concernées, de leur impact international et de la pertinence de leurs recherches.

Les Alliances participent activement à la programmation de l'ANR sur les différents défis de société qui les concernent, en apportant la première contribution au contenu de l'appel à projets. Les comités de pilotage scientifique des défis (CPSD), véritables « ComOp thématiques », auxquels participent aussi les Alliances, auront pour rôle de veiller à la mise en œuvre de l'interdisciplinarité au sein des défis, de l'équilibre entre programmation de la recherche souhaitée par les Alliances et actions stratégiques, sous l'égide de l'ANR et du ministère en charge de la recherche, en tenant compte de la réalité des communautés scientifiques potentiellement concernées et des équilibres entre acteurs. Des co-financements interministériels pourront alors être initiés.

La Stratégie Nationale de Recherche, ainsi que la Stratégie Internationale de la Recherche, de l'Innovation et de l'Enseignement Supérieur élaborée par le MENESR par grandes régions du Monde, serviront de cadre à l'établissement des « Projets Collaboratifs Internationaux » qui seront concentrés sur des pays véritablement stratégiques. Les moyens mis par l'ANR devront être en rapport autant que possible avec ceux que le partenaire étranger souhaite mettre en œuvre.

L'ANR est également un support organisationnel à la Stratégie Nationale des Grandes Infrastructures de recherche du MENESR, en facilitant la coordination entre les appels à projets de l'ANR et ceux mis en place pour l'accès aux infrastructures de recherche nationales. En effet, dans certains cas nécessitant des financements complémentaires très importants (comme pour les Flottes de recherche), plusieurs guichets sont sollicités en parallèle. Une synergie d'action et de calendrier des différents appels d'offre est recherchée pour permettre aux chercheurs français de gagner en efficacité vis-à-vis de leurs homologues étrangers.

Le PIA2 : les Instituts Convergences

L'action « Instituts Convergences » ambitionne de structurer quelques centres rassemblant des forces scientifiques pluridisciplinaires de grande ampleur et de forte visibilité pour mieux répondre à des enjeux majeurs, à la croisée des défis sociétaux et économiques et des problématiques scientifiques.

Les Instituts Convergences contribuent à la mise en œuvre des programmes d'action définis dans la SNR. En effet, les projets déposés devaient préciser dans quel programme d'action ils s'insèrent, et le jury a accordé un poids important à cet aspect dans son évaluation. Indépendamment de ce critère, la qualité intrinsèque du projet en ce qui concerne le niveau scientifique et le degré d'inter-disciplinarité, sont des conditions nécessaires pour être sélectionné. Les projets suivants ont été retenus. Ils s'intègrent dans les programmes d'action de la SNR :

Nom du projet	Programme d'actions principal	Programme d'actions secondaire
Centre Turing des Systèmes Vivants	Biologie des systèmes et applications	
Changement climatique et usage des terres	Système Terre : observation, prévision, adaptation	Big data
Institut de Convergences Agriculture Numérique	Système Terre : observation, prévision, adaptation	Big data
Institut Langage, Communication et Cerveau	Du laboratoire au patient	Big data & Homme et cultures
Institut Convergences de l'Émergence des Pathologies à Travers les Individus et les Populations	Institut Convergences de l'Émergence des Pathologies à Travers les Individus et les Populations	Big Data

L'appel à projets pour la seconde vague des Instituts Convergences a été ouvert de septembre à décembre 2016, pour une sélection fin mars 2017. L'appel à projets et la composition du jury sont identiques à ceux de la première vague. Les montants qui seront alloués sont également envisagés au même niveau.

Les prochains programmes d'investissement d'avenir

Le Président de la République a annoncé un nouveau programme d'investissements d'avenir doté de 10 milliards d'euros destiné à répondre à trois priorités :

- ▶ soutenir les progrès de l'enseignement et la recherche ;
- ▶ valoriser la recherche ;
- ▶ accélérer la modernisation des entreprises.

Le PIA3 ne sera pas structuré par secteur, mais de l'amont (l'enseignement et la recherche) vers l'aval (l'innovation et le développement des entreprises), autour de deux vecteurs de transformation de notre économie et de notre société : la transition vers le monde numérique et l'impératif du développement durable. Deux actions spécifiques du PIA3 pourront venir en soutien à la mise en œuvre de la SNR : l'appui aux grandes infrastructures de recherche et la programmation prioritaire.

Le programme présenté par le CGI en juin 2016 précise que ce PIA3 « soutiendra les équipements et les programmes de recherche les plus structurants afin de contribuer à la mise en œuvre de la stratégie nationale de recherche (SNR). »

En outre, ce PIA3 « mettra l'accent sur l'enseignement par la recherche au travers des écoles universitaires de recherche réunissant laboratoires, masters et doctorats, dans une logique d'excellence et de renforcement de l'attractivité. »

Les politiques de site d'enseignement supérieur et de recherche

La politique nationale de structuration territoriale de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (ESRI) a pour objectif de doter la France de sites visibles à l'international. Chaque site fédère localement les acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche sur des axes stratégiques partagés permettant d'identifier leurs spécificités et leurs priorités en lien avec les stratégies nationales et européennes.

La politique de site est donc construite par les acteurs du site, en relation avec le ministère chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche, de façon à assurer la cohérence avec :

- ▶ la politique européenne de recherche et d'innovation, notamment le programme Horizon 2020 ;
- ▶ la stratégie nationale de recherche (SNR), dont les défis sont articulés sur ceux du programme Horizon 2020 ;
- ▶ la stratégie nationale de l'enseignement supérieur (StraNES) ;
- ▶ les projets de chaque établissement concerné ;
- ▶ la traduction régionale des politiques européennes de développement régional (« Smart specialisation Strategy ») ainsi que les orientations déclinées dans les contrats de projets État-régions (CPER).

Lors du processus de préparation de la contractualisation, un atelier recherche, piloté par la DGRI, est organisé, au cours duquel la question de la correspondance des axes de recherche avec les priorités de la SNR est abordée.

La stratégie du site donne lieu à une feuille de route quinquennale, objet d'un dialogue continu avec le ministère notamment quant à son articulation avec les stratégies nationales.

Les dispositifs de soutien à la recherche partenariale et à l'innovation

Le partenariat entre la recherche publique et privée s'est fortement développé, notamment en raison du mouvement vers l'innovation ouverte (voir I.1.3).

Une entreprise dispose de multiples modalités pour travailler en innovation ouverte et cela va de la sérendipité la plus totale à des modes de travail beaucoup plus intégrés. Citons, sans caractère d'exhaustivité, la présence dans les écosystèmes French Tech⁷ pour le contact avec les startups ; les projets coopératifs (FUI⁸, ANR, fonds régionaux,...) dans les pôles de compétitivité, ou au niveau européen (H2020, PPP, programmes Eureka,...), les chaires, les laboratoires communs, les chercheurs invités, les encadrements de thèses, les fondations universitaires, les contrats de recherche notamment avec les instituts Carnot et aussi une nouvelle modalité issue du PIA avec les Instituts de Recherche Technologique (IRT) ou les Instituts pour la Transition Energétique (ITE).

⁷ French Tech est un label lancé en 2013 destiné à désigner les territoires les plus favorables aux startups, ces jeunes pousses numériques dont le développement est essentiel pour l'avenir de l'économie française. Une nouvelle phase a consisté en 2016 à organiser des sous-réseaux thématiques French Tech. EdTech a par exemple vocation à regrouper les startups ayant l'éducation comme domaine de formation.

⁸ Le Fonds Unique Interministériel (ou FUI) permet de financer des projets dits « collaboratifs » (associant par exemple de grandes entreprises, des PME et des laboratoires), soutenus par des pôles de compétitivité, pour aider au développement de nouveaux produits et services susceptibles d'être mis sur le marché à court ou moyen terme.

De nombreuses entreprises créent aussi seules ou avec d'autres acteurs leur propres accélérateurs ou incubateurs pour partager le quotidien des entrepreneurs et identifier des futures offres communes. Ces programmes proposent le plus souvent une offre vers les porteurs de projet ou les start-up en complémentarité de ce qui est apporté par les incubateurs publics dont les services sont appréciés.

L'expérience montre, mais c'est aussi le sens commun, que pour que l'innovation ouverte fonctionne au mieux, il est fondamental que les acteurs puissent être le plus possible en contact les uns avec les autres et, en tout cas, l'effet « machine à café » permet le partage d'idées et l'identification de problématiques et de verrous à lever en bénéficiant des compétences et de la culture de chacun.

Ainsi le dialogue entre des chercheurs académiques, des chercheurs industriels, des ingénieurs de développement, des designers, des marketeurs offre une richesse de points de vue incomparable qui donne tout son sens à la notion d'intelligence collective. Les Instituts de Recherche Technologique (IRT) doivent devenir ce cadre propice en proposant des campus – maisons communes – et constituer alors une modalité d'avenir pour l'innovation.

La France n'est d'ailleurs pas le seul pays à avoir lancé ce modèle puisque le Royaume-Uni avec le programme Catapult ou les États-Unis avec l'initiative National Advanced Manufacturing Institutes nous ont emboité le pas.

Il convient donc que les acteurs académiques et la recherche française dans son ensemble puissent trouver toute leur place au sein des IRT, car seule une relation fluide entre les laboratoires de recherches et les entreprises permet un gain commun.

Cependant, quelle que soit la modalité, les entreprises notent dans la relation avec les chercheurs académiques une difficulté pour ceux-ci à s'impliquer au sein d'un IRT ou à venir en tant que chercheurs invités, car le travail des chercheurs avec le monde de l'entreprise n'est aujourd'hui pas suffisamment reconnu dans leur carrière. Pour cela le cadre institutionnel a évolué afin que les différentes missions des personnels soient mieux prises en compte dans leur carrière (voir V.2).

N'oublions pas dans la relation entre acteurs académiques et entreprises le mirage de la propriété intellectuelle. La propriété intellectuelle ne peut devenir un succès que quand elle est activée, c'est-à-dire portée par des industriels qui connaissent leur marché dans les instances nécessaires pour qu'elle devienne incontournable. Le brevet ou le logiciel ne constituent qu'une première étape, certes indispensable, mais qui reste une source de coûts si elle n'est pas activée. Là aussi le dialogue, la simplicité et la recherche du gagnant-gagnant doivent être le comportement inspiré de chacune des parties prenantes.

La recherche privée contribue aussi à la mise en œuvre de la SNR.

Une forte convergence entre les dispositifs de soutien à la recherche partenariale et à l'innovation et les priorités de la stratégie nationale de recherche est clairement visible. Elle s'explique par un positionnement de ces deux démarches vis-à-vis des défis de société.

Le MENESR a mis en place ou participe à différents dispositifs de soutien à la recherche partenariale et à l'innovation. Seuls ont été retenus ici des dispositifs relevant du ministère chargé de la recherche (situés dans le périmètre de la MIREs) ou au pilotage desquels il est étroitement associé. Le crédit impôt recherche, qui est un dispositif fiscal, n'est pas pris en compte dans cette analyse.

Les dispositifs de transfert et valorisation de la recherche publique et de soutien à la recherche collaborative

L'ensemble des données relatives à ces dispositifs différents de valorisation, transfert de technologies et soutien à la recherche partenariale a été rapproché des défis de la SNR et des orientations de recherche associées. Un tableau de correspondance est en cours de finalisation afin de constituer un outil de suivi de la mise en œuvre de la SNR qui aurait vocation à être actualisé régulièrement pour observer les convergences entre d'une part les thématiques sur lesquelles sont positionnés ces différents dispositifs favorisant l'innovation ou les dossiers qu'ils soutiennent, ces thématiques pouvant évoluer dans le temps, et d'autre part les défis et orientations de recherche de la SNR, fixés pour la période 2015-2020.

- ▶ La création des Sociétés d'Accélération de Transfert de Technologies (SATT) au début des années 2010 étant antérieure à l'élaboration de la SNR, les défis sociétaux identifiés dans la stratégie nationale de recherche n'ont pu servir de critères dans le choix des projets soutenus par les SATT. Un rapprochement a posteriori a donc été effectué entre les domaines technologiques des projets soutenus par les SATT et les défis sociétaux de la SNR pour l'ensemble des projets sélectionnés depuis la création des SATT⁹.

Plus de 80 % des projets sélectionnés depuis la création des SATT s'inscrivent dans trois des défis sociétaux de la SNR : le défi 4 Santé et bien-être (projets dans le domaine médical et les biotechnologies) pour environ 35 % du total des projets, le Défi 3 Stimuler le renouveau industriel (technologies liées à la nouvelle industrie) et le Défi 7 (TIC) pour environ 23 % chacun. Les autres défis de la SNR sont peu ou pas représentés. Une évolution a été nécessaire sur deux plans. Le premier concerne l'implication des établissements dans la politique de valorisation, la création des SATT devant constituer une valeur ajoutée mais sans que cela crée un écran entre les chercheurs

⁹ Le premier appel à projets pour la création de Sociétés d'Accélération de Transfert de Technologies (SATT) a été publié en 2010, dans le cadre du Programme des Investissements d'Avenir (PIA), avec l'objectif d'accroître l'efficacité du dispositif de valorisation de la recherche publique. Les 14 SATT, réparties sur le territoire national, ont pour rôle d'identifier des projets innovants issus des laboratoires et d'accompagner le transfert technologique vers des entreprises privées. Elles se répartissent un financement de près de 850 M€ sur 10 ans.

et les entreprises, afin de fluidifier l'innovation. Le second plan est celui de la propriété intellectuelle pour sortir d'une vision irréaliste consistant à considérer que la propriété intellectuelle pourrait assurer un retour sur investissement massif et rapide, ce qui reste exceptionnel. La propriété intellectuelle rapporte peu ou pas en général : il ne faut donc pas construire les outils comme les SATT ou les IRT autour d'un retour sur investissement rapide (10 ans), et il faut accélérer les négociations laboratoires-entreprises pour ne pas perdre un temps précieux. Depuis l'été 2016, ces négociations sont limitées à 4 mois avec un mandataire unique auprès de chaque Unité Mixte de Recherche.

- ▶ Les pôles de compétitivité¹⁰, dont les premiers ont été labellisés en 2005, ont chacun des thématiques ciblées et opèrent sur un territoire géographique déterminé. Une ventilation a été effectuée en fonction de leur thématique principale pour les rapprocher des dix défis de la SNR. Les trois défis de la SNR autour desquels s'organise l'activité du plus grand nombre de pôles de compétitivité sont, dans l'ordre, les défis 3 Nouveau industriel, 7 Technologies de l'information et de la communication, et 6 Transport et systèmes urbains durables, avec respectivement 26 %, 14 % et 14 % des 71 pôles de compétitivité.
- ▶ Créé en 2006, le label Carnot a vocation à développer la recherche partenariale. Le réseau des instituts Carnot compte 29 instituts organisés chacun sur une thématique principale spécifique, avec la double ambition d'obtenir des résultats scientifiques de haut niveau et de mener une recherche appliquée en partenariat avec les entreprises¹¹.

Comme pour les pôles de compétitivité, une ventilation des instituts Carnot a été effectuée en fonction de leur thématique principale pour les rapprocher des dix défis de la SNR. Pour des raisons de confidentialité, dans les deux cas il n'est pas possible de conduire une analyse plus fine au niveau des différents projets de recherche.

Les thématiques principales de quasiment tous les instituts Carnot peuvent être rapprochées des défis de la SNR. L'activité de près de la moitié des instituts Carnot (13 sur 29) correspond au défi n° 3 Nouveau industriel, ce qui est cohérent avec l'objectif du dispositif qui est de répondre aux problématiques de R&D des entreprises industrielles. Les thématiques de la santé et du bien-être (défi 4) d'une part et de la sécurité alimentaire (défi 5) d'autre part sont également bien représentées dans les activités des instituts Carnot.

¹⁰ Les 71 pôles de compétitivité, dont les premiers ont été labellisés en 2005, ont été créés pour développer la croissance et l'emploi sur des marchés porteurs en structurant des écosystèmes territoriaux favorables à l'innovation. Un pôle de compétitivité rassemble sur un territoire bien identifié et sur une thématique ciblée, des entreprises, petites et grandes, des laboratoires de recherche et des établissements de formation. Les pouvoirs publics nationaux et locaux sont étroitement associés à cette dynamique.

Le Fonds unique interministériel (FUI) est l'outil qui permet à l'État d'octroyer des aides financières aux meilleurs projets de R&D et de plateformes innovantes lors d'appel à projets. Au 1^{er} janvier 2014, le FUI a permis de cofinancer au total 1 264 projets de R&D collaboratifs issus de la dynamique des pôles de compétitivité depuis l'origine du dispositif. Ces projets représentent près de 5,8 Mds € de dépenses de R&D, pour un soutien financier public de 2,3 Mds € dont 1,4 milliard d'euros par l'État.

¹¹ En 2015 les instituts membres du réseau Carnot ont publié 20 000 publications de rang A tout en enregistrant 40 M€ de revenus annuels de propriété intellectuelle. La moitié de la recherche industrielle externalisée au sein de laboratoires est assurée par le réseau des instituts Carnot, qui mobilisent au total 15 % des effectifs de la recherche publique. Ils essaient en moyenne 75 sociétés par an.

Créés à partir de 2011 dans le cadre du programme des investissements d'avenir (PIA), les huit instituts de recherche technologique (IRT) réunissent recherche publique et recherche privée. Articulés autour des pôles de compétitivité majeurs, les IRT sont des instituts de recherche thématique interdisciplinaire associant sur un territoire défini des établissements d'enseignement supérieur et de recherche, des grands groupes et des PME autour d'un programme commun de recherche technologique.

De manière cohérente avec la vocation et les acteurs du dispositif IRT, c'est le défi 3 « Nouveau industriel » qui réunit le plus grand nombre d'IRT (3). Les défis relatifs aux TIC (défi 7), l'énergie (défi 2) et les transports et systèmes urbains durables (défi 6) mobilisent chacun deux IRT.

- ▶ Les deux autres dispositifs – Instituts de la Transition Energétique (ITE) et consortiums de valorisation thématique (CVT) – sont par construction soit déjà ciblés sur un défi de la SNR pour les ITE (défi 2 Energie propre, sûre et efficace) soit organisés autour des cinq alliances nationales de recherche, elles-mêmes thématiques (énergie, santé, sciences humaines et sociales, environnement, numérique).

Les neuf ITE¹² concernent par définition toutes le défi 2, mais également pour certains d'entre eux le défi 3 Nouveau industriel (nouveaux matériaux) et le défi 6 (matériels de transport).

Les cinq CVT relevant des cinq alliances sont actifs principalement dans le champ des défis suivants :

- ▶ CVT Ancre : domaine de l'énergie (défi 2) ;
- ▶ CVT Aviesan : domaine des sciences de la vie et de la santé (défi 4) ;
- ▶ CVT Athena : domaine des sciences humaines et sociales (défi 8) ;
- ▶ CVT Allenvi : domaine de l'environnement (défis 1 et 5) ;
- ▶ CVT CVstene : domaine du numérique (défi 7).

Il existe un sixième CVT, CVT Valorisation Sud, qui a un fonctionnement différent. Positionné comme un opérateur de valorisation (du type SATT), il s'est vu fixer pour objectif d'assurer la valorisation et le transfert des technologies issues de l'ensemble des laboratoires de recherche publique français qui présentent un intérêt socio-économique sur les marchés des pays en développement. Pour cette raison son activité embrasse l'ensemble des défis de la SNR.

¹² Les instituts pour la transition énergétique (ITE) sont des plateformes interdisciplinaires dans le domaine des énergies décarbonées, rassemblant les compétences de l'industrie et de la recherche publique dans une logique de co-investissement public-privé et de collaboration étroite entre tous les acteurs.

Un ITE est un outil d'excellence dont la finalité première est le développement industriel et/ou de services par le regroupement et le renforcement des capacités de recherche publiques et privées. Il suppose une masse critique suffisante de moyens et de compétences situées, de préférence, sur un même lieu. Un ITE doit couvrir l'ensemble du processus d'innovation, jusqu'à la démonstration et le prototypage industriel.

La contribution des dispositifs de soutien à la création d'entreprises de technologies innovantes et à l'emploi de doctorants en entreprise

- ▶ Les lauréats du concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes¹³ portent sur des projets qui s'inscrivent dans les défis de la SNR.

Depuis l'édition 2015 du concours, les candidats sont invités à s'inscrire dans l'un des dix grands défis sociétaux identifiés par la stratégie nationale de recherche¹⁴.

Les 110 lauréats des éditions 2015 et 2016 du concours national de création d'entreprises de technologies innovantes (54 lauréats en 2015 dans la catégorie création-développement et 56 en 2016) se répartissent de la manière suivante par défi de la SNR¹⁵ :

- ▶ les projets s'inscrivent dans 9 des 10 défis de la SNR. Aucun projet ne s'inscrit dans le défi 8 (Sociétés innovantes, intégratives et adaptatives) ;
- ▶ deux défis concentrent à eux seuls près de 70 % des lauréats, avec 76 des 110 projets : le défi 4 Santé et bien-être, avec 45 projets (41 % du total), et le défi 7 Société de l'information et de la communication, avec 31 projets (28 % du total) ;
 - les défis 2 (Une énergie, propre, sûre et efficace) et 3 (Stimuler le renouveau industrie) réunissent chacun 11 projets (10 % du total),
 - les défis 6 (Mobilité et systèmes urbains durables), 5 (Sécurité alimentaire et défi démographique) et 1 (Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique) comptent respectivement 5 projets (5 % du total), 3 projets (3 % du total) et 2 projets (2 % du total),
 - les défis 9 (Une ambition spatiale pour l'Europe) et 10 (Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents) comptent chacun un seul projet.

La formation par la recherche dans le cadre de thèses en entreprise (et le programme CIFRE de l'ANRT y contribue largement), est un excellent moyen de former des chercheurs sur les thématiques d'avenir pour l'entreprise, tout comme de construire des ponts entre l'entreprise et la recherche publique. Le docteur aura également un rôle à jouer dans sa carrière, qu'il soit dans

¹³ Créé en 1999 par le ministère chargé de la Recherche dans le cadre de la loi sur l'innovation et la recherche, le concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes « i-LAB » permet chaque année de soutenir les meilleurs projets de création d'entreprises ou les entreprises nouvelles de technologies innovantes, en leur offrant une aide financière (subventions jusqu'à 450 000 €, financées par le ministère) et un accompagnement adapté. Ce concours est organisé en partenariat avec BpiFrance, dont les délégations régionales instruisent les dossiers.

¹⁴ Depuis l'édition 2015, le règlement du concours mentionne les dix défis identifiés par l'Agenda stratégique « France Europe 2020 » et la SNR publiée en mars 2015, avec leurs libellés exacts. Cette rubrique doit être renseignée pour que le dossier, s'il est sélectionné par le jury national, puisse en outre concourir au Grand Prix du jury national, décerné à cinq des lauréats. En pratique, cette orientation vers l'un des dix défis de la SNR est le plus souvent renseignée par les chargés d'affaires de BpiFrance qui instruisent les dossiers de candidatures.

¹⁵ Sources et remarques méthodologiques :

- Listes des lauréats des éditions 2015 et 2016 du concours national d'aide à la création d'entreprises innovantes - catégorie Création-Développement, BpiFrance/DGRI-SITTAR.

Retraitements DGRI-SSRI-MPASIE : La lecture de la description des projets des lauréats du concours 2015 et 2016 nous a conduit à reclasser plus du tiers des lauréats dans un autre défi SNR que celui renseigné initialement dans leur dossier.

la recherche publique ou privée, pour faciliter le dialogue entre les deux parties. Les principaux employeurs de doctorants bénéficiant d'une convention CIFRE¹⁶ offrent une forte contribution aux défis de la SNR.

Depuis l'origine du dispositif le ministère a confié la mise en œuvre des CIFRE à l'Association Nationale de la Recherche et de la Technologie (ANRT), qui produit notamment un tableau de bord annuel des CIFRE, transmis au ministère¹⁷.

En l'absence aujourd'hui de référence aux défis et orientations de la SNR dans les données du tableau de bord annuel CIFRE, il a été opéré un rapprochement entre les défis de la SNR et le secteur d'activité des 32 entreprises employant le plus grand nombre de doctorants CIFRE acceptés en 2015. Ces 32 principaux employeurs de CIFRE 2015, avec au total 507 CIFRE, emploient 37 % du total des CIFRE 2015 (1 383 CIFRE).

La quasi-totalité d'entre eux (474 sur 507 CIFRE 2015) sont employés par des structures (28 des 32 structures) dont les activités peuvent être rapprochées d'un ou plusieurs des défis de la SNR. Ces 28 structures sont tous des groupes industriels de grande taille, français ou étrangers, à une seule exception près. Ces 474 CIFRE représentent plus du tiers (34 %) du total des CIFRE 2015.

Les principaux défis de la SNR dont l'activité des principaux employeurs de CIFRE 2015 peut être rapprochée sont, dans l'ordre : le défi 2 (Energie : 15 structures), le défi 3 (Renouveau industriel : 10 structures) et le défi 7 (Société de l'information et de la communication : 9 structures).

Autres éléments significatifs de mise en œuvre

La participation de la France à l'exposition universelle 2015 à Milan, intitulée « Nourrir la planète, énergie pour la vie », était fondée notamment sur une mobilisation des organismes de recherche pour expliciter les tenants et aboutissants du défi 5 de la SNR

La mobilisation des organismes de recherche en amont puis en aval de la COP21 souligne la contribution de la recherche française au niveau international pour relever plusieurs défis de la SNR. Les défis principaux concernés sont les défis 1, 2 et 5. L'ANR est présente et soutient fortement ces événements.

Une série de plans du Gouvernement prennent en compte la SNR : voir II.7. Un état des lieux de l'articulation de l'interministérialité autour des orientations prioritaires de la recherche définies par la SNR est en cours.

¹⁶ Créé en 1981, le dispositif des Conventions Industrielles de Formation par la Recherche (CIFRE) est fondé sur la relation recherche-formation-entreprises. Il apporte une aide financière aux entreprises établies sur le territoire français qui recrutent des doctorants durant trois ans pour accompagner leurs besoins de R&D. Le doctorant est appelé à mener sa recherche dans le double cadre public-privé : recruté par une entreprise, il conserve un lien étroit avec son laboratoire académique. Le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche consacre chaque année un budget important au dispositif CIFRE (environ 50 M€/an) qui représente près de 1.400 nouvelles conventions CIFRE par an.

¹⁷ Tableau de bord annuel des CIFRE 2015 (nouvelles conventions), Février 2016, ANRT/DGRI (Sittar) ; Retraitements DGRI-SSRI-MPASIE. À l'avenir, une évolution du dossier CIFRE limitée à l'ajout pour les nouvelles conventions CIFRE d'informations relatives aux défis et orientations de la SNR sur lesquels portent les sujets de thèse des doctorants CIFRE permettrait d'enrichir cette analyse. Cette évolution devrait bien entendu s'accompagner de la prise en compte de ces données nouvelles par le système d'information de l'ANRT et de leur exploitation dans le cadre de son tableau de bord annuel CIFRE.

La place de la production scientifique française dans les différents défis

Le budget de la MIREs est suivi dans les documents parlementaires (PAP et RAP) par différents indicateurs. Il s'agit d'observer le nombre des publications françaises dans les journaux scientifiques à comité de lecture, par rapport à nos principaux « coopétiteurs ». Ces indicateurs sont complétés par un indice dit de « reconnaissance scientifique » qui permet de mesurer l'influence internationale des publications françaises (indices d'impact, citations, collaborations internationales).

Ces éléments sont complétés depuis le budget 2014 par une série d'indicateurs bibliométriques de la production scientifique (part mondiale, européenne et en comparaison à l'Allemagne et le Royaume-Uni) liée aux défis sociétaux structurant la SNR. Les tableaux ci-dessous ont été mis à jour par l'OST-HCERES dans le cadre de la préparation de l'audition publique de l'OPECST sur le suivi de la mise en œuvre de la SNR (décembre 2016). Les calculs réalisés en 2014 concernent notamment les valeurs pour l'année 2002. L'actualisation 2016 s'appuie sur la version du WoS¹⁸ disponible au printemps 2015 et qui contient la quasi-totalité des articles publiés jusqu'en 2014. L'année 2015 est donc incomplète et les chiffres définitifs pourraient différer légèrement. Enfin, le défi 9 « Une ambition spatiale pour l'Europe » est traité à part ; sa ligne est maintenue pour mémoire dans les tableaux, mais non renseignée.

Part de la France dans les publications mondiales par défi sociétal

Défis	Calculs 2014 (en %)		Calculs 2016 (en %)		
	2002	2007	2012	2014	2015
Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique	4,4	3,8	3,3	3,2	3,1
Une énergie propre, sûre et efficace	4,5	4,1	3,6	3,4	3,3
Stimuler le renouveau industriel	4,4	3,9	3,4	3,1	3,1
Santé et bien-être	4,8	4,1	3,6	3,4	3,3
Sécurité alimentaire et défi démographique	4,2	3,6	3,0	2,9	2,8
Mobilité et systèmes urbains durables	3,4	3,2	3,0	2,8	2,7
Société de l'information et de la communication	5,3	4,5	4,0	3,8	3,7
Sociétés innovantes, intégrant et adaptatives	3,4	3,1	2,9	2,7	2,6
Une ambition spatiale pour l'Europe					
Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents	3,4	3,3	3,1	2,9	2,8

Données Thomson Reuters - WoS (février 2015), traitements OST - HCERES

¹⁸ Le Web of Science (WoS) est une base de données qui regroupe la production scientifique mondiale où sont indexées les revues les plus importantes dans ce domaine

Dans ce tableau sont décrits la place et le potentiel de la France en ce qui concerne les connaissances scientifiques qui lui permettront de relever chacun des défis. La concurrence internationale exerce une pression sur tous les opérateurs des grands pays de tradition scientifique (États-Unis, Allemagne, Royaume-Uni...), pays dont la part mondiale de publications est, comme celle de la France, en baisse depuis de nombreuses années. L'évolution de la place relative de la France par rapport à ces grands pays de tradition scientifique permet de mieux apprécier le niveau de performance des opérateurs du programme. Aussi, trois périmètres de référence décrivent la position de la France et son évolution, vis-à-vis de ses principaux partenaires et concurrents, en termes de quantité de production scientifique : l'ensemble formé des trois pays France-Allemagne-Royaume-Uni, les pays de l'Union européenne et l'ensemble du monde. Seule la part mondiale a fait l'objet d'une remise à jour fin 2016 et est présentée dans le tableau ci-dessus.

L'espace France-Allemagne-Royaume-Uni

Dans cet espace de référence, homogène parce que construit à partir de l'activité de la France et des deux pays voisins qui sont les plus proches par leur situation scientifique, économique et politique et historique, la France représente en 2014-2015, selon les défis, de 16 % à 32 % de la production scientifique. Dans cet espace de référence qui est aussi un espace de partenariat privilégié, la part de la France a légèrement progressé au cours des dix dernières années, ce qui montre la solidité de son système de recherche, malgré un léger affaiblissement depuis 2013.

L'espace européen

Cet espace de référence constitue une priorité pour l'expansion de la recherche française dans les prochaines années, notamment concernant les domaines thématiques de la SNR, qui font écho au programme Horizon 2020. En 2015 la France représente, selon les défis, de 7 à 13 % de la production scientifique européenne. Cette part a légèrement diminué au cours des 10 dernières années, pour un espace qui comprend des pays en rattrapage scientifique rapide (Espagne, Portugal, Pologne...). Toutefois, ces dernières années présentent un ralentissement de cette diminution.

L'espace mondial

L'espace mondial est l'espace naturel de déploiement des communautés scientifiques. Il est à la fois concurrentiel et hétérogène, et abrite des pays, comme la Chine, dont le développement scientifique est puissant. La France représente, selon les défis, de 2 à 42,5 % à 3,7 % de la production scientifique mondiale. Cette part a baissé au cours des dix dernières années pour tous les défis du fait de l'effort de rattrapage scientifique considérable toujours en cours pour certains pays.

Indice de spécialisation de la France par défi sociétal

L'effort de la France en matière de recherche peut aussi s'observer sur ses thèmes de spécialisation. L'indice de spécialisation permet d'analyser la répartition de l'effort national et donc d'observer les tendances en cours au sein de la recherche française : c'est le rapport entre la part de la France dans une discipline ou un défi donné, et la part de la France dans l'ensemble des publications.

Défis	Calculs 2014	Calculs 2016		
	2002	2012	2014	2015
Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique	0,91	0,92	0,95	0,95
Une énergie propre, sûre et efficace	0,94	1,01	1,02	1,01
Stimuler le renouveau industriel	0,91	0,94	0,93	0,94
Santé et bien-être	1,01	0,99	1,00	0,99
Sécurité alimentaire et défi démographique	0,87	0,83	0,86	0,86
Mobilité et systèmes urbains durables	0,71	0,83	0,82	0,82
Société de l'information et de la communication	1,10	1,12	1,12	1,13
Sociétés innovantes, intégrant et adaptatives	0,71	0,81	0,81	0,80
Une ambition spatiale pour l'Europe				
Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents	0,72	0,86	0,87	0,86

Données Thomson Reuters - WoS (février 2015), traitements OST - HCERES

III.3.2 Le suivi de la mise en œuvre de la SNR

Le suivi de la mise en œuvre de la SNR correspond à un périmètre triple :

- ▶ les dix défis sociétaux, incluant les quarante-et-une orientations scientifiques, correspondant aux besoins d'avancées scientifiques et technologiques dans la capacité à faire face à chacun des enjeux pour la société ;
- ▶ les 5 programmes d'action prioritaires définis dans la S.N.R ;
- ▶ la SNR en tant que telle, comme politique publique, son élaboration et le développement d'outils pour assurer son évaluation et sa révision quinquennale.

Un dispositif de pilotage et de suivi a été établi. Il comprend notamment deux séries de tableaux, l'un dédié au suivi des défis sociétaux, orientation scientifique par orientation scientifique, l'autre aux programmes d'action de la SNR. Pour chacun d'entre eux, ces tableaux comportent trois volets :

- ▶ le suivi des outils, infrastructures et programmes nationaux concourant à la mise en œuvre de l'orientation ou du programme d'action ;
- ▶ le suivi de la participation française aux programmes européens et internationaux concourant à la mise en œuvre de l'orientation ou du programme d'action ;
- ▶ le suivi de la participation des outils nationaux de valorisation et de transfert des résultats de la recherche concourant à la mise en œuvre de l'orientation ou du programme d'action.

L'analyse régulière de la bibliométrie nationale dans le cadre des documents budgétaires contribue également à ce pilotage.

Par ailleurs, la loi précise que « la stratégie nationale de recherche et les conditions de sa mise en œuvre font l'objet d'un rapport biennal de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques » (OPECST). Aussi les éléments de la mise en œuvre de cette stratégie seront-ils détaillés, analysés et commentés par cette organisation parlementaire.

Pour préparer son rapport sur la stratégie nationale de recherche et les conditions de sa mise en œuvre, l'OPECST s'appuie notamment sur :

- ▶ un dossier rassemblant les différents éléments factuels nécessaires à l'analyse de l'office, notamment les contributions des différents acteurs de la recherche française ;
- ▶ une audition publique.

Le dossier, coordonné par le ministère chargé de la recherche, et qui est transmis à l'OPECST comporte :

- ▶ des éléments d'analyse sur les processus qui ont conduit à l'élaboration et la validation de cette stratégie ;
- ▶ un bilan des moyens déployés par l'État et ses opérateurs au cours des deux années 2015 et 2016 pour cette mise en œuvre ;
- ▶ les actions envisagées sur les trois prochaines années pour poursuivre cette mise en œuvre ;
- ▶ les méthodes définies et en cours de développement, ainsi que les critères sur lesquels l'évaluation quinquennale de la SNR et de sa mise en œuvre pourront reposer en 2020 pour préparer sa révision, comme prévu par le Code de la recherche.

III.4 La mise en œuvre de la Stratégie Nationale des Infrastructures de Recherche (SNIR)

La participation française au financement des infrastructures de statut organisations internationales (OI) et des très grandes infrastructures de recherche (TGIR) est assurée par des lignes dédiées dans le budget de l'État, à l'action 13 du programme 172. Les organismes de recherche sont responsables des autres infrastructures de recherche. Une enveloppe dédiée est incluse dans les budgets globaux des organismes de recherche. Le suivi de ces infrastructures, de leur maintenance et évolution, ainsi que des nouveaux projets est mené sous la coordination attentive du ministère chargé de la recherche.

La Stratégie nationale des infrastructures de recherche française s'inscrit dans une dynamique européenne, avec laquelle elle s'articule. Elle contient en effet la contribution française à la feuille de route stratégique européenne (roadmap ESFRI pour European Strategic Forum for Research Infrastructures, mise à jour en 2016). La SNIR détaille en effet les nombreuses participations françaises aux infrastructures et projets d'infrastructures européens.

La révision de la stratégie nationale des infrastructures de recherche est en cours pour 2018, afin de rester en phase avec la feuille de route européenne ESFRI. Cette feuille de route européenne sera à nouveau révisée en 2020. Cette révision est d'ores et déjà lancée, en concertation avec les

organismes de recherche, les établissements et les Alliances. Outre bien sûr la cohérence avec les niveaux européen et international, deux indicateurs clés seront particulièrement examinés : la problématique des données et l'élaboration du coût complet. Bien entendu, le système de pilotage national décrit plus haut demeure, avec en particulier le rôle clé du comité directeur des TGIR qui propose au ministre les positions et les décisions qui sont ensuite arbitrées au niveau interministériel.

III.5 La Stratégie nationale de la culture scientifique, technique et industrielle (SNCSTI)

La SNCSTI étant finalisée début 2017, sa mise en œuvre ne sera pas évoquée ici.

III.6 Une action transversale pour le numérique

L'action en matière de numérique se retrouve préconisée par l'ensemble des stratégies de l'ESR. La mise en œuvre de certaines mesures doit être évoquée ici de façon transversale.

Le numérique passe au cœur de la stratégie des établissements, des organismes, des sites. La politique de site a vocation à être aujourd'hui le support privilégié de stratégies numériques en lien avec l'écosystème et les priorités de ces sites. C'est à ce niveau que la loi de 2013 a d'ailleurs prévu l'existence de vice-présidents numériques. Et c'est désormais une composante importante de la politique contractuelle entre l'État et les regroupements. Beaucoup d'établissements ont d'ores et déjà conçu des schémas directeurs numériques, et, pour certains, développent une véritable vision stratégique, qui englobe toutes les dimensions de la transformation : espaces d'apprentissage, systèmes d'information, innovation pédagogique, modèle économique, recherche sur la formation.

Aujourd'hui il s'agit de passer à une autre dimension et de mobiliser l'ensemble des acteurs, État, collectivités, organismes de formation et de recherche, enseignants, chercheurs, et *étudiants* autour d'une transition numérique globale qui touche à l'ensemble des sujets : organisation, formation tout au long de la vie, recherche, vie étudiante, immobilier... Les étudiants sont au cœur de la transition numérique de l'enseignement supérieur. À la fois parce qu'elle est au cœur de l'évolution des compétences qu'ils doivent acquérir. Et parce que cette transition numérique des établissements ne pourra pas se faire sans eux, dans un processus de co-construction avec l'ensemble des usagers et des partenaires.

III.6.1 La nécessité d'une politique nationale

Une politique nationale est depuis 25 ans menée au niveau national dans ce domaine, basée sur la synergie entre les acteurs et le soutien de l'État, dans une perspective de plus grande efficacité et d'optimisation des coûts.

La nécessité d'une vision large couvrant tout un ensemble de domaines a transformé le pilotage. Un Comité de pilotage du numérique, associant MENESR, structures d'enseignement et de recherche, est appelé à donner un avis sur les dossiers délicats en matière d'Infrastructures, formations, SI, documentation et IST, données. C'est la nécessité de cette approche globale qui a d'ailleurs également entraîné en 2016 le recrutement d'un « Chief Digital Officer » auprès de la directrice générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle.

C'est pour mieux l'appréhender que le MENESR s'appuie sur le CNNum pour la proposition de référentiels communs et en mettant en place en 2016 un nouveau type de démarches participatives.

Un cap national est particulièrement nécessaire en matière de normalisation et d'interopérabilité, ou de mise en commun d'infrastructures et de services.

III.6.1.1 INFRASTRUCTURES

Une mise en commun des infrastructures et des services s'est ainsi effectuée dans plusieurs domaines au cours des 20 dernières années : applications de gestion avec AMUE et Cocktail, réseaux avec RENATER, numérique pour la formation avec les Universités Numériques en Région, les Universités Numériques Thématiques, Fun Mooc, calcul avec GENCI et les Mésocentres de calcul.

Aujourd'hui, l'accélération des usages liés au numérique dans la recherche et l'enseignement supérieur suscite dans les établissements une croissance importante des besoins en matière d'infrastructures. Cette croissance exponentielle donne lieu à des initiatives dispersées, ainsi qu'en témoigne le nombre de dossiers concernant des datacenters proposés dans le cadre de la procédure des CPER. Une coordination est souhaitée par les acteurs eux-mêmes, soucieux d'efficacité et de rationalisation. Un dispositif de mutualisation et de labellisation de datacenters existants est désormais en place, avec l'objectif de parvenir progressivement à 4 mésocentres et un datacenter par région.

La croissance du nombre d'étudiants, la densification de l'espace, les nouveaux usages donnent à penser que le patrimoine bâti de l'Enseignement supérieur (env. 18 millions de m²) va subir des transformations importantes dans les dix ans qui viennent. La nature de ces transformations va largement être influencée par les possibilités offertes par le numérique. Un guide à destination des établissements, présentant des réalisations françaises et étrangères dans ce domaine, a été réalisé par le MENESR et les établissements et permet d'accompagner les projets.

III.6.1.2 DONNÉES

À ce jour, les données constituent un « nouveau pétrole » convoité. Les grands acteurs privés l'ont compris depuis longtemps et n'hésitent pas à proposer des services dont l'usage est gratuit (e-mail, stockage, réseaux sociaux...) pour pouvoir collecter et exploiter les données produites par chacun de nous lors de l'usage de ces services.

L'ESR est donc face à un enjeu à deux niveaux.

Tout d'abord, la mise en œuvre d'une politique des données afin que les différentes données de la recherche, de la formation ou de l'administration soient correctement stockées, accessibles et diffusables lorsque c'est pertinent. C'est essentiel pour la recherche, dans le but de la vérification des publications scientifiques : la fraude scientifique passe souvent par des données falsifiées, et la réplication d'une expérience est un processus nécessaire à la validation scientifique. C'est aussi un levier pour la recherche. De nombreuses données pourraient être utiles à des chercheurs dans le cadre de nouveaux travaux de recherche, si elles étaient accessibles. De nombreux usages seront rendus possibles par la structuration des données, dont une partie devra être accessible en OpenData. Le MENESR s'est déjà fortement impliqué dans cette dynamique avec la création de sa plateforme d'OpenData.

Un second niveau est celui de la place des datacenters académiques dans l'écosystème des données. Ces datacenters peuvent héberger, outre les données de recherche et de formation, des données d'autres acteurs institutionnels : établissements scolaires par exemple.

Cela permettrait à des chercheurs agrémentés, de croiser des données variées pour faire de la recherche de type Big data

qui ne peut pas être réalisée aujourd'hui, les sources de données n'étant pas connectées. Les datacenters académiques pourraient ainsi jouer le rôle de tiers de confiance, et être le lieu d'une recherche très fertile, à la condition d'adopter des règles déontologiques strictes pour protéger les individus dont les données seraient ainsi stockées.

III.6.1.3 VERS UN SI DE L'ESR MODERNE ET AGILE

Principalement opéré par l'Amue, le système d'information des établissements d'enseignement supérieur gagnera à passer à des technologies qui permettront une plus grande agilité dans le déploiement et la maintenance. Les établissements sont encore trop souvent contraints de posséder dans leurs murs des machines et des logiciels qu'ils doivent administrer eux-mêmes. Le passage dans le cloud des logiciels proposés par l'Amue constituerait un changement important qui permettrait d'industrialiser au mieux la gestion et les évolutions du système d'information. Toutefois cette transition nécessite des investissements forts, à la fois d'un point de vue technologique, mais aussi en terme d'accompagnement au changement.

L'innovation aujourd'hui se trouve dans les établissements, dans les laboratoires, dans les start-up... Le rôle futur de nos opérateurs est de capter cette innovation, de la financer et de la passer à l'échelle. Sur ce sujet, un nouveau modèle économique est à promouvoir pour permettre d'accélérer la diffusion par les opérateurs publics de services innovants lorsqu'ils émergent.

Rien ne pourra se faire sans un investissement très conséquent et coordonné dans les infrastructures et les services de base, basé sur une vision commune, une participation de tous les acteurs et une continuité dans les moyens investis.

La programmation budgétaire prévoit une ligne de 30 M€ par an au service de cette politique nationale (voir IV.3.5).

III.7 Une politique structurante pour l'immobilier des campus

III.7.1 Les programmes immobiliers

Les enjeux

L'immobilier universitaire est le deuxième parc immobilier de l'État, juste après celui du ministère de la Défense, avec 18,6 millions de m² pour près de 7 000 bâtiments et 56 millions de m² de foncier non bâti. Ce parc doit prendre en compte le développement et la transformation liés au numérique des structures (data centers par exemple...) et des pratiques (transformation de la pédagogie et des apprentissages...) et il doit améliorer sa situation énergétique. Ces nécessaires évolutions et mises à niveau invitent à rechercher de nouveaux modèles de gestion immobilière. Enfin, il est évidemment essentiel que les campus universitaires soient des lieux sûrs et inclusifs. La question de la sécurité, qui dépasse aujourd'hui le seul sujet de la sécurité au regard des normes existantes en matière de risque d'incendie et de panique, doit s'articuler avec celle de la sûreté (Vigipirate, contrôles des accès...). Le caractère inclusif, quant à lui, résultera de l'accessibilité aux personnes en situation de handicap – et suppose que les établissements puissent mettre en place les agendas d'accessibilité programmée (Ad'AP).

Les besoins financiers

Exploitation, maintenance et gros-entretien

Depuis 2009, les crédits de maintenance (financement du gros-entretien) et logistique immobilière (dépenses d'exploitation – fluides, contrats de maintenance réglementaire et d'entretien...) ne sont plus fléchés et alloués en fonction des surfaces mais inclus dans la dotation globale de fonctionnement (DGF) des établissements déterminée sur des critères d'activités et de performance. Pour autant il faut admettre que ces crédits restent en deçà des besoins, notamment sur

les sites où les bâtiments sont les plus anciens, et compte tenu également de la hausse régulière des coûts de l'énergie.

Mise aux normes du parc immobilier

Le MENESR dispose de crédits spécifiques pour accompagner les établissements dans la mise en sécurité et l'accessibilité de leur patrimoine immobilier.

Un effort constant de la part de l'État depuis le milieu des années 1990 visant à améliorer la sécurité des établissements (1 400 M€ consentis depuis une vingtaine d'années) a permis une amélioration sensible des conditions de sécurité dans les établissements d'enseignement supérieur dans un contexte de réglementation de plus en plus contraignante (22,7 % des surfaces touchées par des avis défavorables des commissions de sécurité en 2007 et 14,7 % en 2014).

Cependant, le besoin en la matière reste important. Dans les schémas directeurs de mise en sécurité élaborés en 2009 et 2010, le coût total des travaux de mise en sécurité avait été estimé à plus de 700 M€ pour seulement un tiers des établissements.

Depuis la loi de 2005 sur le handicap, le MENESR a accompagné les établissements dans la mise en accessibilité de leur patrimoine à hauteur de 100 M€ pour la période 2008 à 2014, montant ne couvrant qu'une partie des besoins en travaux, estimés à quelque 450 M€ suite au dépôt des Ad'AP en 2015.

Renouvellement et mutation énergétique et fonctionnelle des bâtiments

Le renouvellement de l'immobilier correspond aux opérations de rénovation / restructuration / réhabilitation à mener pour remettre en état un parc immobilier en partie vétuste et énergivore. La remise en état du parc peut être estimée en fonction de l'état du bâti et du prix d'une construction neuve à un coût de plus de 9 000 M€ dont la grande majorité pour la rénovation énergétique.

Le financement du renouvellement est assuré par le ministère à travers 3 grands dispositifs financiers :

- ▶ les CPER (1 000 M€ de financement État sur la période 2015-2020 auxquels s'ajoute un montant équivalent de la part des collectivités locales) ;
- ▶ le plan Campus, concernant 10 sites (Lyon, Strasbourg, Bordeaux, Aix-Marseille, Montpellier, Grenoble, Condorcet Paris-Aubervilliers, Toulouse, Paris intra-muros et Saclay). Ces projets sont financés sur une ressource extrabudgétaire constituée des intérêts de 5 milliards d'euros (3,7 Md€ issus de la cession de titre EdF et 1,3 Md€ issu du PIA) à hauteur d'un peu plus de 4 % annuel soit un montant consommable annuel d'environ 200 M€. Seuls les intérêts de ces dotations sont consommables, auxquels se sont ajoutés 11 projets (Lille et Lorraine, ainsi que les sites prometteurs et innovants) financés sur crédits budgétaires en fonction de l'avancement des opérations ;

- ▶ la dévolution à titre expérimental pour 3 universités (Toulouse 1, Clermont-Ferrand 1 et Poitiers). Des réflexions sont aussi en cours pour recourir à des montages financiers innovants plus particulièrement dans le cadre de la transition énergétique.

Ces grands financements sont indispensables au renouvellement du parc immobilier de l'ESR : ils seront amplifiés dans le cadre de la programmation budgétaire, d'un volume atteignant 300 M€.

Le développement d'une politique de valorisation

Pour compléter les crédits d'État très structurants mais qui restent inférieurs aux besoins, et dans le prolongement du colloque de la CPU du mois de mai 2016 « Campus en mouvement », les universités et les écoles souhaitent de plus en plus s'engager dans une démarche de développement de projets de vie de campus au travers de la valorisation de leur patrimoine. Il s'agit avant tout de faire des campus des lieux de vie, à l'image des campus étrangers. Lieux apportant des services aux étudiants (auto-école, laveries, produits culturels,...), aux personnels (logements, crèches,...), procurant une plus forte attractivité internationale, développant l'autonomie de l'établissement par une relation entreprises renouvelée (installation d'entreprises en lien avec la recherche ou les formations délivrées, incubation,...), au service de ses missions d'innovation, de transfert de technologie, d'entrepreneuriat étudiant et d'insertion professionnelle.

L'accompagnement de l'État et la concertation avec les collectivités territoriales

L'État accompagne les universités volontaires dans cette démarche à la fois sous un angle juridique (explorer les limites réglementaires et les outils conventionnels adaptés) et sous l'angle économique ou financier (analyser les retombées selon les natures de projet, faire ou faire faire, externaliser l'exploitation ou l'assumer). Cet appui technique sera présenté début 2017.

Par ailleurs le travail mené avec les représentants des territoires (Régions de France, Association des Villes Universitaires de France et Bloc Local) démontre la nécessité de mise en cohérence de ces différents acteurs pour un meilleur dialogue à établir au niveau local. En particulier, sur les questions du développement économique avec les régions et sur les questions d'urbanisme et d'aménagement avec les métropoles. Les sites, au sens de structures de regroupement (COMUE ou association d'établissements), constituent le niveau adéquat pour le portage de ce dialogue.

La recherche d'un modèle économique d'ensemble

Les nouveaux services évoqués ci-dessus peuvent se développer sans coût pour l'établissement, mais au contraire en apportant des recettes nouvelles et pérennes.

Les établissements seront appuyés dans cette démarche par le PIA3, qui se fixe notamment l'objectif de « diversifier les nouveaux modes de gestion des universités » et de leurs actifs

valorisables. 400 M€ viendront financer en fonds propres « *la création expérimentale de sociétés universitaires de recherche* » afin notamment de concevoir et/ou déployer des schémas de valorisation immobilière. Cette action permettrait un amorçage puissant et responsabilisant pour les établissements s'étant par exemple engagés dans la dévolution immobilière.

Ce levier économique est potentiellement porteur d'une transformation majeure de la gestion des actifs immobiliers universitaires. Aujourd'hui, les universités supportent l'intégralité des coûts de la charge immobilière, alors même qu'elle n'est utilisée qu'à 60 ou 70 % (surcapacité indispensable à l'accueil de tous les étudiants en début d'année). Dès lors, une nouvelle approche dans laquelle un établissement pourrait utiliser ses locaux au service de nouvelles activités en-dehors du temps d'utilisation universitaire permettrait d'une part de nouer des liens plus étroits avec la société, d'autre part de générer de nouvelles ressources propres.

III.7.2 La dévolution immobilière aux universités

En 2011, trois universités (Poitiers, Clermont 1 et Toulouse 1) se sont vu transférer la pleine propriété des biens immobiliers en contrepartie du versement d'une dotation annuelle récurrente. Les Secrétaires d'État au Budget et à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, ont confié en 2016 à l'IGAENR et à l'IGF le soin d'établir un bilan et de déterminer les conditions de réussite d'une nouvelle vague de dévolution ; le rapport conjoint a été remis en septembre.

De nouveaux bénéficiaires

Le bilan de l'expérience en cours a été jugé positif que ce soit en matière de gouvernance ou d'amélioration de l'état du bâti ; la responsabilisation des acteurs apparaît en outre comme un facteur déterminant du saut qualitatif constaté dans la politique immobilière menée par les établissements dévolus.

Une reprise des opérations de dévolution a donc été décidée en 2016. Dans un premier temps, quatre universités réunissent les conditions pour devenir propriétaires dès 2017 : Bordeaux, Aix-Marseille, Tours et Caen. Une autre vague de transferts pourrait avoir lieu en 2018 ; avec, parmi les établissements susceptibles d'être retenus, les universités de Clermont 2, Strasbourg, Nantes, Rennes 1, Lyon3, et l'INSA de Toulouse.

Des conditions nouvelles

Compte tenu de la situation contrainte du budget de l'État, la nouvelle vague de dévolution se fait sans dotation annuelle récurrente. Il est donc demandé aux établissements de prouver, lors d'un audit pré dévolution mené par l'IGAENR, qu'ils sont en mesure d'assumer la dévolution tant techniquement que financièrement et qu'ils disposent d'un potentiel suffisant d'optimisation, de cession et de valorisation de leur patrimoine.

En revanche les inspections demandent qu'un certain nombre de mesures rendent possibles l'autonomie de gestion immobilière ainsi accordée aux universités au premier rang desquelles :

- ▶ La sécurisation dans le long terme des moyens dédiés à l'immobilier (part immobilier de la DGF, CPER, accessibilité/sécurité)
- ▶ L'accès à des moyens innovants de valorisation du patrimoine tels qu'évoqués au point III.7.2)
- ▶ La facilitation du recours à l'emprunt lorsqu'il s'avère soutenable.

[IV]

Les moyens de l'enseignement supérieur et de la recherche

POUR RÉUSSIR LA MISE EN ŒUVRE DES STRATÉGIES NATIONALES DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE, une augmentation des moyens publics qui y sont consacrés est nécessaire, comme le font d'autres pays. Le budget 2017 présente une augmentation très importante : 850 M€ supplémentaires, auxquels on doit ajouter les mesures des programmes d'investissement d'avenir (10 milliards d'euros d'autorisations d'engagement ont été votés dans le cadre de la loi de finances initiale 2017). Il s'agit d'une première étape de la programmation présentée dans le Livre Blanc, qui s'inscrit dans une augmentation importante sur lequel le gouvernement est engagé : « *Pour soutenir l'Enseignement supérieur, pour donner à la Recherche française une place la plus éminente dans la compétition scientifique internationale.*

l'effort budgétaire annuel devra se situer durablement autour d'un milliard d'euros. »¹

La programmation budgétaire présentée dans ce Livre Blanc couvre la période 2017-2020, soit 4 années budgétaires. Ce choix est fondé sur l'organisation budgétaire de l'Etat, qui se décline en une loi de programmation des finances publiques qui définit une perspective triennale, la prochaine couvrant les années 2018 à 2020. Naturellement il sera nécessaire ultérieurement de prévoir une programmation budgétaire pour les années suivantes, qui devra prendre en compte l'avancée de la mise en œuvre de ce Livre Blanc et réévaluer les besoins financiers à l'aune des évolutions constatées, en particulier en ce qui concerne le nombre d'étudiants.

IV.1 Les déterminants de la programmation budgétaire

IV.1.1 Des objectifs ambitieux : 3 % du PIB pour la R&D, 2 % du PIB pour l'enseignement supérieur

L'augmentation très importante de l'effort d'enseignement supérieur et de recherche dans le monde (voir I.1) a conduit l'Europe à fixer un objectif, uniquement pour ce qui concerne la recherche toutefois. L'objectif est d'atteindre 3 % du PIB pour les dépenses de R&D, qu'elles soient publiques ou privées. Cet objectif, qui fait partie des 5 objectifs d'Europe 2020, a été réaffirmé par le Président de la République française le 3 novembre 2016, en fixant un délai de 10 ans pour l'atteindre. En 2014 la France dépensait 2,4 % de son PIB pour la R&D.

Afin d'atteindre cet objectif, il faudra un effort supplémentaire dans le public comme dans le privé. La Dépense Intérieure de Recherche et Développement des Administrations (DIRDA) représente 0,79 % du PIB en France, contre 0,94 % en Allemagne (et plus de 1 % en Suède ou au Danemark), pour une DIRD totale de 2,9 % en Allemagne. Aujourd'hui, il faudrait dépenser plus de 3 milliards d'euros dans le public de plus pour rattraper le taux allemand.

¹ Discours de politique générale de Bernard Cazeneuve, Premier Ministre, à l'Assemblée Nationale, le 13 décembre 2016.

Pour ce qui concerne l'enseignement supérieur, aucun objectif n'a été adopté à ce jour en Europe. Il serait important que désormais l'Europe se dote également d'un objectif ambitieux dans ce domaine. Le rapport StraNES a proposé un objectif de 2 % de son PIB consacré à l'enseignement supérieur. Cet objectif, qui est un peu supérieur au taux observé dans les pays du Nord de l'Europe (1,8 %), mais inférieur à celui de pays comme les Etats-Unis ou le Canada (plus de 2,5 %), conduirait à une augmentation de 11 milliards d'euros en 10 ans, toutes sources de financement confondues.

Dans une étude récente², France Stratégie a fait des projections qui peuvent être résumées ainsi :

- ▶ s'aligner sur les dépenses par étudiant d'un groupe de six pays performants (Finlande, Irlande, Norvège, Pays-Bas, Suède et Royaume-Uni), à effectifs inchangés, représenterait un investissement supplémentaire de 0,2 à 0,4 point du PIB à l'horizon de dix ans ;
- ▶ répondre à la croissance de la démographie étudiante : environ 0,1 point du PIB ;
- ▶ accroître la part d'une classe d'âge diplômée du supérieur : environ 0,18 point du PIB.

En conséquence, s'il s'agit d'atteindre ces trois objectifs à la fois, l'effort additionnel en faveur de l'enseignement supérieur devrait s'élever en moyenne à 0,58 point du PIB à l'horizon 2027, soit l'équivalent de 11,5 milliards d'euros de 2017. Cela porterait la dépense d'enseignement supérieur à 2 % du PIB, conformément à l'objectif proposé dans le cadre de la StraNES. Cette dépense ne sera toutefois pas uniquement prise en charge par l'Etat, comme c'est déjà le cas aujourd'hui : la part de l'Etat dans la dépense intérieure d'éducation est de 69 % à laquelle on doit ajouter 11,8 % de financement par des institutions publiques. Comme de nombreux pays européens, en particulier ceux du Nord de l'Europe et l'Allemagne, la France a fait le choix d'un système public d'enseignement supérieur, avec un financement assuré à plus de 80 % par des fonds publics.

Le gouvernement a fait le choix de ne pas augmenter les droits d'inscription à l'université, une position en phase avec ce qui se passe dans de nombreux pays européens, en particulier l'Allemagne (qui a supprimé les droits d'inscription) et les pays du Nord de l'Europe.

Une augmentation des droits d'inscription conduirait à une large remise en cause du modèle social de notre pays et serait contraire aux objectifs de la StraNES³.

Notons que les dépenses pour la R&D et celles pour l'enseignement supérieur, dans la comptabilisation de l'OCDE, se recoupent pour partie : il n'y a pas de frontière étanche entre ces deux activités. Les montants évoqués (3 milliards pour la R&D, 11 milliards pour l'enseignement supérieur) ne doivent donc pas être simplement additionnés.

IV.1.2 Une mobilisation à l'échelle européenne

L'Europe a choisi depuis longtemps de placer la société de la connaissance au cœur de sa vision politique. Cela a eu des traductions concrètes, mais une nouvelle étape est nécessaire.

² France Stratégie, *Quelles priorités éducatives ? Enjeux*, mai 2016

³ La question des droits d'inscription a fait l'objet d'une étude dans le rapport StraNES, cf. Levier 3 du rapport.

Il est nécessaire en effet que l'Union Européenne soit cohérente en matière de vision et de procédure budgétaire. Car si l'UE affiche une stratégie ambitieuse, en particulier dans le cadre d'Europe 2020 qui fait de l'ESR un pilier de l'avenir de l'Union, elle ne prend pas en considération de façon particulière les dépenses d'ESR dans le cadre des règles de calcul des déficits.

*Pourtant l'ESR constitue un investissement
qui rapporte plus qu'il ne coûte,*

cette situation est donc non seulement contradictoire avec les objectifs affichés, mais désastreuse dans plusieurs pays qui, touchés par la crise, ont fortement baissé leurs dépenses d'ESR, sacrifiant ainsi leurs perspectives. La résolution européenne relative à la juste appréciation des efforts faits en matière de défense et d'investissements publics dans le calcul des déficits publics, adoptée par le parlement français le 8 juin 2015, évoque l'exclusion des dépenses d'investissements qui engendrent des effets budgétaires positifs, ce qui est le cas pour l'enseignement supérieur et la recherche. L'Europe, terre de naissance des universités, mettrait ainsi en cohérence ses objectifs et ambitions d'une part et d'autre part les moyens qu'elle se donne pour les atteindre.

La société apprenante est un enjeu pour la France, elle doit aussi le devenir pleinement pour l'Europe.

IV.2 Les moyens pour l'enseignement supérieur et la recherche

Les moyens budgétaires publics de l'ESR sont rassemblés, au sein du budget de l'Etat, dans la Mission Interministérielle Recherche et Enseignement Supérieur (MIREES). Ils représentent en 2017 plus de 27 milliards d'euros. Ils sont répartis suivant 10 programmes.

Ces programmes relèvent de 6 départements ministériels.

La répartition des moyens publics se fait suivant deux modèles complémentaires : celui des financements de base, attribués aux établissements chaque année dans le cadre de leur subvention pour charge de service public, et les financements sur appels à projets, destinés à financer des projets qui ne peuvent pas toujours l'être dans le cadre des financements de base, à favoriser des démarches dépassant les frontières des établissements comme l'interdisciplinarité, ou à impulser des initiatives spécifiques, comme sur le numérique, les défis sociétaux etc.

Numéro et intitulé du programme	AE 2017	CP 2017
150 - Formations supérieures et recherche universitaire	13 264 420 686	13 226 850 526
231 - Vie étudiante	2 691 372 996	2 688 143 121
172 - Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires	6 513 909 973	6 423 915 122
193 - Recherche spatiale	1 466 584 352	1 466 584 352
190 - Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables	1 706 980 867	1 712 980 867
192 - Recherche et enseignement supérieur en matière économique et industrielle	769 294 301	794 609 301
191 - Recherche duale (civile et militaire)	180 074 745	180 074 745
186 - Recherche culturelle et culture scientifique	115 412 438	116 570 698
142 - Enseignement supérieur et recherche agricoles	340 507 400	339 670 121
Total	27 048 557 758	26 949 398 853

IV.2.1 Les financements de base

Pour assumer les missions de service public, avec une activité qui s'accroît en raison notamment de l'augmentation des effectifs étudiants, et pour développer notre production scientifique, un accroissement des financements de base est nécessaire. Il sera détaillé dans la partie IV.3.

IV.2.2 Un Programme d'Investissements d'Avenir 3

Les PIA 1 et 2 ainsi que le PIA 3 (5,9 Md€ au profit de l'ESR) apportent une contribution financière importante à l'ESR. Il est prévu pour une durée de 10 ans.

Les premiers appels à projets du PIA 3 seront lancés début 2017.

La répartition du PIA 3 est la suivante :

Répartition PIA 3

Objectifs	Actions	Subventions / Avances remboursables	Dotations décennales	Fonds Propres	Total
Soutenir les progrès de l'enseignement et la recherche					
Développer l'innovation pédagogique	« Territoires d'innovation pédagogique » dans l'enseignement scolaire	400	100	-	500
	Nouveaux cursus à l'université	-	250	-	250
Amplifier des programmes de recherche	Programmes prioritaires de recherche	50	350	-	400
	Equipements structurants pour la recherche	200	150	-	350
Intégrer recherche et enseignement supérieur	Soutien des Grandes universités de recherche	-	700	-	700
	Constitution d'Ecoles universitaires de recherche	-	300	-	300
Diversifier de nouveaux modes de gestion des universités	Ouvrir de nouveaux modes de gestion aux universités	-	-	400	400
Valoriser la recherche					
Promouvoir des territoires d'innovation et des démonstrateurs	Nouveaux écosystèmes d'innovation	80	150	-	230
	Démonstrateurs et territoires d'innovation de grande ambition	800	-	700	1 500
	Accélérer le développement des écosystèmes d'innovation performants	620	-	-	620
Faciliter l'appropriation de l'innovation	Intégration des SATT, incubateurs et accélérateurs	50	-	100	150
	Fonds national post-maturation/ Frontier venture	-	-	500	500
Accélérer la modernisation des entreprises					
Soutenir l'innovation	Soutien à l'innovation collaborative	550	-	-	550
	Accompagnement et transformation des filières	500	-	500	1 000
Accompagner « l'industrie du futur »	Industries du futur	350	-	-	350
	Adaptation et qualification de la main d'œuvre	100	-	-	100
Accélérer la croissance des PME et ETI	Concours d'innovation	300	-	-	300
	Fonds national d'amorçage 2	-	-	500	-
	Multi-cap-croissance 2	-	-	400	400
	Fonds à l'internationalisation des PME	-	-	200	200
	Grands défis (soutien à des opérations en fonds propres hors norme)	-	-	700	700
		4 000	2 000	4 000	10 000

Source : Commissariat Général à l'investissement, Préparer la France aux défis de demain, juin 2016

IV.2.3 Le développement des ressources propres des établissements

L'augmentation du financement public présenté dans cette programmation budgétaire doit aussi être un levier au développement des ressources propres des établissements d'ESR, provenant notamment du mécénat, de contrats de recherche, de la formation continue ou de la valorisation immobilière (voir III.7.2).

C'est en particulier dans cette perspective qu'a été lancée avec les différents partenaires une nouvelle dynamique de développement de la formation continue dans les établissements d'enseignement supérieur. Un premier appel à manifestation d'intérêt a créé un groupe d'établissements pilotes dans le but de tester et préparer les conditions d'un changement d'échelle dans la part de marché que représente l'enseignement supérieur. Un second AMI a été lancé en octobre 2016.

IV.3 La programmation budgétaire 2017-2020

La programmation budgétaire 2017-2020 est déclinée plus précisément. Il faut noter que l'augmentation budgétaire correspond pour chaque composante à une augmentation sur 4 années. La répartition pour chaque année pourra varier, car certaines mesures peuvent préempter une partie importante du budget sur une année donnée. C'est le cas par exemple avec les mesures salariales correspondant au protocole PPCR et au point d'indice (voir IV.3.3).

IV.3.1 Pour l'enseignement supérieur

La StraNES fixe des objectifs quantitatifs et propose des actions destinées à améliorer la formation supérieure. En particulier, elle fixe l'objectif de porter à 60% d'une classe d'âge les diplômés de l'enseignement supérieur, tous niveaux confondus, et plus précisément à 50% la proportion de diplômés de niveau Licence, à 25% celle du niveau Master (y compris les diplômés de grandes écoles), et à 20 000 docteurs par an. Cet objectif a été défini en regard de l'évolution des besoins de qualification du monde socio-économique, qui voit une augmentation importante du besoin en diplômés du supérieur, et de la tendance observée au niveau international. Elle doit s'articuler avec une analyse prospective des besoins de compétences, notamment dans les nouveaux secteurs d'activité.

Cela se traduit par une augmentation conséquente du nombre d'étudiants à anticiper.

Projections d'évolution du nombre d'étudiants

Les projections effectuées par les services statistiques du Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche conduisent à anticiper une évolution du nombre d'étudiants dans une fourchette.

La note d'information sur les projections des effectifs dans l'enseignement supérieur pour les rentrées de 2015 à 2024⁴ indique l'évolution suivante :

Année	2015	2019	Evolution 2015-2019	2024	Evolution 2015-2024
Effectifs en milliers	2 510	2 703	193	2 806	335

Ces projections prennent en compte à la fois l'impact de la démographie naturelle (en particulier l'évolution du nombre de naissances), la tendance d'évolution du nombre de bacheliers, et les éléments constitutifs de l'entrée dans le supérieur et du parcours d'études. Ceci forme le bas de la fourchette d'évolution du nombre d'étudiants. On peut anticiper pour les prochaines années une tendance conforme à ces projections, peut-être un peu supérieure si le mouvement d'élévation du niveau de qualification s'amplifie.

Par ailleurs les simulations effectuées suite au rapport StraNES indiquent que la poursuite de l'objectif de porter à 60% d'une classe d'âge les diplômés du supérieur induirait **une augmentation supplémentaire de 460 000 étudiants en 10 ans**. On se retrouverait dans ce cas avec l'évolution suivante :

Année	2015	2019	Evolution 2015-2019	2024	Evolution 2015-2024
Effectifs en milliers	2 510	2 880	370	3 246	736

Cela constitue le haut de la fourchette, il ne sera probablement pas atteint, les effectifs se situant entre ces deux extrémités. En effet, si l'on regarde la différence entre les projections d'effectifs effectuées il y a quelques années et les effectifs constatés, on voit que les projections étaient sous-évaluées. Ainsi, en 2011 les projections effectuées par les services statistiques donnaient une perspective de 2 458 000 étudiants en 2015, alors que le chiffre constaté en 2015 est de 2 551 000, soit 100 000 étudiants de plus que prévu.

Cela traduit un mouvement qui n'avait pas été anticipé : l'augmentation du nombre de bacheliers généraux et technologiques sur la période récente, donc un taux de poursuite d'études supérieures plus important. Le mouvement d'élévation du niveau de qualification porté par la StraNES a donc débuté, et devrait s'amplifier. Dès lors, les simulations évoquant une augmentation supplémentaire de 460 000 étudiants en 10 ans ne peuvent s'ajouter complètement à celles des projections, puisque ces dernières incluent déjà un début de mouvement d'élévation du niveau de qualification. Il sera nécessaire de réévaluer chaque année les projections, comme le font déjà les services statistiques, et d'adapter les moyens en fonction des évolutions anticipées de manière plus fine.

⁴ Laurent Fauvet, (2016). « Projections des effectifs dans l'enseignement supérieur pour les rentrées de 2015 à 2024 ». Note d'information ESR, n° 16.01, février 2016 https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/2016/63/6/NI_Projections_16_01_542636.pdf

Estimation budgétaire

Pour évaluer l'impact sur le budget de l'Etat, on peut se fonder sur une dépense par étudiant égale au coût moyen par étudiant, soit 11 680 € en 2015. Ce coût intègre les dépenses de vie étudiante, et en particulier les bourses. Cette dépense est actuellement assurée à 69 % par l'Etat. La fourchette précédente concernant l'évolution du nombre d'étudiants se traduit en une fourchette pour les moyens supplémentaires nécessaires en 2020, par rapport à aujourd'hui, pour accueillir les étudiants supplémentaires projetés. Le bas de la fourchette correspond à une dépense supplémentaire de 1 550 M€ et le haut à 3 000 M€.

Une autre approche est de reprendre les chiffres déjà évoqués dans la partie IV.1.1. Ils aboutissent à un différentiel de 11 Md€ pour atteindre 2 % du PIB d'aujourd'hui ; la part de l'Etat étant de 69 %, cela représente 7,6 Md€. Au prorata des 4 années budgétaires relativement à la perspective d'une montée en puissance sur 10 ans, cela représente 3 Md€, un montant similaire au haut de la fourchette.

IV.3.2 Pour la recherche

Il faut noter que les montants évoqués pour l'enseignement supérieur intègrent des dépenses qui bénéficieront à l'activité de recherche : ainsi, dans le coût annuel par étudiant, les salaires des enseignants-chercheurs sont pleinement comptés alors qu'une partie du temps est consacré à la recherche.

Soutien aux laboratoires de recherche

Lors de l'ouverture des Assises de l'ESR en 2012, le Premier Ministre avait indiqué : « *Nous réaffirmerons la place de l'unité mixte de recherche comme élément structurant, en rééquilibrant le soutien de base et les crédits sur projets* ». Une 1^{re} mesure a eu lieu sur le budget 2013 se traduisant par un transfert théorique de 60 M€ de l'ANR vers les EPST, mais la concrétisation n'a pas été importante dans le budget des laboratoires. Le processus a été arrêté l'année d'après.

Il est donc nécessaire d'abonder le budget des organismes de recherche, des universités et des écoles, pour un montant atteignant 350 M€ supplémentaires en 2020.

ANR

Le taux de sélectivité à l'ANR est beaucoup trop faible, ce qui a conduit à amorcer un abonde-ment budgétaire qui doit se poursuivre. L'objectif est de porter le budget de l'ANR à 1 Md€, et cette programmation prévoit une augmentation de 350 M€ par rapport à 2016. Elle se traduira par des évolutions décrite dans la partie III.3.1 Cette augmentation se traduira aussi par une augmentation du programme Jeunes chercheuses/Jeunes chercheurs, qui leur permet d'accéder plus rapidement à l'autonomie scientifique.

La mise en place de frais d'infrastructure à 25 %, conformes au taux européen, correspond à un besoin trop longtemps différé. Ces frais permettent aux établissements de prendre en charge les différentes dépenses indirectes générées par les contrats de recherche, notamment la gestion, les fluides et la charge immobilière. Ce taux est atteignable dans le cadre d'une augmentation du budget de l'ANR.

Infrastructures de recherche et engagements internationaux

L'existence, dans la durée, des infrastructures de recherche est la condition pour avoir une recherche au meilleur niveau. La participation à de nombreux programmes internationaux dépend de notre capacité à nous engager dans la durée. Or un retard a été pris en termes d'investissement dans les très grandes infrastructures de recherche et dans les engagements internationaux. Ces infrastructures sont peu financées dans le cadre des PIA, et on a le plus souvent une difficulté importante à trouver une source de financement. Mobiliser un financement dans le cadre de la MIREs est donc indispensable. L'abondement dans le budget 2017 de 136 M€ pour les OI et TGIR internationaux et de 4,5 M€ pour les TGIR permettra d'assurer le bon niveau d'investissement.

IV.3.3 Emploi et attractivité des carrières

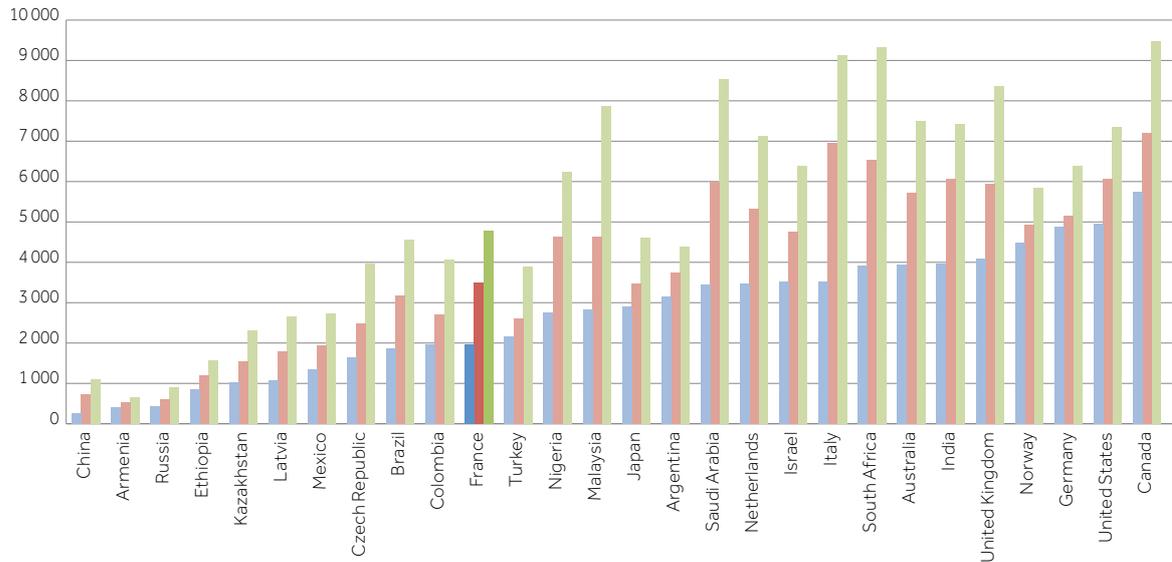
Mesures Jeunes chercheurs et amélioration de l'attractivité

Un des enjeux pour avoir un système d'ESR de haut niveau est d'avoir un renouvellement important, afin que des jeunes chercheurs apportent leur créativité et s'emparent plus rapidement des nouveaux champs de recherche. Il est donc important, pour assurer les meilleures conditions, que les recrutements deviennent plus attractifs, ce qui passe par des éléments de rémunération mais aussi de prévisibilité : si on souhaite que parmi les meilleurs étudiants une part s'engage dans l'ESR, il faut donner à ces étudiants, dont les perspectives professionnelles sont nombreuses et de bon niveau, une prévisibilité sur les recrutements à venir, au-delà de la période de 3 ans nécessaire à effectuer leur doctorat.

Un plan de modernisation et de revalorisation

L'entrée dans la carrière est aujourd'hui peu attractive, avec un ratio de 1,7 fois le SMIC, et des moyens de recherche limités. Les comparaisons internationales montrent la faiblesse des rémunérations, particulièrement pour le début de carrière : les salaires sont 2,5 fois plus élevés en Allemagne qu'en France, en début de carrière, alors qu'en fin de carrière le ratio n'est plus « que » de 1,5.

Salaire des enseignants du supérieur (\$ PPA)



Source : G. Altbach, P., Reisberg, L. and F. Pacheco, I. (2013). *Academic Salaries and Contracts: Global Trends and American Realities*. (données)

Une augmentation progressive de la rémunération et tout particulièrement des débuts de carrière est nécessaire. Pour cela des mesures importantes ont été prises comme l'augmentation du point d'indice et le plan de modernisation et revalorisation des carrières des personnels de l'ESR présenté en janvier 2017. Il s'inscrit dans le cadre du protocole Parcours professionnels, carrières, rémunérations (PPCR) dans la fonction publique, dont le Gouvernement a décidé la mise en œuvre en septembre 2015. C'est la première fois qu'une modernisation des carrières concerne l'ensemble des personnels de l'enseignement supérieur et de la recherche. Au total, elle concerne 105 000 personnels pour un montant de 130 M€. Elle améliore le déroulé de la carrière en instaurant un avancement régulier et transparent pour tous les corps. Elle revalorise la rémunération de l'ensemble des carrières en renforçant l'attractivité de l'entrée dans le métier. Elle ouvre de nouvelles perspectives de carrière, en fin de carrière. Les premières mesures de ce plan prennent effet en janvier 2017.

A titre d'exemple, la rémunération d'un ingénieur d'études augmentera de 2 370 € au cours des 2,5 années du début de carrière, et en fin de carrière de plus de 2 100€ par an. Pour un bibliothécaire, ce sera un gain de 6 300 € sur les 5 premières années. L'amélioration de la carrière, avec la création d'une hors-classe, conduit à des perspectives de fin de carrière supérieures de 9 000 € par an. Pour un maître de conférences, 1 100 € de plus par an en début de carrière, et la création d'un échelon exceptionnel de la Hors-classe conduit à des perspectives de rémunération de 5 850 € supplémentaires par an.

Par ailleurs les mesures liées au dispositif Sauvadet qui permet la titularisation de personnels contractuels s'élèvent à 24 M€ par an.

Au-delà de ce plan, des mesures supplémentaires pour les jeunes chercheurs sont prévues dans la programmation budgétaire. Le CNRS a expérimenté l'octroi systématique de la PEDR à ses nouveaux chargés de recherche, pour un montant de 3 500 € par an et par chercheur. Des expérimentations ont également lieu pour tenter de constituer des dotations d'accueil des nouveaux recrutés, avec une dotation en recherche leur permettant de s'engager immédiatement dans la recherche sans attendre de décrocher un contrat ANR.

La programmation prévoit la mise en place de dotations d'accueil qui seront constituées de deux mesures :

- ▶ octroi d'une prime d'attractivité lors du recrutement de 3500€ par an par personne recrutée pendant 4 ans ;
- ▶ dotation recherche de 10 000 € par personne recrutée.

Cela représentera un coût de 50 M€ en 2020.

Par ailleurs, l'augmentation du budget du programme Jeunes chercheuses/Jeunes chercheurs de l'ANR (voir IV.3.2) favorisera l'accès à l'autonomie scientifique.

Au niveau des doctorants, une augmentation de la rémunération du contrat doctoral a eu lieu en 2016 : elle est passée de 1 684 € brut à 1 748 € brut. Une nouvelle augmentation devra être mise en place afin de maintenir le rapport entre le contrat doctoral et le SMIC. Une augmentation mensuelle de 60 € coûtera environ 15 M€.

Le nombre de contrats doctoraux doit également être augmenté, afin d'une part de réduire la part des doctorants non-financés, d'autre part d'accompagner le développement du doctorat. 1 000 contrats doctoraux supplémentaires représenteront une dépense de 30 M€.

Un effort pour renforcer l'attractivité

L'effort d'attractivité ne peut se limiter au niveau junior (recrutement comme maître de conférences, chargé de recherche ou équivalent). Les moyens supplémentaires présentés dans cette programmation budgétaire permettront aux établissements de mettre en œuvre les dispositifs les plus adaptés en fonction de leurs besoins, par exemple en programmant des recrutements au niveau doctoral ou post-doctoral pour accompagner la création d'une nouvelle équipe de recherche par un nouveau professeur à l'occasion de son recrutement.

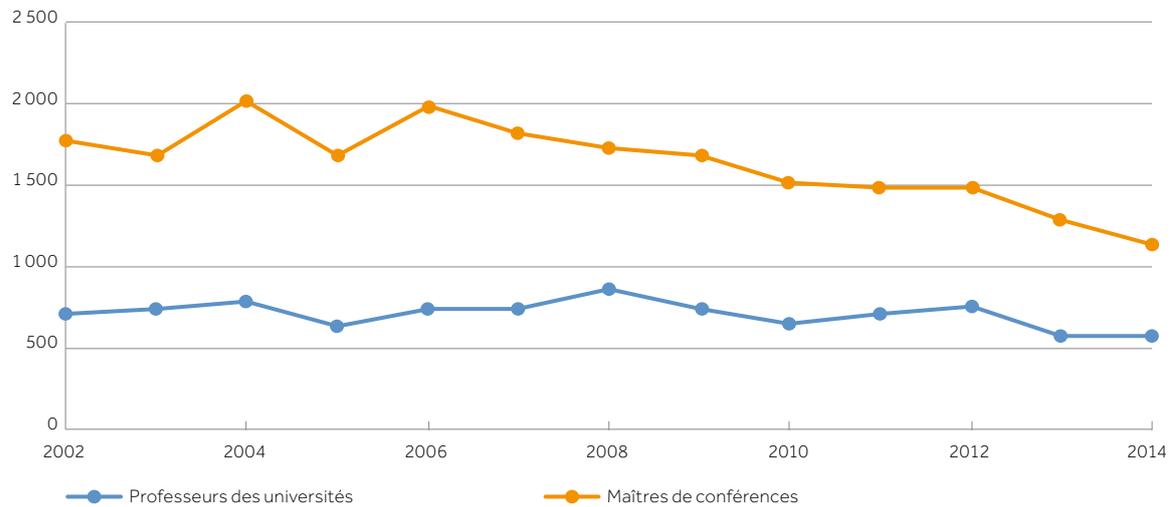
Au niveau national, l'Institut Universitaire de France (IUF) occupe également une place importante permettant de renforcer l'attractivité de notre pays. Toutefois le nombre d'enseignants-chercheurs membres de l'IUF est insuffisant : il y a eu 105 nouveaux membres et 5 reconductions en 2016. Afin de le tripler d'ici à 2020, un budget de 30 M€ est nécessaire.

Par ailleurs, le dispositif des Congés pour Recherche et Conversion Thématique (qui évolue pour permettre également le ressourcement pédagogique), ou des délégations d'enseignants-chercheurs dans les organismes de recherche, permet à des enseignants-chercheurs de s'investir dans leur activité de recherche (ou désormais dans une mission d'innovation pédagogique) pendant une période d'un ou deux semestres en général. Le nombre de semestres de CRCT attribués en 2016 n'est que de 900. Une augmentation importante est nécessaire et sera également un facteur d'attractivité, ce dispositif existant de manière plus importante dans de nombreux pays. Une ligne de 20 M€ sera dédiée à la montée en puissance de ce dispositif, afin de financer 4 000 semestres supplémentaires par an. Ces semestres permettront également de favoriser le ressourcement pédagogique, conformément à l'évolution évoquée dans la partie III.2.1

Recrutements

Nous vivons actuellement une période de faibles départs en retraite, sous le double effet du creux dans les recrutements dans les années 70 et du recul de l'âge de départ en retraite, effets auquel s'ajoute le gel d'emplois dans de nombreux établissements.

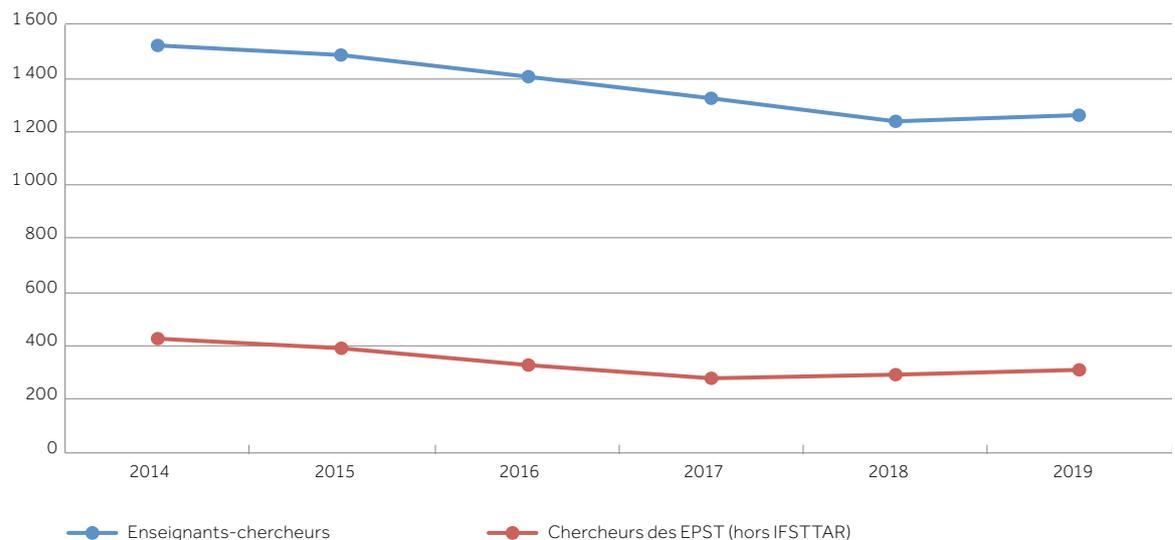
Nombre de MCF et de PR recrutés depuis 2002



Champ : Campagnes de recrutement 2002 à 2014, sessions synchronisées et premières sessions
Source : DGRHA1-1

Les perspectives sont encore à la baisse, avec un redressement à venir à l'horizon 2019

Prévisions de départs en retraite pour les enseignants-chercheurs et les chercheurs des EPST (hors IFSTTAR)



Source : MENESR-DGRHA1-1 et EPST

Parallèlement, l'emploi des personnels de soutien administratif ou technique est également sous tension. Celui-ci est particulièrement important pour le bon fonctionnement des activités que ce soit pour la recherche ou la formation. Il fait pleinement partie de la question de l'attractivité : un des éléments que les chercheurs comparent quand il s'agit d'un recrutement international est la qualité de l'environnement, et donc de la possibilité de s'appuyer sur des personnels ITA ou BIATSS.

Pour donner des perspectives de recrutement aux jeunes qui s'engagent dans la recherche, et éviter les phénomènes de vague creuse qui se traduisent par un plus faible renouvellement scientifique et des difficultés à maintenir le niveau scientifique, il est nécessaire de créer des emplois pendant la vague creuse, afin que le nombre d'emplois ouverts soit toujours au moins de 3 % des effectifs.

Pour maintenir un niveau de recrutement à peu près stable, il faudra donc créer en moyenne 350 emplois (chercheurs et ITA) supplémentaires par an dans les EPST pendant les 4 prochaines années.

Pour les EPSCP, un plan de 1 000 recrutements par an est encore nécessaire. Il faut noter que ce montant est intégré dans l'augmentation budgétaire liée à l'augmentation du nombre d'étudiants (IV.3.1), il n'apparaît donc pas explicitement dans la partie IV.3.6 dans la ligne concernant l'emploi, où seul le montant correspondant aux organismes de recherche est mentionné.

Compensation du Glissement Vieillesse Technicité

Les variations importantes du nombre de postes ouverts au recrutement dans les dernières décennies ont eu des conséquences néfastes, pouvant aller jusqu'à fragiliser des disciplines entières qui ne pouvaient plus se renouveler. Elles ont également engendré un Glissement Vieillesse Technicité (GVT) important. En effet, quand les départs des personnes en fin de carrière sont de moins en moins nombreux, la moyenne d'âge augmente et avec elle le salaire moyen : les dépenses de salaires sont donc mécaniquement plus élevées. Un deuxième phénomène qui concourt au GVT est le fait que quand le nombre de postes ouverts au recrutement se raréfie, on constate une tendance à une augmentation de l'âge de recrutement, or les personnes recrutées plus tard entrent avec un salaire plus important en raison de la prise en compte de leur expérience. Tout ceci a des conséquences importantes au niveau du budget de chaque établissement.

La pyramide des âges actuelle, marquée par la faiblesse de recrutement des années 70, induit un GVT important : 60 M€ par an. La compensation de ce GVT est nécessaire pour éviter d'annuler les mesures concernant les recrutements.

IV.3.4 Politique de site

Comme précisé dans la partie III.1.3, il est nécessaire de doter financièrement les contrats quinquennaux afin de mettre en place une véritable politique de site sans se limiter aux seules ressources des établissements partenaires. Une ligne de 130 M€ à l'horizon 2020, déjà amorcée en 2017, permettra de soutenir les projets ambitieux des regroupements.

IV.3.5 Numérique

La période d'évolution très rapide en ce qui concerne le numérique nécessite une action transversale qui est détaillée dans la partie III.6. Une ligne de 30 M€ par an est nécessaire pour financer ces projets.

IV.3.6 Immobilier

Plus du tiers des bâtiments est actuellement vétuste. Au-delà des actions désormais possibles en matière de valorisation du patrimoine au service de l'attractivité des campus (voir III.7.2), de nature à accroître la part des opérateurs économiques dans la dépense intérieure, un effort budgétaire de 300 M€ par an est indispensable pour la mise à niveau qualitative des campus.

IV.3.7 Bilan

La programmation budgétaire présentée ici, (en milliers d'euros) qui reprend les éléments précédents, doit être lue comme la différence entre les moyens annuels mis en loi de finances 2016 et ceux qui seront mis en 2020.

Enseignement supérieur		Entre 1 550 et 3 000
Recherche		840
	Soutien aux labos	350
	ANR	350
	Infrastructures, engagements internationaux	140
Carrières		785
	Recrutement (organismes ⁵)	70
	GVT	240
	Carrières	375
	Jeunes chercheurs	100
Politique de site		130
Numérique		30
Immobilier		300
Total		Entre 3 635 et 5 085

L'augmentation budgétaire nécessaire pour accompagner la mise en œuvre des stratégies nationales est donc, en rythme annuel, d'au moins 910 M€, pouvant aller jusqu'à 1 270 M€. Les moyens supplémentaires mis en œuvre en 2017 d'une part, intégrant à la fois l'augmentation

budgétaire et les moyens du PIA présentés ci-dessous, et d'autre part la perspective de dépenser de l'ordre d'un milliard supplémentaire chaque année, s'inscrivent pleinement dans cette projection. Les moyens des années suivantes devront être définis en suivant l'évolution constatée des effectifs étudiants.

Il convient de présenter en plus les dépenses qui seront effectuées dans le cadre du PIA 2 et du PIA 3, en considérant un rythme annuel. C'est un total de plus de 300 M€ par an qui seront dépensés en plus des moyens budgétaires précédents.

PIA 2		90
	IDEX/ISITE	77
	Développement d'universités numériques expérimentales	3
	Instituts Convergences	10
PIA 3		236
	Nouveaux cursus	25
	Grandes universités de recherche	70
	Écoles universitaires de recherche	30
	Programmes prioritaires de recherche	40
	Équipements structurants	35
	Numérique	6

⁵ Les créations d'emplois au niveau des établissements d'enseignement supérieur sont déjà financées dans la partie Enseignement supérieur, il ne s'agit donc ici que des créations dans les organismes de recherche.

[M]

L'évaluation

L'évaluation joue un rôle très important dans le fonctionnement du système d'ESR. Elle doit répondre à plusieurs principes :

Elle doit prendre en compte les différentes missions des acteurs de l'ESR : recherche, formation, valorisation, partage des savoirs, administration...

Elle doit être réalisée sur une base indépendante.

Elle doit répondre aux critères de qualité internationaux.

Elle doit être cohérente avec les stratégies nationales, en fournissant des éléments permettant d'évaluer la réalisation des objectifs nationaux.

Elle doit être efficace pour ne pas devenir chronophage.

V.1 L'évaluation des structures

La création du Haut Conseil de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES) en 2014 répond à ces principes. La loi du 22 juillet 2013 charge le HCERES :

- ▶ d'évaluer les établissements d'enseignement supérieur et leurs regroupements, les organismes de recherche, les fondations de coopération scientifique et l'Agence nationale de la recherche ou, le cas échéant, de s'assurer de la qualité des évaluations conduites par d'autres instances ;
- ▶ d'évaluer les unités de recherche à la demande de l'établissement dont elles relèvent, en l'absence de validation des procédures d'évaluation ou en l'absence de décision de l'établissement dont relèvent ces unités de recourir à une autre instance ou, le cas échéant, de valider les procédures d'évaluation des unités de recherche par d'autres instances.
- ▶ d'évaluer les formations et diplômes des établissements d'enseignement supérieur ou, le cas échéant, de valider les procédures d'évaluation réalisées par d'autres instances.
- ▶ de s'assurer de la prise en compte, dans les évaluations des personnels de l'enseignement supérieur et de la recherche, de l'ensemble des missions qui leur sont assignées par la loi et leurs statuts particuliers ;
- ▶ de s'assurer de la valorisation des activités de diffusion de la culture scientifique, technique et industrielle dans la carrière des personnels de l'enseignement supérieur et de la recherche ;
- ▶ d'évaluer a posteriori les programmes d'investissement et les structures de droit privé recevant des fonds publics destinés à la recherche ou à l'enseignement supérieur.

- ▶ Dans le cadre de programmes de coopération européens ou internationaux ou à la demande des autorités compétentes, le HCERES peut participer à l'évaluation d'organismes étrangers ou internationaux de recherche et d'enseignement supérieur.

Le Haut Conseil comporte également un Observatoire des Sciences et Techniques (OST) chargé de conduire des études et analyses stratégiques.

V.2 L'évaluation des personnels des établissements publics d'ESR

L'évaluation des personnels des établissements publics d'ESR est quant à elle réalisée dans des instances spécifiques : comités d'évaluation des organismes de recherche, conseil national des universités, conseils académiques des universités...

Un des enjeux du processus d'évaluation est de concerner l'ensemble des missions de l'ESR, ce qui est encore loin d'être réalisé. En particulier, l'évaluation des personnels est le plus souvent réalisée avec une focale principale sur l'activité de recherche, y compris dans les universités, alors que les autres missions (formation, valorisation...) sont moins prises en compte. C'est une forme de mouvement de balancier qui a lieu : les universités et grandes écoles, qui il y a plusieurs décennies étaient peu présentes en termes de recherche, ont considérablement développé cette activité, au profit d'un adossement de l'activité de formation à la recherche. Ce phénomène, amplifié par des classements internationaux qui privilégient la facette recherche des établissements, a parfois conduit à un investissement moindre dans la formation. Cela a des conséquences problématiques : une hiérarchie s'introduit entre les différentes missions, pouvant aller jusqu'à délaisser certaines. L'investissement, parfois exceptionnel, de personnels dans certaines missions n'est pas toujours reconnu à son juste niveau, et leur progression de carrière moins bonne que ceux qui se concentrent strictement sur l'activité de recherche.

*Un équilibre doit être trouvé
entre les différentes missions,*

comme le préconise la Stratégie Nationale de l'Enseignement Supérieur qui aborde ces questions dans le Levier 2 : « Écouter et soutenir les femmes et les hommes de l'enseignement supérieur ». C'est indispensable si on veut en particulier que les personnels s'investissent dans la recherche partenariale avec des entreprises, dont les résultats (brevets, contrats...) doivent recevoir une attention plus affirmée des organes d'évaluation. Il en va de même pour les activités de partage des savoirs : la contribution de certains auteurs ou conférenciers a un impact immense sur la science, en permettant une meilleure compréhension pour un large public et en suscitant des vocations scientifiques. De la même manière, l'investissement des chercheurs des organismes dans la formation, la valorisation ou le partage des savoirs doit encore être mieux pris en compte dans les carrières.

Aujourd'hui le cadre réglementaire a évolué, et la loi du 22 juillet 2013 dispose que le HCERES « s'assure de la prise en compte, dans les évaluations des personnels de l'enseignement supérieur et de la recherche, de l'ensemble des missions qui leur sont assignées par la loi et leurs statuts particuliers ». Cela se traduit concrètement, dans le référentiel de l'évaluation externe des établissements établi par le HCERES, par la référence suivante : « L'établissement prend en compte l'ensemble des activités exercées par les enseignants chercheurs, ainsi que leur investissement dans l'établissement, dans sa politique de promotion. »¹ Les conditions sont aujourd'hui réunies pour une évolution favorable.

V.3 L'évaluation de la mise en œuvre de la stratégie

Le suivi de la mise en œuvre des stratégies nationales qui concernent l'ESR est prévu dans chacun des rapports, ainsi que par la loi du 22 juillet 2013. Il s'appuie sur les conseils et comités qui ont participé à l'élaboration de ces stratégies, ainsi que sur plusieurs instances officielles : Conseil National de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (CNESER), Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST), commissions compétentes de l'Assemblée Nationale et du Sénat.

A l'appui de ce suivi, plusieurs indicateurs sont choisis qui correspondent aux principaux objectifs de la StraNES et de la SNR.

- ▶ Part des dépenses d'éducation dans le PIB
- ▶ Effort de R&D publique et privée dans le PIB (dont la part publique)
- ▶ Part de diplômés de l'enseignement supérieur dans une classe d'âge
- ▶ Part du chiffre d'affaires national de la formation professionnelle continue effectuée dans les établissements d'enseignement supérieur publics ou reconnus par l'État
- ▶ Nombre annuel de soutenances de thèse de doctorat
- ▶ Nombre d'étudiants étrangers par formation dans l'enseignement supérieur
- ▶ Nombre de mobilités sortantes
- ▶ Taux d'accès à l'enseignement supérieur
- ▶ Ecart social de diplomation : écart entre le taux de diplômés du supérieur parmi les enfants de cadres et le taux parmi les enfants d'ouvriers ou d'employés

¹ HCERES, (2016). *Référentiel de l'évaluation externe des établissements d'enseignement supérieur et de recherche*. <http://www.hceres.fr/content/download/28633/439259/file/R%C3%A9f%C3%A9rentiel%20Vague%20D%20Etablissements.pdf>

- ▶ Indicateurs de disparité hommes/femmes retenus :
 - Proportion de bacheliers dans une génération selon la voie et le sexe (en %)
 - Part de femmes dans les disciplines scientifiques à l'université (en %)
 - Part de femmes dans l'enseignement supérieur (en %)
- ▶ Indicateurs d'insertion professionnelle hommes/femmes
- ▶ Moyens consacrés à l'innovation pédagogique et au numérique
- ▶ Part depuis 2000 des étudiants boursiers sur critères sociaux
- ▶ Nombre de places en logement étudiant pour 100 étudiants boursiers
- ▶ Part des publications de référence internationale des opérateurs du programme dans la production scientifique mondiale, européenne et dans l'espace Allemagne/Royaume-Uni/France, au total et par défi sociétal de la SNR
- ▶ Indice de spécialisation de la France par défi sociétal
- ▶ Reconnaissance scientifique des publications dans les journaux à comité de lecture, par défi
- ▶ Indice d'internationalisation des publications scientifiques
- ▶ Répartition des projets financés dans le cadre de l'appel à projet générique de l'ANR selon les orientations scientifiques des défis sociétaux de la SNR
- ▶ Nombre de coordinations scientifiques portées par la France de projets européens sur les recherches au cœur des défis sociétaux, par défi
- ▶ Part des programmes bilatéraux finançant des recherches liées aux défis sociétaux de la SNR
- ▶ Part des lauréats du concours des entreprises innovantes (i-Lab) dont le projet peut être rattaché à un ou plusieurs défis de la SNR
- ▶ Taux de chercheurs dans la population active (et selon le sexe)
- ▶ Co-publications scientifiques public-privé par million d'habitants
- ▶ Part du PIB consacré au capital-risque

Le suivi de ces indicateurs permettra d'évaluer la qualité de la mise en œuvre de la stratégie de l'État. Ces indicateurs seront complétés par des études et des analyses qualitatives.

[M]

Annexes

VI.1 Glossaire

Agenda 2030 : Agenda 2030 pour le Développement Durable, adopté par les 193 Etats membres des Nations Unies à New York en septembre 2015.

ALLENVI : Alliance pour l'Environnement

ALLISTENE : Alliance pour les Sciences et Technologies de l'Information

AMSCSTI : Association des Musées et Centres de Science pour le Développement de la Culture Scientifique, Technique et Industrielle

ANCRE : Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Energie

ANR : Agence Nationale de la Recherche

APB : Admission Post-Bac

ARF : Association des Régions de France

ARPE : Aide à la Recherche du Premier Emploi

ATHENA : Alliance Nationale des Humanités, Sciences Humaines et Sciences Sociales

AVIESAN : Alliance Nationale pour les Sciences de la Vie et de la Santé

AVUF : Association des Villes Universitaires de France

B2i : Brevet Informatique et Internet

BIATSS : Bibliothèques, Ingénieurs, Techniciens, de Service et de Santé

BPI : Bibliothèque Publique d'Information

C2i : Certificat Informatique et Internet

Campus France : Agence française pour la promotion de l'enseignement supérieur, l'accueil et la mobilité internationale

Carnot: label donné pour 5 ans ou structure (« institut Carnot ») pour développer la conduite de travaux de recherche menés par des laboratoires publics en partenariat avec des acteurs socio-économiques.

CDEFI : Conférence des Directeurs des Ecoles Françaises d'Ingénieurs

CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

CERN : Organisation européenne pour la recherche nucléaire

CGE : Conférence des Grandes Ecoles

CGI : Commissariat Général à l'Investissement

CIFRE : Convention Industrielle de Formation par la Recherche

CLES : Certificats de compétence en Langues de l'Enseignement Supérieur

CNES : Centre National d'Etudes Spatiales

CNESER : Conseil National de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

CNNum : Conseil National du Numérique

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

COMOP : Comité Opérationnel du CSR

COMUE : Communauté d'Universités et d'Etablissements

COP21 : 21^e conférence des Parties organisée à Paris en décembre 2015, aussi appelée Conférence Paris Climat 2015

CPER : Contrat de Plan
Etat-Région

CPF : Compte Personnel
de Formation

CPSD : Comité
de Pilotage Scientifique
des Défis

CPU : Conférence
des Présidents d'Université

CROUS : Centre Régional
des Œuvres Universitaires
et Scolaires

CSR : Conseil Stratégique
de la Recherche

CSTI : Culture
Scientifique, Technique
et Industrielle

CVT : Consortium
de Valorisation Thématique

D2E : Diplôme
d'Etudiant-Entrepreneur

DARIAH : Digital
Research Infrastructure
for Arts and Humanities

DGESIP : Direction
Générale de l'Enseignement
Supérieur et de l'Insertion
Professionnelle (MENESR)

DGRI : Direction
Générale de la Recherche
et de l'Innovation (MENESR)

DIRD : Dépense
Intérieure de Recherche
et Développement

DIRDA : Dépense
Intérieure de Recherche
et Développement
des Administrations

ECNI : Epreuves Classantes
Nationales Informatisées

EPSCP : Établissements
Publics à caractère
Scientifique, Culturel
et Professionnel

EPST : Etablissements
Publics à Caractères
Scientifiques
et Technologiques

ESFERI : European
Strategy Forum on Research
Infrastructures

ESPE : Ecole Supérieure
du Professorat
et de l'Education

ESR : Enseignement
Supérieur et Recherche

EUA : European
University Association –
Associations des Universités
Européennes

FTLV : Formations
Tout au Long de la Vie

FUI : Fond Unique
Interministériel

FUN : France Université
Numérique

GAFA : Google,
Amazon, Facebook,
Apple

GIEC : Groupe d'experts
Intergouvernemental
sur l'Evolution du Climat

GVT : Glissement Vieillesse
Technicité

HCERES : Haut Conseil
de la Recherche
et de l'Enseignement
Supérieur

IDEX : Initiative
d'EXcellence

IRT : Institut de Recherche
Technologique

I-SITE : Initiatives Science
Innovation Territoires
Economie

ITE : Instituts pour
la Transition Energétique

IUF : Institut Universitaire
de France

IUT : Institut Universitaire
de Technologie

L : Licence

LOLF : Loi Organique
relative aux Lois de Finance

LP : Licence Professionnelle

M : Master

M€, Md€, Mds€ : Million
d'euros, Milliard d'euros,
Milliards d'euros

MEN : Ministère
de l'Education Nationale

MAEDI : Ministère des Affaires Etrangères et du Développement International

MENESR : Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

MIRES : Mission Recherche et Enseignement Supérieur

MOOC : Massive Open Online Course – Cours en ligne ouvert à tous

OCDE : Organisation de Coopération et Développement Economiques (=OECD)

ODD : Objectifs de Développement Durable

OECD : Organisation for Economic Co-operation and Development (=OCDE)

OFCE : Observatoire Français des Conjonctures Economiques

OPECST : Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques

OST : Observatoire des Sciences et Techniques

PAP : Projet Annuel de Performances

PEDR : Prime d'Encadrement Doctoral et de Recherche

PEPITE : Pôles Etudiant pour l'Innovation, le Transfert et l'Entrepreneuriat

PIA : Programme d'Investissements d'Avenir

PISA : Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves

PNVE : Plan National de Vie Etudiante

PPA : Parité de Pouvoir d'Achat

PPCR : Parcours Professionnels Carrières et Rémunérations

Prix PEPS : Passion Enseignement et Pédagogie dans le Supérieur

R&D : Recherche et Développement

RAP : Rapport Annuel de Performances

SATT : Sociétés d'Accélération de Transfert de Technologies

SHS : Sciences Humaines et Sociales

SIRIES : Stratégie Internationale pour la Recherche, l'Innovation et l'Enseignement Supérieur

SNCSTI : Stratégie Nationale de Culture Scientifique, Technique et Industrielle

SNIR : Stratégie Nationale des Infrastructures de Recherche

SNR : Stratégie Nationale de Recherche

StraNES : Stratégie Nationale de l'Enseignement Supérieur

STS : Section de Technicien Supérieur

SUMPS : Service Universitaire de Médecine Préventive et de Promotion de la Santé

TECV (loi) : la Transition Énergétique pour la Croissance Verte

TGIR : Très Grande Infrastructure de Recherche

TIC : Technologies de l'Information et de la Communication

UNESCO : United Nations Educational Scientific and Cultural Organization

VAE : Validation des acquis de l'Expérience

VI.2 Remerciements

Ce Livre Blanc a fait l'objet de très nombreuses contributions qu'il est impossible de lister de manière exhaustive. Il est néanmoins indispensable de remercier les personnes suivantes qui y ont apporté leur énergie tout au long du processus de rédaction :

- ▶ les membres du Comité du Livre Blanc : Bertrand Monthubert, Président du comité ; Gérard Aschiéri ; Sophie Béjean ; Dominique Gillot ; Marion Guillou ; Mari-Noelle Jego-Laveissiere ; Jean-Yves le Déaut ; Valérie Masson-Delmotte ; Jean Pisani-Ferry ; Brigitte Plateau ; François Taddei ; Claire Thoury ; Cédric Villani ;
- ▶ Clara Danon, de la Direction Générale de l'Enseignement Supérieur et de l'Insertion Professionnelle, et Anne Guichard-Grosnon, de la Direction Générale de la Recherche et de l'Innovation du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, qui ont effectué l'interface avec leurs directions et apporté beaucoup de matière à ce document ;
- ▶ Luca Vergallo et Sarah Eldarawy qui lors de leur stage ont participé à ce travail.

VI.3 L'ESR, un investissement pour l'avenir : étude de l'OFCE

Le texte qui suit est le produit d'un travail réalisé par l'OFCE à la demande du MENESR. Il est intégré fidèlement à ce Livre Blanc.

Evaluation de l'impact d'une politique d'investissement dans l'enseignement supérieur et la recherche (ESR)

*Bruno Ducoudré
Maurizio Iacopetta
Sandrine Levasseur
Mathieu Plane
Xavier Ragot
Raul Sampognaro*

1. Quelques éléments de cadrage sur le lien empirique entre éducation et croissance des revenus
2. Evaluation de l'impact de court terme d'une politique d'investissement dans l'enseignement supérieur (ESR) à partir du Livre Blanc sur l'Enseignement Supérieur et la Recherche
3. Evaluation de l'impact de long terme d'une politique d'investissement dans l'enseignement supérieur et la recherche
4. Bibliographie
5. Annexe : Education et croissance : une brève revue de la littérature théorique

Ce travail évalue les effets d'une politique d'investissement dans l'éducation supérieure et la recherche (ESR) à partir du projet de *Livre blanc*, en distinguant les effets de court terme et ceux de long terme.

Effet de court terme

Les hypothèses de départ sont calibrées sur une augmentation progressive des dépenses d'ESR de 11 Mds d'euros à l'horizon 2027 par rapport à un scénario référentiel de stabilité des dépenses d'ESR dans le PIB. Cela représente un accroissement des dépenses d'ESR de 0,5 point de PIB d'ici à 2027.

Au total, la hausse des dépenses d'ESR aurait un impact significatif sur la croissance et l'emploi. Cette politique permettrait d'accroître le PIB de la France de 0,54 point de PIB à l'horizon 2027. L'économie créerait 115 000 emplois à l'horizon 2027, dont 66 000 seraient directement issus des créations d'emplois dans l'ESR. Les 49 000 emplois restants seraient créés dans le secteur marchand sous l'effet de la hausse de l'activité. Cela permettrait de réduire le taux de chômage de 0,4 point à l'horizon 2027. Cet effet de court terme ne tient pas compte de l'augmentation de la productivité du fait de l'amélioration de la qualification mesurée ci-après.

Cette mesure d'accroissement des dépenses d'ESR coûterait 0,5 point de PIB *ex ante* aux finances publiques en 2027 mais son coût final serait *ex post* de 0,23 point de PIB, une fois pris en compte le surplus de recettes fiscales et la réduction des dépenses publiques liés à l'accroissement de l'activité.

Effet de long terme

La mise en place à partir de 2017 de la politique de 60 % d'une classe d'âge diplômée de l'enseignement supérieur (ES) à l'horizon 2027 devrait se traduire par une augmentation de 11,2 à 11,7 points du taux de croissance du PIB par tête à l'horizon de 2047. Mais une fois tenue compte des effets « structure » (entre 6,5 à 7 points à l'horizon de 2047), l'effet pur de la « politique de 60 % d'une classe d'âge » est de l'ordre d'un peu plus 5 points du PIB à horizon 2047.

En outre, dans un contexte de robotisation des processus productifs et de développement de l'intelligence artificielle, l'augmentation du nombre d'individus diplômés de l'ES se traduirait par une baisse de l'inemployabilité de presque 400 000 personnes à l'horizon 2047, ce qui représente 1,4 % de la population active à cet horizon.

Enfin, porter l'investissement en R&D à 3 % du PIB (contre 2,25 % actuellement) permettrait d'augmenter la productivité globale des facteurs de 5 points à long terme, dont le PIB par tête d'au moins 5 points.

L'effort conjugué d'accroissement des qualifications et des dépenses de R&D conduirait à une hausse du PIB par tête supérieure à 10% à l'horizon 2047.

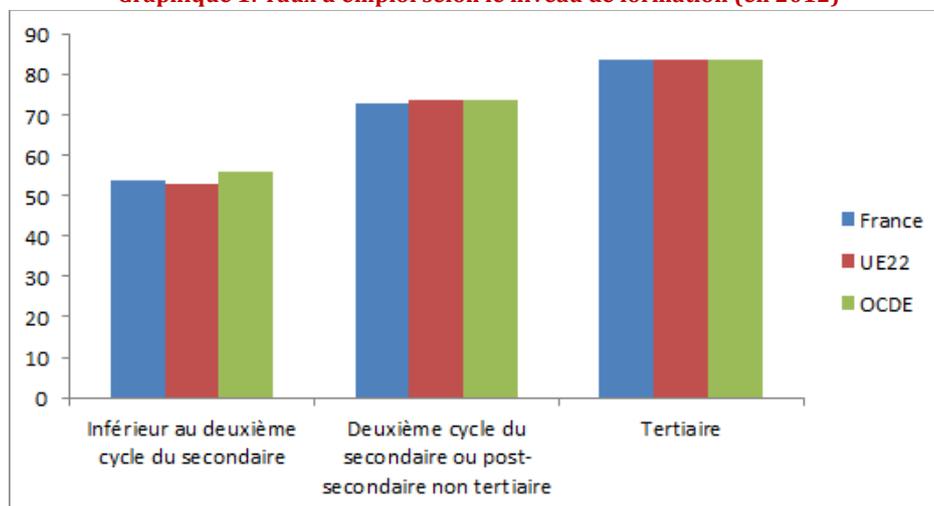
1. Quelques éléments de cadrage sur le lien empirique entre éducation et croissance des revenus

L'impact empirique de l'éducation sur la croissance des revenus peut être évalué à deux niveaux : au niveau individuel et au niveau macroéconomique. Tandis que l'impact positif de l'éducation sur la croissance du revenu fait l'objet d'un large consensus au niveau microéconomique, cet impact positif est beaucoup plus discuté au niveau macroéconomique. Dans ce qui suit, nous considérons tour à tour ces deux niveaux d'analyse.

1.1. Au niveau microéconomique : une forte corrélation positive entre niveau d'éducation, accès à l'emploi et revenus

En France, le taux d'emploi des diplômés du tertiaire (84 % en 2012) est supérieur de 10 points au taux d'emploi des diplômés du deuxième cycle du secondaire (c.a.d. les « bacheliers ») et des diplômés du post-secondaire non tertiaire (c.a.d. essentiellement les détenteurs d'un BTS ou DUT). Il est même supérieur de plus de 30 points au taux d'emploi des diplômés n'ayant pas de diplôme du deuxième cycle du secondaire (OCDE, Regards sur l'Education 2016). La France se situe dans la moyenne des pays de l'OCDE et de l'Union européenne au regard de la relation entre taux d'emploi et niveau d'éducation (Graphique 1).

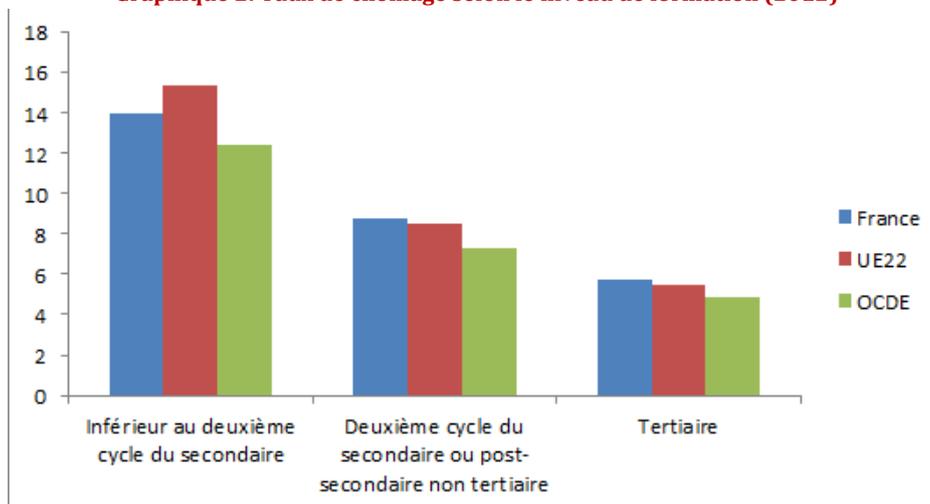
Graphique 1: Taux d'emploi selon le niveau de formation (en 2012)



Source : OCDE, Regards sur l'Education 2014.

En outre, la probabilité d'être au chômage est d'autant plus faible que les individus sont diplômés. Le taux de chômage des individus n'ayant pas le baccalauréat (qui s'établissait à 14 % en 2014) est 2,5 fois supérieur à celui des diplômés du tertiaire et 1,6 fois supérieur à celui des diplômés du post-secondaire non tertiaire. Soulignons aussi que plus une personne est diplômée, plus la durée de sa période de chômage est courte.

Graphique 2: Taux de chômage selon le niveau de formation (2012)



Source : OCDE, Regards sur l'Éducation 2014.

De plus, la différence de salaire net entre les bacheliers et les diplômés de l'enseignement supérieur est non négligeable. Par exemple, pour la génération sortie en 2010, la différence de salaire net était de 360 € par mois entre un diplômé bac +4 et un bachelier à la première embauche ainsi que trois ans plus tard, soit l'équivalent de 3 420 € par an (tableau 1). Y compris à des niveaux de diplôme élevé, un an de formation supplémentaire procure un gain important en termes de salaires : un bac +5 gagne annuellement 2 520 € de plus qu'un bac + 4 à la première embauche et même 3 600 € au bout de trois ans.

Tableau 1: salaire net médian selon le niveau de diplôme (en € contant 2013)

Niveau de formation de la génération sortie en 2010	Salaires nets mensuels médians (en € constant) ...	
	... à la 1ère embauche	... 3 ans après la sortie
Sans diplôme	1 130 €	1 160 €
CAP, BEP, mention complémentaire	1 200 €	1 260 €
Bac général	1 110 €	1 260 €
BTS, DUT et diplômes paramédicaux	1 410 €	1 520 €
M1 et autres bac +4	1 470 €	1 620 €
M2 et autres bac +5	1 680 €	1 920 €
Ecoles de commerce	1 990 €	2 290 €
Ecoles d'ingénieurs	2 120 €	2 350 €
Doctorat	2 100 €	2 350 €
<i>Ensemble</i>	1 340 €	1 450 €

Source : Barret, Ryk et Volle, 2014.

Au final, sur l'ensemble du cycle de vie, les gains individuels en termes de salaires s'avèrent largement supérieurs aux coûts de la formation initiale (mesurés comme les coûts directs de la scolarité et la perte de salaire liée à l'allongement de la durée de formation). En France, le taux de rendement interne de l'éducation a ainsi été évalué par l'OCDE à 11,4 % pour un diplômé du supérieur (10,6 % pour un diplômé du deuxième cycle du secondaire), soit un taux de rendement dans la moyenne des principaux pays développés (tableau 2). En d'autres termes, il est très rentable d'investir pour obtenir un diplôme du supérieur car son rendement est largement supérieur au taux d'intérêt réel (Anne-Braun *et al.*, 2016).

Tableau 2: Taux de rendement privé de l'éducation en 2010* (en %)

	Diplôme du deuxième cycle du secondaire	Diplôme du supérieur
Etats-Unis	19,4	15,4
Royaume Uni	18,2	14,3
Allemagne	7,5	13,4
France	10,6	11,4
Espagne	35,3	11,2
Canada	13,3	10,2
Danemark	11,7	8,4
Italie	8,1	8,1
Suède	16,5	7,4

*Le taux de rendement interne d'un diplôme (du deuxième cycle du secondaire ou du supérieur) est calculé en comparant, sur l'ensemble du cycle de vie, les coûts et les bénéfices privés de ce diplôme avec ceux du premier cycle du secondaire. Côté « coûts », on considère les frais d'inscription et le manque à gagner lié à la poursuite des études. Côté « bénéfices », sont considérés les salaires bruts plus élevés et un moindre risque de chômage, ces éléments étant ajustés des effets de redistribution (imposition, cotisations sociales, transferts sociaux dont bourses scolaires). Le cycle de vie considéré est celui des individus masculins. Les bénéfices sont calculés jusqu'à l'âge de la retraite, normalisé à 64 ans. L'éducation est supposée gratuite jusqu'à la fin du cycle secondaire.

Source : OCDE, Regards sur l'éducation 2014.

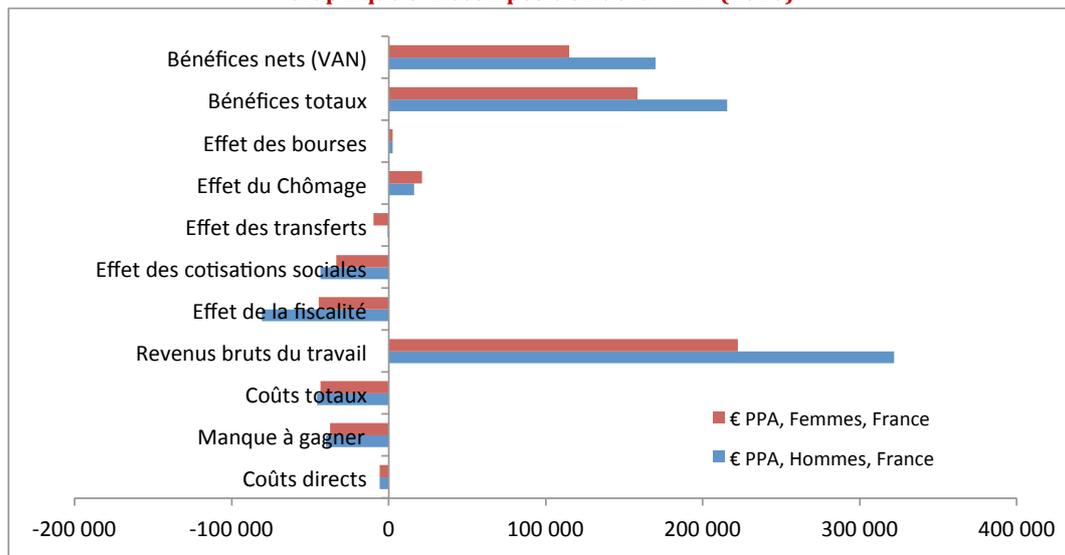
L'OCDE évalue la valeur actuelle nette (VAN) privée liée à l'obtention d'un diplôme de fin d'études supérieures à un peu moins de 170 000 € pour les hommes (115 000 € pour les femmes) dans le cas français¹ (graphique 3). Le supplément de salaires perçus sur l'ensemble du cycle de vie – par rapport à un individu masculin bachelier – contribue de façon importante à cette VAN puisqu'il s'élève à 321 500 € pour les hommes (environ 222 000 € pour les femmes) tandis que la meilleure protection contre le chômage que procure un diplôme de fin d'études supérieures relativement au seul baccalauréat est estimée à 16 100 € pour les hommes (21 000 € pour les femmes). En termes de VAN, la France se situe 8,4% au-dessus de la moyenne des pays de l'OCDE dès lors que l'on compare les individus masculins mais de seulement 5,3% si l'on compare les individus féminins.

Dès lors, si l'obtention d'un diplôme du supérieur apparaît au final si rentable, on peut s'étonner qu'il n'y ait pas plus d'individus qui choisissent de réaliser un tel investissement. Le problème peut être de deux ordres. D'abord, cette rentabilité peut être assez mal connue dans les milieux les plus défavorisés faute de

¹ La VAN est égal à la somme (sur l'ensemble du cycle de vie) des bénéfices nets des coûts liés à l'obtention d'un diplôme (relativement à un autre diplôme). Le taux d'actualisation retenu est de 3 % et les comparaisons internationales sont réalisées en PPA.

connaître concrètement les opportunités offertes par un diplôme du supérieur. A cet égard, on peut se féliciter d'initiatives telles que celles mises en place par exemple par Sciences Po en réservant des places en accession parallèle réservé à des lycéens de zones sensibles. D'autre part, même à connaître parfaitement la rentabilité d'acquies un diplôme de troisième cycle, ces mêmes milieux défavorisés pourraient être contraints à renoncer aux études supérieures faute de pouvoir emprunter pour les financer. Or, tel que montré par Galor et Zeira (1993), les imperfections du marché du crédit vont nuire à l'accumulation du capital humain et vont se traduire par un niveau d'activité économique déprécié de manière permanente. Dans ce cas, une politique de subvention à l'éducation, via des bourses d'étude par exemple, peut se révéler Pareto améliorante. Une telle politique peut également se montrer Pareto améliorante si l'éducation engendre des externalités positives. En effet, dans ce cas le rendement social de l'éducation est supérieur à son rendement privé, et les agents privés n'investissent pas assez en éducation faute de prendre en compte par exemple l'effet qu'aura une population aujourd'hui mieux éduquée sur la croissance économique et donc sur le bien-être des générations ultérieures. C'est ce qui est discuté dans le point suivant.

Graphique 3: Décomposition de la VAN* (2010)



* Pour un diplômé du tertiaire relativement à un diplômé du deuxième cycle du secondaire. VAN calculée sur un cycle de vie de 25 à 64 ans. Taux d'actualisation de 3%.

Source : OCDE, Regards sur l'éducation, 2014.

1.2. Au niveau macroéconomique : un consensus plus difficile entre éducation et croissance

Au niveau macroéconomique, pour établir un lien entre croissance et éducation, des équations du type $\Delta pib = \beta_0 + \beta_1 * \text{éducation} + \beta_2 * VI + \varepsilon$ sont estimées économétriquement, où VI est un ensemble d'autres variables sensées expliquer la croissance (par exemple le niveau du capital physique) et où ε est le résidu. Les différentes estimations qui ont été réalisées ne mettent pas en évidence de manière tranchée

une relation positive, qui plus est robuste, entre éducation et croissance économique². L'absence de consensus s'explique par plusieurs éléments:

- la mesure de l'éducation (a)
- la qualité des données d'éducation (b)
- la spécification du modèle (c)

(a) Dans la littérature empirique, deux mesures de l'éducation sont principalement utilisées: le nombre moyen d'années de scolarisation des individus (généralement de plus de 15 ans) et le pourcentage d'individus ayant atteint un certain niveau de diplôme (dans une classe d'âge ou dans la population totale).

(b) La discussion autour de la qualité des données d'éducation est à relier aux travaux plus récents de la Fuente et Domenech (2006) ainsi que Cohen et Soto (2007) qui font usage des données de l'OCDE et/ou de l'UNESCO pour compléter et harmoniser les données relatives à l'éducation (i.e. prise en compte des changements de systèmes de classification, utilisation de l'information contenue dans les recensements, recours aux données d'enquêtes).

(c) Les modèles peuvent différer dans la manière dont est introduite la variable d'éducation (logarithme, variation, niveau). En outre, les auteurs peuvent réaliser des estimations économétriques sans modèle théorique sous-jacent ce qui confère une certaine liberté dans la spécification : typiquement, ils estiment des équations de croissance à la Barro (1991) qui relie la croissance économique à tout un ensemble de variables (investissement, dépenses publiques, niveau de PIB initial...) en plus de(s) variable(s) d'éducation. A l'inverse, d'autres auteurs vont estimer un modèle théorique précis : généralement, ils estiment une fonction de production agrégée, ce qui va contraindre la spécification du modèle pour s'ajuster au plus près de la théorie (c.f. la revue de la littérature théorique en annexe).

Le tableau 3 reporte une sélection d'élasticités qui mesurent l'impact de l'éducation sur la croissance (mesurée en PIB par tête ou en PIB par travailleur ce qui, dans ce dernier cas, s'interprète comme une mesure de la productivité).

Les résultats reportés dans le tableau 3 illustrent les principales difficultés rencontrées dans cette littérature, à savoir que :

- (i) La spécification exacte de la variable « éducation » n'est pas neutre : dans le modèle (1), le coefficient associé au nombre moyen d'années de scolarisation (en taux de croissance) est positif mais non significatif tandis que le stock de capital par travailleur (en taux de croissance) explique une part très importante de la croissance de la productivité. Le nombre moyen d'années de scolarisation est significatif dans le modèle (6) mais devient non significatif (et avec un impact négatif sur la croissance) dans le modèle (7) où est introduit simultanément le taux d'obtention d'un certain diplôme (pondéré par la population ayant obtenu ce diplôme). Globalement, l'estimation est meilleure (c.a.d. le R^2 est plus élevé) lorsque seul le taux d'obtention est introduit comme dans le modèle (8).
- (ii) Les données d'éducation sur lesquelles reposent les estimations ont une grande importance : certes, les données de Barro et Lee montrent que l'éducation a un impact positif sur la croissance de la productivité mais que cet impact positif est plus faible (voire beaucoup plus faible) que lorsque les données de Cohen et Soto sont utilisées (modèles (2) et (4) *versus* (3) et modèles (5)).
- (iii) La méthode d'estimation affecte la taille des coefficients estimés : la méthode GMM qui corrige les biais d'endogénéité confirme que l'éducation a un impact positif sur la croissance de la productivité mais que cet impact positif est plus faible que lorsque un modèle à effets fixes est estimé (modèles (2) et (3) *versus* modèles (4) et (5)).

² Pour une revue de la littérature sur le sujet, voir Gurgand (1999), qui discute aussi de la déconnection entre niveau microéconomique et macroéconomique.



Les élasticités reportées dans le tableau 3 seront utilisées pour calculer l'impact de long terme d'une politique d'investissement dans l'éducation visant à amener 60 % d'une classe d'âge dans l'enseignement supérieur.

Tableau 3 : Une sélection d'élasticités découlant des estimations empiriques liant croissance et éducation

	Modèle BS (1)	Modèle effets fixes Barro-Lee data (2)	Modèle effets fixes Cohen-Soto data (3)	GMM Barro-Lee data (4)	GMM Cohen-Soto data (5)	Modèle BK (6)	Modèle BK (7)	Modèle BK (8)
Variable dépendante	Taux de croissance du PIB par travailleur	Taux de croissance du PIB par tête	Taux de croissance du PIB par tête	Taux de croissance du PIB par tête				
$\Delta(\log(k))$	0,532* (0,055)							
k		0,040 (0,110)	0,032 (0,103)	0,945 (0,357)*	0,680 (0,350)			
$\Delta \log(y_s)$	0,070 (0,155)							
y_s		0,120 (0,037)*	0,221 (0,35)*	0,106 (0,063)*	0,126 (0,053)**	0,364 % (0,116 %)*	-0,058 % (0,131 %)	
Taux y_s							0,628 % (0,123)*	0,598 % (0,086)*
$\log(GDP_{60})$	-0,0035 (0,0021)						-0,0116 (0,322)*	-0,0121 (0,279)*
$\Delta(\log(L))$	-0,437 (0,137)*							
R^2	0,74	Na	Na	na	na	0,10	0,32	0,36
Countries	59	73	73	73	73	81	81	93
Années	1960-1990	1960-1990	1960-1990	1960-1990	1960-1990	1960-1990	1960-1990	1960-1990

k = capital par travailleur

y_s = années moyennes de scolarisation pour les individus âgés de plus de 25 ans ;

Taux y_s = % d'individus d'une classe d'âge ayant atteint un certain diplôme par rapport à la population totale du même âge (moyenne pondérée)

$\log(GDP_{60})$ = PIB par travailleur en 1960

$\Delta(\log(L))$ = nombre de travailleurs

Modèle BS : estimés par Benhabib et Spiegel (1994) ; Modèles BK : estimés par Bils et Klenow (2000).

* Variables significatives à 1% ; ** à 5%.

Sources : Cohen et Soto (2007), Bils et Klenow (2000).

2. Evaluation de l'impact de court terme d'une politique d'investissement dans l'enseignement supérieur (ESR) à partir du Livre Blanc sur l'Enseignement Supérieur et la Recherche

Nous présentons ici une évaluation de l'impact économique d'une augmentation des dépenses d'Enseignement Supérieur et de Recherche (ESR) sur la période 2017-2027 à partir du modèle macro-économétrique de l'OFCE, e-mod.fr.

Les hypothèses de départ sont calibrées sur une augmentation progressive des dépenses d'ESR de 11,1 Mds d'euros à l'horizon 2027 par rapport à un scénario référentiel de stabilité des dépenses d'ESR dans le PIB. Cela représente un accroissement des dépenses d'ESR de 0,5 point de PIB d'ici à 2027.

La répartition de ces dépenses prend la forme suivante :

- 55 % sont de la masse salariale, dont 23 % de la revalorisation des salaires et des carrières et 32 % des créations d'emplois dans l'Enseignement Supérieur. A l'horizon 2027, cela représente une hausse de la masse salariale issue de l'ESR de 0,27 point de PIB (tableau 4) ;
- 31 % de l'investissement, qu'il soit physique ou humain. A l'horizon 2027, cela représente une augmentation de 0,16 point de PIB de l'investissement public.
- 13 % des consommations intermédiaires, ce qui représente 0,07 point de PIB à l'horizon 2020.

Tableau 4: répartition des dépenses d'ESR sur la période 2017-2027

<i>En points de PIB</i>	2017	2018	2019	2020	2022	2027
Masse salariale	0,02	0,05	0,07	0,10	0,15	0,27
<i>dont revalorisation salariale</i>	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,11
Consommations intermédiaires	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,07
Investissement public	0,01	0,03	0,04	0,06	0,09	0,16
Total	0,05	0,09	0,14	0,18	0,27	0,50

A l'aide du modèle macro économétrique e-mod.fr, nous avons simulé l'impact économique d'une hausse des dépenses d'ESR sur la période 2017-2027. Il est important de noter que le modèle ne contient pas d'effets endogènes sur la croissance liés à l'augmentation du capital humain dû l'accroissement de la qualification des jeunes. A noter que ces effets, qui ne jouent pas dans la simulation, participent à l'élévation de la croissance potentielle à long terme, par le biais de la hausse de la productivité (voir partie sur l'évaluation à long terme entre éducation et croissance).

A l'horizon 2027 la hausse des dépenses des administrations publiques (APU) contribuerait à accroître le PIB de 0,25 point (tableau 5). La revalorisation des carrières et des salaires mais aussi la hausse des effectifs issus de l'ESR conduiraient à accroître la masse salariale et donc le pouvoir d'achat des ménages (+0,67 %). Cela aura pour effet d'augmenter la consommation des ménages qui permettrait une hausse du PIB de 0,14 point en 2020. Sous l'effet de la hausse du PIB, l'investissement des entreprises augmenterait de 0,23 %, ce qui contribuerait à accroître le PIB de 0,03 point. En revanche, la hausse de demande interne conduirait à augmenter les importations, contribuant ainsi à réduire le PIB de 0,16 point de PIB en 2027.

Au total, la hausse des dépenses d'ESR a un impact significatif sur la croissance et l'emploi. Outre ces effets sur la croissance potentielle à long terme, cette politique permettrait d'accroître le PIB de la France de 0,54 point de PIB à l'horizon 2027. L'économie créerait 115 000 emplois à l'horizon 2027, dont 66 000 seraient directement issus des créations d'emplois dans l'ESR. 49 000 emplois seraient créés dans le secteur marchand sous l'effet de la hausse de l'activité. Cela permettrait de réduire le taux de chômage de 0,4 point à l'horizon 2027.

Enfin, cette mesure d'accroissement des dépenses d'ESR coûterait 0,5 point de PIB *ex ante* aux finances publiques en 2027 mais son coût final serait *ex post* de 0,23 point de PIB, une fois pris en compte le surplus de recettes fiscales et les dépenses publiques en moins liés à l'accroissement de l'activité.

Tableau 5 : Impact macro-économique de la hausse des dépenses d'ESR

	2017	2018	2019	2020	2022	2027
PIB total en volume (en %)	0,05	0,12	0,18	0,23	0,32	0,54
Contributions à la variation de la croissance (en pts de %)						
Importations	0,01	-0,01	-0,03	-0,04	-0,06	-0,16
Dépenses des ménages	0,02	0,06	0,10	0,14	0,21	0,44
Dépenses des APU	0,02	0,05	0,07	0,09	0,14	0,25
Investissement des entreprises	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Exportations	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,02
Variations de stocks	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Demande intérieure	0,05	0,13	0,21	0,27	0,39	0,72
Solde extérieur	0,00	-0,01	-0,03	-0,04	-0,07	-0,18
Taux de croissance en volume (en %)						
Importations	0,01	0,06	0,12	0,17	0,25	0,55
Dépenses des ménages	0,03	0,10	0,17	0,23	0,35	0,73
Dépenses des APU	0,08	0,17	0,27	0,35	0,51	0,93
Investissement des entreprises	0,07	0,18	0,26	0,31	0,31	0,23
Exportations	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	-0,07
Agrégats macroéconomiques						
Effectifs totaux (en milliers)	8,8	22,7	38,7	52,3	69,4	115,2
Effectifs marchand (en milliers)	2,8	10,6	20,6	28,2	33,1	48,8
Effectifs non marchand (en milliers)	6,0	12,1	18,1	24,1	36,2	66,4
Taux de chômage BIT (en point)	-0,03	-0,08	-0,14	-0,19	-0,25	-0,40
Pouvoir d'achat du RDB (en %)	0,07	0,13	0,19	0,25	0,36	0,67
Salaire nominaux (en %)	0,01	0,04	0,09	0,19	0,40	0,94
Salaire réel (en %)	0,01	0,02	0,05	0,10	0,24	0,59
Prix de la consommation des ménages (en %)	0,00	0,02	0,04	0,08	0,17	0,36
Solde public des APU (en % du PIB)	-0,02	-0,03	-0,05	-0,07	-0,11	-0,23

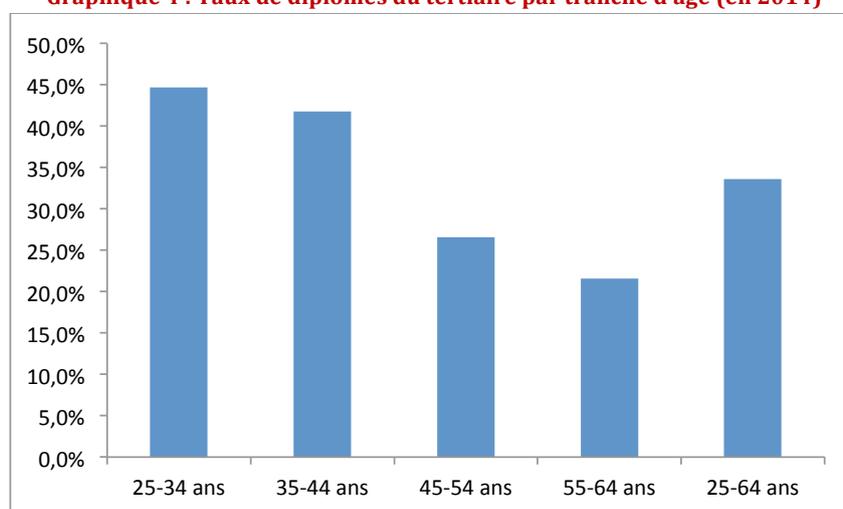
Sources : calculs OFCE, e-mod.fr.

3. Evaluation de l'impact de long terme d'une politique d'investissement dans l'enseignement supérieur et la recherche

3.1. Cadrage statistique pour 2014

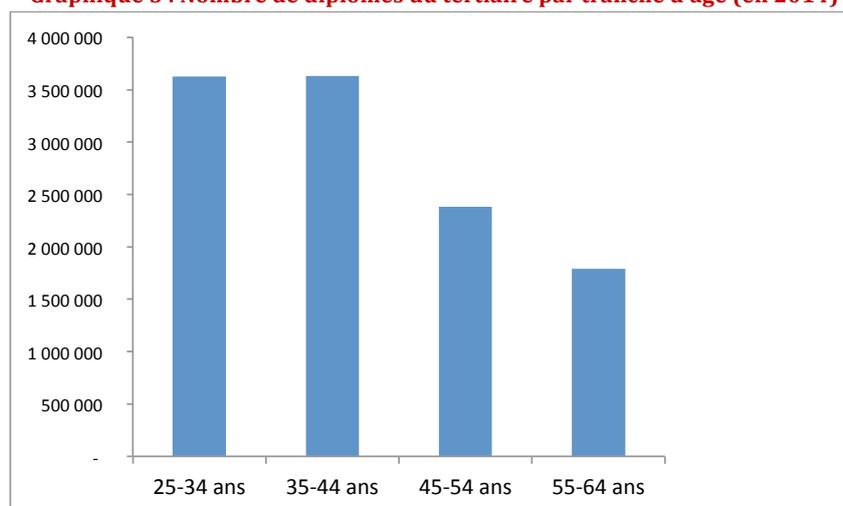
Nous donnons ici quelques éléments de cadrage statistique pour l'année 2014 de façon à positionner les différentes classes d'âge en matière de diplômés de l'enseignement supérieur (ES) sachant que l'objectif du *Livre Blanc* est de diplômer 60 % d'une classe d'âge de l'ES.

Graphique 4 : Taux de diplômés du tertiaire par tranche d'âge (en 2014)



Source: OCDE et INSEE, calculs des auteurs.

Graphique 5 : Nombre de diplômés du tertiaire par tranche d'âge (en 2014)



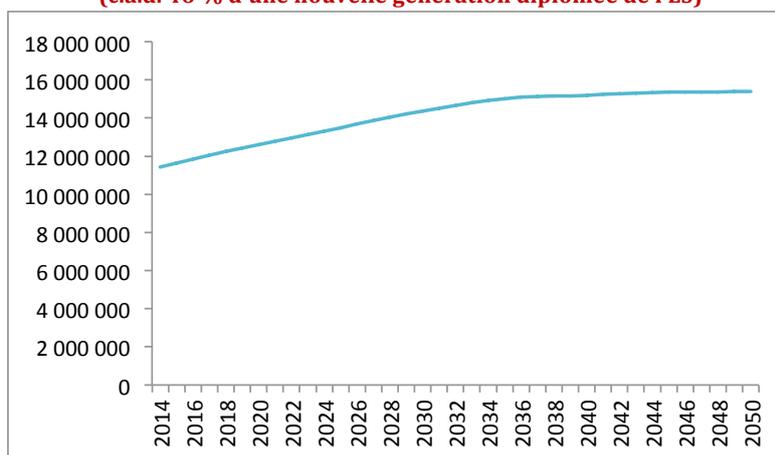
Source: OCDE et INSEE, calculs des auteurs.

3.2. Cadrage statistique pour 2017/2047 à politique d'investissement dans l'enseignement inchangée par rapport à 2014 et estimations de l'impact à long terme

Hypothèse de travail 1 : chacune des nouvelles générations entrant sur le marché du travail à 25 ans à partir de 2018 a un taux de diplômés du tertiaire de 46 %, c'est-à-dire le taux observé en 2016. On ne tient donc compte ici que des évolutions démographiques à l'horizon de 2047 (telles que projetées par l'INSEE dans son scénario central).

Le nombre de diplômés de l'ES âgés de plus de 25 ans passe d'un peu plus de 12 millions en 2017 à 15,3 millions en 2047 (Graphique 6). Le taux de diplômés de l'ES âgés de 25 à 64 ans passe de 35,4 % en 2017 à 45,8% en 2047, soit une hausse de 10,4 points de %.

Graphique 6 : Nombre de diplômés de l'ES âgés de 25-64 ans à « politique éducative inchangée » (c.a.d. 46 % d'une nouvelle génération diplômée de l'ES)



Source : OCDE, INSEE, calculs des auteurs.

Les élasticités des modèles (7) et (8) reportées dans le tableau 3 sont utilisées pour évaluer l'impact à long terme d'une augmentation de la part des diplômés de l'ES. Les évaluations montrent que si chacune des nouvelles générations entrant sur le marché du travail à 25 ans a un taux de diplôme du l'ES de 46 % (comme aujourd'hui), la croissance du PIB par tête augmentera « spontanément » de 6,5 à 7 points de pourcentage à l'horizon de 2047 du fait des effets de « structure ». Cette estimation s'entend toutes choses égales par ailleurs : elles sont notamment réalisées sous l'hypothèse que le taux de diplômés des autres cycles est inchangé et/ou sans effet sur la croissance du PIB par tête).

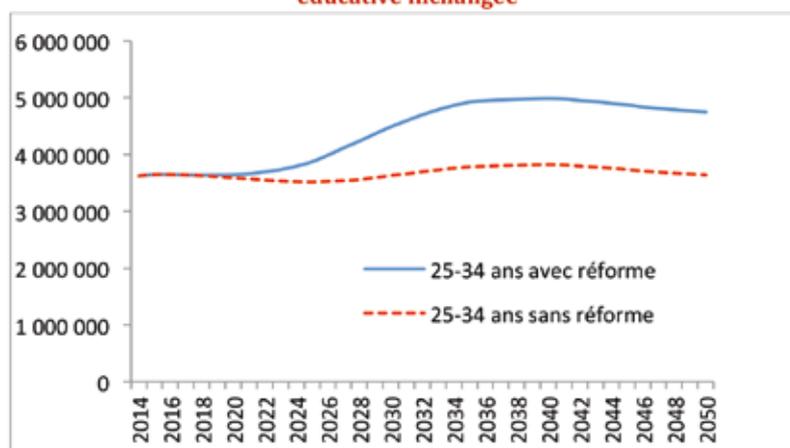
3.3. Cadrage statistique pour 2017/2047 à politique d'investissement dans l'enseignement supérieur implémentée à partir de 2017 et estimations de l'impact à long terme

Hypothèse de travail 2 : à partir de 2017, une politique d'augmentation du nombre de diplômés de l'ES est mise en place pour atteindre 60 % d'une classe d'âge en 2027. La classe d'âge des 25-34 ans sur le marché

du travail en 2027 n'incorpore, parmi ceux qui ont bénéficié de la politique, que les individus âgés de 18 ans en 2017, 2018, 2019 et 2020 (soit 40 % de la classe d'âge considérée). En 2036, la totalité des 25-34 ans sur le marché du travail a bénéficié de la politique : le taux des 25-34 ans diplômés de l'ES est ainsi de 60 %³.

Le graphique 7 donne le nombre de diplômés de l'ES âgés de 25 à 34 ans en présence et en l'absence de réforme jusqu'à l'horizon 2050. Le nombre de personnes âgées de 25 à 34 ans bénéficiant de la réforme est non négligeable : il culmine à 1,15 millions en 2036 pour décroître ensuite⁴ (Graphique E).

Graphique 7 : Nombre de diplômés de l'ES âgés de 25-34 ans dû à la politique éducative implémentée à partir de 2017 (c.a.d. 60 % d'une classe d'âge diplômée de l'ES) versus politique éducative inchangée

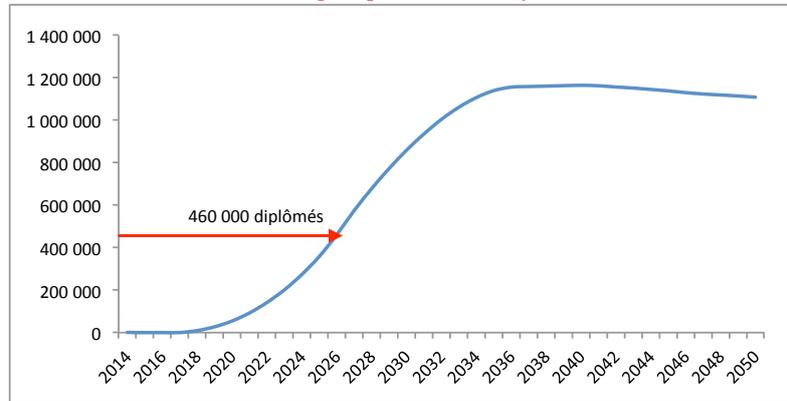


Source : OCDE, INSEE, calculs des auteurs.

³ Autrement dit, notre hypothèse de travail est la suivante : à partir de 2027, la probabilité pour un individu de 25 ans (et moins) d'être diplômé de l'ES est de 60 %. D'où, en 2036, une classe d'âge des 25-34 ans diplômés de l'ES de 60%. Par ailleurs, entre 2017 et 2027, nous supposons que la probabilité d'un individu de 25 ans d'être diplômé de l'ES augmente de 2,4 % par an (c. a. d. $\left[1 + \frac{60\% - 44\%}{11}\right]^{1/11} - 1$) partant de 44 % en 2016 pour atteindre 60 % en 2027.

⁴ La politique des 60 % d'une classe d'âge diplômés de l'ES est maintenue mais la population des 25-34 ans baisse de 8,6 millions en 2036 à 8,2 millions en 2045.

Graphique 8 : Nombre supplémentaire de diplômés de l'ES âgés de 25-34 ans dû à la politique éducative implémentée à partir de 2017 (c.a.d. 60 % d'une classe d'âge diplômée de l'ES)



Source : OCDE, INSEE, calculs des auteurs.

Sur la base de la génération des 25-34 ans en 2036, on vérifie que le nombre d'étudiants qu'il a fallu former est en moyenne de 3,5 millions par an. A mi-parcours de la réforme, en 2024, notre projection du nombre d'étudiants dans l'ES est de 2,87 millions, ce qui est proche des projections du MENESR (2015). On retrouve aussi l'augmentation des effectifs étudiants, au-delà de l'effet purement démographique, de 460 000 étudiants à l'horizon de 2026/27.

Sur la base des élasticités des modèles (7) et (8) reportées dans la tableau 3, la mise en place à partir de 2017 de la politique de 60 % d'une classe d'âge diplômée de l'ES à l'horizon 2027 devrait se traduire par une augmentation de 11,2 et 11,7 points du taux de croissance du PIB tête à l'horizon de 2047. Mais une fois tenue compte des effets « structure » (entre 6,5 à 7 points à l'horizon de 2047), l'effet pur de la « politique de 60 % d'une classe d'âge » est de l'ordre d'un peu plus de 5 points. A noter que les effets mesurés ici portent uniquement sur les gains attendus liés à l'augmentation de la croissance potentielle, c'est-à-dire les effets d'offre attendus sur le long terme notamment par l'amélioration des gains de productivité du travail. Et cet effet de long terme ne tient pas compte des effets de demande de court-moyen terme (effet « keynésien ») sur la croissance liés à l'accroissement des dépenses publiques dans l'ESR, tel que décrit dans la simulation 2017-2027 (où 1 euro investit dans l'ESR génère 1,1 euro d'activité à l'horizon de trois ans).

3.4. Impact sur l'emploi

3.4.1. Les besoins de main d'œuvre à venir poussent vers une hausse de la qualification

Selon le Rapport du groupe Prospective des métiers et qualifications (PMQ, avril 2015), la part des emplois qualifiés dans l'économie française augmenterait significativement au cours des prochaines années. Selon les projections PMQ et sur la base de leur scénario central, les créations nettes d'emplois attendues sur la période 2012-2022 seraient en hausse de 12,5 % pour les cadres et de 10 % pour les professions intermédiaires. A titre de comparaison, les créations nettes d'emplois des autres qualifications

(ouvriers peu qualifiés, ouvriers qualifiés, employés peu qualifiés, employés qualifiés) augmenteraient de 4,2 % sur la même période. Ainsi, « l'accélération technologique dans l'industrie et les gains de productivité dans les services seraient favorables aux emplois qualifiés, dont la demande augmenterait dans l'ensemble des activités ». Par conséquent, l'emploi continuera de progresser dans les professions les plus qualifiées : la part des métiers occupés par des cadres ou des professions intermédiaires passerait ainsi de 40,8 % de l'emploi total en 2012 à 42,5 % en 2022 (dont une hausse de 20,9 % en 2012 à 22 % en 2022 pour les cadres). Et toujours selon le Rapport PMQ, « cette augmentation des postes requérant des compétences élevées serait permise par l'élévation du niveau d'étude de la population active. Dans ces conditions, l'éducation et la formation seraient fortement sollicitées ». L'objectif poursuivi d'accroître la part des diplômés de l'enseignement du supérieur correspond donc à un réel besoin à venir sur le marché du travail. Cette augmentation du nombre de diplômés du supérieur permettra ainsi de répondre à la hausse des besoins en main d'œuvre qualifiée et permettra une meilleure adéquation entre l'offre et la demande de travail à moyen-long terme.

3.4.2. Impact sur l'emploi et l'employabilité des individus

La robotisation des processus productifs et le développement de l'intelligence artificielle (IA) font peser des risques sur les perspectives d'emploi des individus (Levasseur, 2015). Le risque pourrait être important pour les travailleurs dont les tâches essentiellement routinières peuvent être réalisées par des robots ou des machines. A l'inverse, les travailleurs qualifiés dont les tâches sont surtout cognitives ou ceux dont les tâches non répétitives sont moins importantes, verraient leur emploi davantage protégé : leurs tâches s'inscriraient en complémentarité de celles réalisées grâce à la robotisation, l'automatisation et à l'IA⁵. Dans ce contexte, augmenter la qualification de la population est important puisque cela réduit le risque d'inactivité et de chômage (tableau 6).

Les craintes suscitées par la robotisation et le développement de l'IA ont donné lieu à une recherche empirique cherchant à évaluer les emplois susceptibles d'être menacés par cette quatrième révolution technologique. Tandis que les premières études (e.g. Frey et Osborne, 2013 ; Bowles, 2014 ; Knowles-Cutler et al., 2014 ; Roland Berger Institute, 2014) étaient plutôt alarmistes dans leurs conclusions (elles faisaient état de 35 à 47 % des postes concurrencés par les robots et l'IA), la dernière étude en date (celle de Arntz et al., 2016) évalue les emplois dans l'OCDE à haut risque d'automatisation aux alentours de 10 %. A la différence des précédentes études, Arntz et al. (2016) s'intéressent au contenu en *tâches* des professions. Dès lors qu'une profession comporte des tâches difficilement automatisables même si elles n'en représentent pas une part importante, l'emploi n'est pas considéré comme à haut risque d'automatisation. L'approche par les tâches plutôt que par les professions fournit donc des estimations plus faibles (et aussi réalistes) des pertes d'emploi imputables à la robotisation des processus productifs et au développement de l'IA.

L'étude de Arntz et al. (2016) montre très clairement que le diplôme protège contre le risque de perdre son emploi dans le futur du fait de la robotisation et de l'AI. Ainsi, dans le cas français, 41 % des travailleurs dont le diplôme est inférieur au brevet des collèges (premier cycle de l'enseignement secondaire) verraient leur emploi menacé par la 4^{ème} révolution technologique tandis que la menace serait de « seulement » 13 % pour les bacheliers. Cette menace tomberait à 5 % pour les personnes diplômées d'un BTS, DUT ou d'un diplôme paramédical post-secondaire et deviendrait inexistante pour les diplômés

⁵ Sur la complémentarité entre qualification de la main d'œuvre, robotisation et IA, voir Morikawa (2016) pour le cas des entreprises japonaises. Sur le degré de complémentarité entre nouvelles technologies de l'information et des communications (TIC) et la qualification des employés, voir par exemple Autor, Katz et Krueger (1998) pour le cas des entreprises américaines.

d'un Master ou d'un diplôme équivalent (tableau 6). Au total, en 2014, presque 3 millions d'emploi occupés par les 25-64 ans seraient à haut risque d'automatisation, soit un peu plus de 12%. Parmi ceux dont l'emploi est à haut risque, on trouve 1,41 millions d'individus qui sont détenteurs du seul baccalauréat, ceux n'ayant pas le baccalauréat étant déjà beaucoup en inactivité (2,87 millions) ou au chômage (680 000 personnes).

Les risques liés à la 4^{ème} révolution technologique tels qu'estimés par Arntz et al. (2016) seront utilisés pour évaluer « l'inemployabilité » des 25-64 ans à l'horizon de 2047. L'inemployabilité fait référence à l'état d'un individu dont les caractéristiques ne lui permettent pas (ou plus) d'avoir un emploi. L'individu peut avoir le statut de chômeur ou d'inactif. Cela nous permet de ne pas avoir à formuler des hypothèses sur les taux de chômage ou d'inactivité à l'horizon 2047.

Le tableau 7 fournit la structure de qualification de la population française en 2017 et son évolution à l'horizon 2047 à politique éducative inchangée et dans le cas de 60 % d'une classe d'âge diplômée de l'ES. Dans ce dernier cas, il est supposé que l'augmentation de la part des diplômés de l'ES se traduit par une baisse équivalente de la part des détenteurs du seul baccalauréat (les parts de ceux dont le diplôme est inférieur au baccalauréat ne variant au cours du temps qu'en raison des effets de structure démographique).

Spontanément, en raison des effets de structure démographique, la population française à « haut risque » du fait de la robotisation et de l'AI passe de 4,67 millions en 2017 à 3,59 millions en 2047, soit l'équivalent de 13,8 % de la population totale des 25-64 ans en 2017 et 10,7 % en 2047 (tableau 7.2. et tableau 7.3 respectivement). Cette baisse de l'inemployabilité de la population française à l'horizon 2047 s'explique essentiellement par le fait que les populations les moins éduquées en 2017 (celles ayant un diplôme inférieur au baccalauréat) sont aussi des populations âgées qui sont remplacées par des populations plus éduquées, notamment plus souvent détentrices du baccalauréat.

La réforme visant à diplômer 60 % d'une classe d'âge de l'ES permet de réduire encore le nombre de personnes à haut risque d'inemployabilité. Au total, 18,3 millions de personnes âgées de 25-64 ans seraient diplômées de l'ES à l'horizon de 2047 si la réforme des 60 % est mise en œuvre contre 15,3 millions en l'absence de réforme, soit 3 millions de diplômés supplémentaires à l'horizon de 2047 du fait de la réforme (tableau 7.3). La réduction du nombre de personnes à haut risque d'inemployabilité sera d'autant plus importante que les diplômés détiennent *a minima* un master (selon les risques d'inemployabilité évalués par Arntz et al., 2016). Sous l'hypothèse que l'effort de diplomation dans le supérieur porte pour 24 % sur les BTS et DUT, pour 50 % sur la licence, pour 24 % sur le Master et les 2 % restants sur le doctorat⁶, alors la réduction de l'inemployabilité entre 2017 et 2047 s'expliquera par la réduction de :

- 985 000 d'individus qui détiennent moins que le baccalauréat (effet « structure »)
- 385 620 individus qui ne détiennent que le seul baccalauréat (effet de la politique des 60%)
- 6 630 individus qui détiennent une licence plutôt qu'un BTS ou DUT (effet de la politique des 60 %)

Au total, la politique de 60 % d'une classe d'âge diplômée de l'ES avec l'effort de diplomation décrit ci-dessus se traduirait par une baisse de l'inemployabilité de presque 400 000 personnes à l'horizon 2047, ce qui représente 1,4 % de la population active à cet horizon.

⁶ C'est cette pondération de l'effort de diplomation qui pourrait être retenue dans le cadre du *Livre blanc sur l'Enseignement supérieur et la Recherche*.

Tableau 6 : Emploi, chômage et activité au sein de la population française par structure de qualification en 2014

Niveau de diplôme atteint (population des 25-64 ans)	Inférieur au baccalauréat			Baccalauréat		BTS, DUT et études		Enseignement tertiaire		T O T
	Moins que l'éducation primaire	Education primaire	1er cycle de l'enseignement secondaire	2e cycle de l'enseignement secondaire	Post-secondaire	Post-secondaire	paramédicales	Licence ou équivalent	Maîtrise ou équivalent	
Population des 25-64 ans en âge de travailler	579 757	2 245 824	4 902 310	14 876 551	4 959 866	3 164 404	3 057 800	245 137	34 031 648	
dont inactifs*	276 881	1 158 802	1 435 934	2 975 186	613 004	394 214	263 153	19 973	7 137 146	
dont actifs	302 876	1 087 023	3 466 376	11 901 365	4 346 861	2 770 190	2 794 647	225 164	26 894 501	
dont en emploi	266 688	920 788	2 990 409	10 859 882	4 116 688	2 594 811	2 629 708	213 269	24 592 243	
dont au chômage	36 188	166 235	475 967	1 041 483	230 173	175 379	164 939	11 895	2 302 258	
Structure de qualification de la population des 25-64 ans	2%	7%	14%	44%	15%	9%	9%	1%	100%	
Taux d'activité	52%	48%	71%	80%	88%	88%	91%	92%	79%	
Taux d'emploi	46%	41%	61%	73%	83%	82%	86%	87%	72%	
Taux de chômage	11,9%	15,3%	13,7%	8,8%	5,3%	6,3%	5,9%	5,3%	8,6%	
Risque d'automatisation** (en % de l'emploi)	41%	41%	29%	13%	5%	1%	0%	0%	12,2%	
Nombre d'emplois des 25-64 ans à fort risque d'automatisation	109 342	377 523	867 219	1 411 785	205 834	25 948	0	0	2 997 651	

* Les inactifs incluent les retraités.

** Le risque d'automatisation de l'emploi est celui évalué par Arntz, Gregory et Zierahn (2016). Les auteurs adoptent une approche basée sur les tâches susceptibles d'être automatisées et non sur les professions. Dans cette approche, lorsqu'une profession comporte des tâches difficilement automatisables même si elles n'en représentent qu'une part peu importante, l'emploi n'est pas considéré comme à fort risque d'automatisation. L'approche par les tâches plutôt que par les professions fournit donc des estimations plus faibles des pertes d'emploi imputables à la robotisation des processus productifs et au développement de l'IA.

Source : OCDE, calculs des auteurs.

Tableau 7: Evolution des structures de qualification de la population française des 25-64 ans

7.1. Structure de qualification de la population française des 25-64 ans en 2014

% de personnes dans la classe d'âge considérée dont le dernier diplôme est en 2014 ...	... inférieur au ... du deuxième cycle du secondaire		... de l'enseignement supérieur		dont		BTS et DUT		Licence ou équivalent		Master ou équivalent		Doctorat	
	deuxième cycle du secondaire	... du deuxième cycle du secondaire	supérieur	... de l'enseignement supérieur	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
25-34 ans	13,3%	42,0%	44,7%	17,0%	11,9%	15,2%	0,6%							
35-44 ans	16,4%	41,8%	41,8%	18,9%	12,6%	9,5%	0,9%							
45-54 ans	25,0%	48,4%	26,6%	12,7%	6,9%	6,2%	0,8%							
55-64 ans	35,8%	42,6%	21,6%	9,7%	6,0%	5,3%	0,6%							
25-64 ans	22,7%	43,8%	33,5%	14,6%	9,3%	9,0%	0,7%							

Source : OCDE; calculs des auteurs.

7.2. Structure de qualification de la population française des 25-64 ans en 2017 en début de réforme

Nombre de personnes dans la classe d'âge considérée dont le dernier diplôme est en 2017 ...	... inférieur au ... du deuxième cycle du secondaire		... de l'enseignement supérieur		dont		BTS et DUT		Licence ou équivalent		Master ou équivalent		Doctorat	
	deuxième cycle du secondaire	... du deuxième cycle du secondaire	supérieur	... de l'enseignement supérieur	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
25-34 ans	1 020 321	3 333 793	3 617 547	1 308 269	952 764	1 302 217	54 297	7 971 661						
35-44 ans	1 285 424	3 519 978	3 707 647	1 614 705	1 088 823	938 359	65 759	8 513 049						
45-54 ans	1 999 284	4 275 319	2 798 913	1 301 779	797 281	625 015	74 838	9 073 516						
55-64 ans	2 690 966	3 785 605	1 905 591	872 623	517 028	458 898	57 042	8 382 162						
25-64 ans	6 995 994	14 914 695	12 029 698	5 097 376	3 355 897	3 324 490	251 936	33 940 388						
Risque d'inemployabilité lié à l'automatisation*														
en personnes	2 448 598	1 938 910	288 506	254 869	33 559	0	0	4 676 014						
en %	35,0%	13,0%	2,4%	5,0%	1,0%	0,0%	0,0%	13,8%						

* Basé sur Arntz et al. (2016).

Source : OCDE, INSEE, calculs des auteurs.

Tableau 7: (.../...)

7.3. Structure de qualification de la population française des 25-64 ans en 2047

Nombre de personnes parmi les 25-64 ans dont le dernier diplôme est en 2047 ...		... inférieur au ... du deuxième cycle de l'enseignement supérieur		... de l'enseignement supérieur		Licence ou équivalent		Master ou équivalent		Doctorat		T
deuxième cycle du secondaire		secondaire		supérieur		BTS et DUT		Licence ou équivalent		Master ou équivalent		O
du secondaire		secondaire		supérieur		dont		Licence ou équivalent		Master ou équivalent		T
du secondaire		secondaire		supérieur		dont		Licence ou équivalent		Master ou équivalent		A
du secondaire		secondaire		supérieur		dont		Licence ou équivalent		Master ou équivalent		L
En cas de réforme (A)	4 181 511	10 991 464	18 320 662	4 396 959	9 160 331	4 396 959	366 413	33 493 637				
Risque d'inemployabilité lié à l'automatisation*												
<i>en personnes</i>	1 463 529	1 428 890	311 451	219 848	91 603	0	0	3 203 871				
<i>en %</i>	35,0%	13,0%	1,7%	5,0%	1,0%	0,0%	0,0%	9,6%				
En l'absence de réforme (B)	4 181 511	13 957 769	15 354 357	5 552 831	4 043 922	5 527 145	230 458	33 493 637				
Risque d'inemployabilité lié à l'automatisation*												
<i>en personnes</i>	1 463 529	1 814 510	318 081	277 642	40 439	0	0	3 596 120				
<i>en %</i>	35,0%	13,0%	2,1%	5,0%	1,0%	0,0%	0,0%	10,7%				
(A) - (B)	0	-2 966 305	2 966 305	-1 155 872	5 116 409	-1 130 186	135 955	0				
Risque d'inemployabilité lié à l'automatisation*												
<i>en personnes</i>	0	-385 620	-6 630	-57 794	51 164	0	0	-392 249				
<i>en points de %</i>	0	0	-0,3 points	0	0	0	0	-1,1 points				

* Basé sur Arntz et al. (2016).

Le scénario de réforme (A) postule une part des diplômés parmi les 25-34 ans de 60 % à partir de 2036, avec un poids de 24 % pour les BTS et DUT, de 50 % pour les licences, de 24 % pour les masters et de 2 % pour les docteurs.

Le scénario sans réforme (B) postule une poursuite des tendances observées en 2014 en termes de diplômes détenus par les différentes classes d'âge.

Source : OCDE, INSEE, calculs des auteurs.

3.5. Impact à long terme de la R&D sur la productivité

Le progrès technologique est le principal facteur explicatif des écarts de conditions de vie matérielles entre les pays. Ce constat est largement consensuel dans la littérature économique depuis l'article fondateur de Solow (1956). Sans progrès technique aucune croissance économique n'est soutenable dans le long terme car les systèmes productifs butent sur la contrainte des rendements marginaux décroissants des facteurs de production. Aujourd'hui, ces contraintes sont accentuées par le caractère fini des ressources naturelles. Pour échapper aux contraintes technologiques et physiques, seul le renouvellement des procédés de production permet d'augmenter durablement la production par tête. Au-delà des innovations des procédés de fabrication, le développement de nouveaux produits augmente le bien-être des consommateurs et, en diversifiant l'utilisation de l'appareil productif, de repousser les contraintes technologiques.

Les théories de la croissance endogène, initiées par Romer (1990) et Aghion et Howitt (1992), montrent qu'à long terme la croissance économique dépend essentiellement de l'efficacité dans laquelle les nouvelles idées sont produites. Plus particulièrement, dans les économies se situant à la frontière technologique comme c'est le cas pour la France, les innovations sont principalement le fruit d'un effort d'investissement spécifique en recherche et développement (R&D)⁷.

La France investit 2,25 % de son PIB en R&D selon les dernières données disponibles de l'OCDE datant de 2014. Ce chiffre est comparable à celui de la moyenne des pays de l'OCDE (2,38 %) mais un décrochage est observé par rapport à certaines économies comparables. En particulier cet effort est inférieur à celui réalisé en Allemagne (2,89 %) et dans les économies scandinaves (Suède à 3,16 % et Finlande 3,17 %). En outre, ce niveau est sensiblement inférieur aux meilleurs performants comme la Corée (4,29 %), Israël (4,11 %) ou le Japon (3,58 %).

Dans ce contexte, porter l'effort en R&D français à 3 % du PIB, comme la France s'est fixée comme objectif dans le cadre de l'Agenda « Europe 2020 », semble un objectif nécessaire mais requérant d'un surplus de volontarisme. La part de la dépense en R&D dans le PIB est stable depuis 2010 et elle n'a augmenté que de 0,2 point de PIB au cours de la dernière décennie. Atteindre cet objectif permettrait de moderniser l'appareil productif, ce qui renforcerait la viabilité de notre modèle social et permettrait de retrouver un rang de premier ordre dans la compétition.

Toutefois, assurer un effort conséquent de R&D est une condition nécessaire mais non suffisante pour garantir un haut niveau de performance productive. La R&D est un investissement risqué par essence : les fonds engagés peuvent échouer à produire des innovations. Ensuite, si la R&D aboutit à une innovation, il faut que le progrès technique soit assimilable dans les différents processus. Ceci dépend à la fois du capital humain des différents acteurs de la chaîne de production et de commercialisation et plus largement de l'organisation institutionnelle (droit de la concurrence, système de brevets, degré de concurrence sur le marché).

Le rendement social de la R&D est largement supérieur au rendement privé de celle-ci selon la littérature économique (voir Hall, Mairesse et Mohnen (2010) pour un résumé de la littérature). Au-delà des retombées directes d'une innovation –incluant notamment les bénéfices tirées par l'innovateur et le consommateur– l'investissement en R&D génère d'importants effets d'entraînement, que ce soit à l'échelle

⁷ D'autres modes de production de nouvelles idées existent : l'apprentissage par la pratique, l'imitation, l'importation de produits technologiques ou l'encouragement à s'implanter localement aux innovateurs étrangers. Sauf l'apprentissage par la pratique, les autres moyens de production d'innovations sont privilégiés par les pays éloignés de la frontière technologique.

locale (Mairesse et Mulkay (2007)) ou au sein d'un secteur productif (Griffith, Redding et van Reenen (2004)). En outre, la R&D publique peut avoir un impact élevé sur l'efficacité du secteur privé. D'une part, en délaissant les considérations de profit de court terme elle peut se focaliser dans la recherche fondamentale – plus risquée mais qui peut ouvrir la porte à des grappes d'innovation plus conséquentes- et d'autre part, en assurant une diffusion large des connaissances, elle peut bénéficier à tous les acteurs sans créer des effets anti-concurrentiels nécessaires pour rentabiliser la recherche privée. Ainsi, la relation entre R&D et croissance à long terme est donc dépendante de l'environnement général dans lequel celle-ci s'inscrit.

Si le lien théorique existant entre la R&D et la croissance est consensuel, les effets concrets d'une hausse de l'effort en R&D sur l'efficacité productive est avant tout un sujet empirique. Sur la base d'une étude sur 16 pays de l'OCDE, Guellec et al (2004), montrent qu'une hausse de 1 % du stock de R&D privé entraîne une hausse de la productivité globale des facteurs (PGF⁸) de 0,13 point. Selon les auteurs ce résultat représente une borne inférieure de l'effet sur le PIB, car il mesure exclusivement l'effet des externalités de l'investissement en R&D sur le reste du tissu productif et sous-estime les effets directs⁹. Par ailleurs, une hausse de 1 % du stock de R&D publique augmenterait la PGF de 0,17 %, confirmant ainsi les importants effets d'entraînement de la recherche publique. Enfin, la R&D réalisée par les firmes étrangères aurait des effets d'entraînement particulièrement forts. En France, selon les dernières données disponibles, 65 % des dépenses de R&D seraient faites par les entreprises et 35 % par les administrations publiques¹⁰. En laissant constante ces parts et en utilisant les estimations de Guellec et al (2004), une hausse de 1 % du stock de R&D français devrait se traduire par une hausse de la PGF de 0,144.

Peu d'études comparables ont été réalisées sur le cas français mais les études existantes (voir tableau 8) suggèrent que l'élasticité est proche à celle estimée par Guellec et al (2004). Selon les estimations de Crépon et al (1988), une hausse du stock de R&D privé de 1 %, augmente la productivité de la firme entre 0,10 et 0,13 point, selon la mesure retenue de la R&D (nombre de brevets ou part de ventes de produits innovants). Plus récemment, Mairesse, Raymond, Mohnenc et Palm (2015), montrent avec des données d'entreprises qu'une hausse de 1 % des ventes de produits innovants se traduit par une hausse de 0,12 point de la productivité du travail de la firme. L'ensemble de ces estimations n'infirmant pas l'ordre de grandeur quantitatif des estimations de Gallec et al (2004), qui vont être utilisées comme référence.

Tableau 8 : Elasticités de la productivité à la R&D pour la France

	Modèle (1)	Modèle (2)	Modèle (3)	Modèle (4)	Modèle (5)
R&D privée domestique	0,13				
R&D privée étrangère		0,49			
R&D publique domestique			0,17		
Stock de brevets par travailleur				0,13	
Stock de R&D par le stock privé domestique					0,13

Notes:

Modèles (1), (2) et (3): modèles de Guellec et al. (2004)

Modèle (4) : modèle de Crépon et al. (1988)

Modèle (5) : modèle de Patel et Soete (1988)

⁸ La productivité globale des facteurs est la part de la croissance économique qui n'est pas expliquée par l'augmentation de l'utilisation des facteurs de production (capital, travail, matières premières). Elle mesure l'efficacité du processus productif.

⁹ Les effets directs de la R&D peuvent modifier le coût relatif des facteurs de production et modifient par conséquent la demande des facteurs.

¹⁰ Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2016).

Selon les données de la comptabilité nationale, en 2015, le stock de R&D français s'établit à 227 milliards d'euros, soit 10,4 % du PIB. Si le taux d'investissement en R&D se maintient durablement stable à un niveau de 3 %, le stock de R&D s'établira en régime de croisière à 13,9 % du PIB (voir encadré 1). En termes absolus, le stock de R&D serait 34 % supérieur à son niveau qui serait le sien si l'effort restait à son niveau actuel. Cette hausse permanente du stock de capital de R&D devrait se traduire par une hausse permanente du niveau de la PGF. Si la France atteint son objectif de 3 % du PIB, qui correspond à l'objectif défini dans l'agenda Europe 2020, le niveau de la productivité globale des facteurs serait à long terme 5 points supérieure à la situation dans laquelle le taux resterait stable. Ce résultat est loin d'être négligeable au vu de l'effort financier modéré nécessaire pour l'atteindre.

Si les gains de productivité semblent importants, pour les engendrer il faut générer un « écosystème » favorable à l'innovation. Il est intéressant de noter qu'il existe une forte complémentarité entre la recherche académique et la recherche privée. Selon des estimations réalisées avec des données locales aux Etats-Unis par Jaffe (1989), une hausse 1 % de la recherche académique dans un domaine scientifique précis suscite une hausse de 0,6 point du nombre de brevets déposés par la branche dans l'Etat où l'université se situe. Ce fort effet montre que la diffusion des savoirs générés par les universités peut constituer un fort effet de levier pour augmenter le niveau de R&D privé qui a, comme on l'a vu, un effet significatif sur le niveau général de la productivité.

Encadré 1 :
Effet sur le stock de R&D d'une hausse permanente du taux d'investissement à 3 % du PIB

En utilisant la méthode de l'inventaire permanent, le stock de R&D à la date t (noté R_t) évolue en fonction des dépenses en R&D (I_t) et du taux de dépréciation du stock passé, supposé constant (δ). La formule décrivant l'évolution du stock de R&D est la suivante :

$$R_t = R_{t-1}(1 - \delta) + I_t$$

Cette équation peut être réécrite en fonction du PIB nominal (Y_t) :

$$\frac{R_t}{Y_t} = \frac{R_{t-1}}{Y_t}(1 - \delta) + \frac{I_t}{Y_t}$$

Or, le PIB de la date t est lié à celui de $t-1$ par son taux de croissance $Y_t = (1 + g_t)Y_{t-1}$.

En notant en minuscule toutes les variables relatives au PIB nominal :

$$r_t = r_{t-1} \frac{(1 - \delta)}{(1 + g_t)} + i_t$$

Les hypothèses retenues pour calibrer les différents paramètres de cette équation sont les suivants :

- Pour le taux de dépréciation (δ), une valeur à 0,19 a été retenue. Cette valeur est compatible à la fois avec la valeur retenue par Guellec et al (2004), pour construire leurs séries de stock de R&D utilisées dans leurs estimations empiriques. En outre, le taux de dépréciation apparent du stock de R&D français dans les comptes nationaux s'établit à 0,194.
- La croissance nominale à long terme (g), devrait s'établir à 3,3 %. Ce résultat provient de notre évaluation de la croissance potentielle (à 1,3 %) et de la cible d'inflation de la BCE (à 2 %).
- Enfin, le taux d'investissement en R&D (i_t) est fixé à 3 %.

Sur la base de ces hypothèses, il est possible de calculer le niveau du stock de capital de R&D à l'équilibre de long terme où la part du stock de R&D dans le PIB se stabilise ($\bar{r} = r_t = r_{t-1}$) :

$$\bar{r} = \frac{1 + g}{g + \delta} \times i = \frac{1,033}{0,223} \times 0,03 = 0,139$$

Ainsi, le stock de R&D devrait s'établir à 13,9 % du PIB si les dépenses en R&D se stabilisent à 3 % du PIB.

Bibliographie

- Acemoglu D., 1995, "Reward structures and the allocation of talent", *European Economic Review*, 39: 17-33.
- Aghion P., P. Askenazy, R. Bourlès, G. Cette et N. Dromel, 2008, "Distance à la frontière technologique, rigidités de marché, éducation et croissance", *Economie et Statistique* n°419-420.
- Aghion P. et S. Durlauf, 2007, "From Growth Theory to Policy Design". Commission on Growth and Development, *Working Paper Series*, 57, Washington DC.
- Aghion, P. et P. Howitt, 1992, "A Model of Growth through Creative Destruction", *Econometrica*, Econometric Society, vol. 60(2), pages 323-51, March.
- Anne-Braun J., K. Lemoine, E. Emmanuel, P. Taillepiéd, 2016, "Formation initiale et continue : quels enjeux pour une économie fondée sur la connaissance ? ", *Lettre Trésor-Eco*, n°165, Mars 2016.
- Arntz, M., T. Gregory et U. Zierahn, 2016, "The risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis, *OECD Social, Employment and Migrations Working Papers*, n°189, OECD Publishing, Paris.
- Arnold L. G., 1998, "Growth, Welfare, and Trade in an Integrated Model of Human-capital Accumulation and Research", *Journal of Macroeconomics*, 20(1): 81-105.
- Autor D., L. Katz et A. Krueger, 1998, "Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?", *Quarterly Journal of Economics*, 113 (4), November 1998, 1169-1214.
- Azariadis C. et A. Drazen, 1990, "Threshold Externalities in Economic Development", *Quarterly Journal of Economics*: 50126.
- Bailey M. J., 2006, "More power to the poll: The impact of contraceptive freedom on women's life cycle labor supply", *Quarterly Journal of Economics*, 121(1) : 289-320.
- Bailey H. et A. R. Milleri, 2012, "The Opt-in revolution? Contraception and the gender gap in wages", *NBER Working Papers*, 17922, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Barret C., F. Ryk et N. Volle, 2014, "Enquête 2013 auprès de la Génération 2010 - Face à la crise, le fossé se creuse entre niveaux de diplôme", *Céreq Bref*, n° 319.
- Barro W.J. et Lee, 2011, "A new data set of educational attainment in the world, 1950-2010", available at http://www.barrolee.com/papers/Barro_Lee_Human_Capital_Update_2011Nov.pdf, accès le 11/10/2016.
- Basu S. and D. N. Weil, 1998, "Appropriate Technology and Growth". *Quarterly Journal of Economics*, 113(4) : 1025-54.
- Baumol W. J., 2002, "The free-market innovation machine: Analyzing the growth miracle of capitalism", *Princeton University Press*, Princeton, NJ.
- Baumol W. J., 1993, "Entrepreneurship, management and the structure of payoffs", *MIT Press*, Cambridge MA.
- Baumol W. J., 1990, "Entrepreneurship: Productive, unproductive, and destructive", *Journal of Political Economy*, 98(5) : 893-921.
- Becker G. S., 1962, "Investment in Human Capital: A theoretical Analysis", *Journal of Political Economy*, LXX : 9-49.

- Benhabib J., et M. Spiegel, 1994, "The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-country Data". *Journal of Monetary Economics*, 34 (2): 143-74.
- Benhabib J. et M. Spiegel, 2005, "Human Capital and Technology Diffusion". In P. Aghion and S. N. Durlauf, eds., *Handbook of Economic Growth, Handbooks of Economics*, 22. Amsterdam and San Diego: Elsevier, North-Holland.
- Bils M. and P. Klenow, 2000, "Does Schooling Cause Growth?", *American Economic Review*, 90 : 1160-1183.
- Bowles, J. 2014, The computerization of European Jobs, Technical report, The Bruegel Institute;
- Card D. et A. B. Krueger, 1992, "School Quality and Black-White Relative Earnings: A Direct Assessment", *The Quarterly Journal of Economics*, 107(1) : 151-200.
- Cohen D. et M. Soto, 2007, "Growth and human capital: good data, good results", *Journal of Economic Growth*, 12(1): 51-76.
- Crépon B., Duguet E. et Mairesse J., 1988, Research, Innovation and productivity : An econometric analysis à the firm level, *NBER Working Paper* No. 6696.
- Easterly W. et R. Levine, 2002, "It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models", Norman Loayza and Raimundo Soto and Norman Loayza (Series Editor) and Klaus Schmidt-Hebbel (Series Editor) (ed.), *Economic Growth: Sources, Trends, and Cycles, Central Bank of Chile*, 1, 6(3) : 061-114.
- Dinopoulos E. et C. Syropoulos, 2006, "Rent protection as a barrier to innovation and growth", *Economic Theory*, 32(2) : 309-332.
- de la Fuente A. and R. Domenech, 2006, "Human Capital in Growth Regressions: How Much Difference Does Data Quality Make? ", *Journal of the European Economic Association*, 4(1) : 1-36.
- Frey C.B. et M.A. Osborne, 2013, *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford University.
- Funke M. et H. Strulik, 2000, "On endogenous growth with physical capital, human capital and product variety", *European Economic Review*, Elsevier, 44(3): 491-515.
- Galor O. et D. N. Weil, 2000, "Population, Technology and Growth: From Malthusian Stagnation to the Demographic Transition and beyond", *American Economic Review*, 90(4): 806-828.
- Galor, O. et Zeira, J., 1993, "Income Distribution and Macroeconomics". *Review of Economic Studies*, 60, 35-52.
- Gerschenkron A., 1962, "Economic backwardness in historical perspective", Cambridge, Massachusetts: *Belknap Press of Harvard University Press*.
- Griffith, R., S. Redding, and J. Van Reenen (2004), Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Manufacturing Industries, *Review of Economics and Statistics* 86(4), 883-895.
- Grossman G. and H. Helpman, 1991, "Innovation and Growth in the Global Economy". *The MIT Press*.
- Gurgand M., 2000, "Sait-on mesurer le rôle économique de l'éducation ?", *Revue française d'économie*, Volume 15, Numéro 2, pp. 121-156.
- Guellec, D. and Van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2004), From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66: 353-378.
- Hall, B., Mairesse, J. et Mohnen, P., 2010, "Measuring the Returns to R&D", *Handbook of the Economics of Innovation*, Elsevier.

- Iacopetta M., 2011, "Formal education and public knowledge", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Elsevier, 35(5): 676-693.
- Iacopetta M., 2010, "Phases of economic development and the transitional dynamics of an innovation-education growth model", *European Economic Review*, Elsevier, 54(2): 317-330.
- Jaffe, A.B, 1989, "Real effects of academic research", *American Economic Review*, 79(5), 957-970.
- Jones C. I., 1995, "Time series tests of endogenous growth models", *Quarterly Journal of Economics*, 110 (441): 495-525.
- Jones C. I., 1999, "Growth: With or without scale effects?", *American Economic Association Papers and Proceedings*, 89 : 139-144.
- Jones C. I., 2015, "The Facts of Economic Growth", *Working Paper*, Stanford University.
- Karabel J., 2005, "The Chosen: The secret history of admission and exclusion at Harvard, Yale, and Princeton, New York", NY: Houghton Mifflin Harcourt.
- Kim S-J. and Y. J. Kim, 2000, "Growth Gains from Trade and Education". *Journal of International Economics*, 50(2): 519-45.
- Knowles-Cutler A., CB Fey et M.A. Osborne, 2014, *Agile town: the relentless march of technology and London's response*, Deloitte.
- Krueger A., 1974, "The political economy of the rent-seeking society", *The American Economic Review* 64(3) : 291-303.
- Krueger D., and K. B. Kumar, 2004, "Skill-specific rather than General Education: A reason for US-Europe Growth Differences?", *Journal of Economic Growth*, 9(2) :167-207.
- Levasseur S., 2015, "Vieillesse de la population active: vers une baisse de la productivité ?", *Revue de l'OFCE*, n°142, pp. 339-370, Septembre.
- Lloyd-Ellis H. and J. Roberts, 2002, "Twin Engines of Growth: Skills and Technology as Equal Partners in Balanced Growth", *Journal of Economic Growth*, Springer, 7(2): 87-115.
- Lucas, R. Jr., 1988, "On the mechanics of economic development". *Journal of Monetary Economics*, 22(1): 3-42.
- Mairesse, J. et Mulkay, B., 2007, "An Exploration of Local R&D Spillovers in France"; *Annals of Economics and Statistics*, GENES, 87-88, pages 145-166.
- Malik K., 2016, "Why Britain fails in class", *International New York Times*, 1-2, 9.
- MENESR, 2016, "Les dépenses intérieures de R&D en 2014, *Note Flash*, n°11, septembre 2016.
- MENESR, 2015, "Projections des effectifs de l'enseignement supérieur pour les rentrées de 2014 à 2023", *Note d'information* 15.02.
- Morikawa M., 2016, "Firms' expectations about the impact of AI and robotics: Evidence from a survey", *Economic Inquiry*, Published online on October 13, 2016.
- Murphy K. M., A. Shleifer, and R. W. Vishny, 1991, "The allocation of talents: Implications for growth", *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2): 503-530.
- Murphy K. M., A. Shleifer, and R. W. Vishny, 1993, "Why is rent-seeking so costly to growth?", *American Economic Review Papers and Proceedings*, 83(2) : 409-414.
- Nelson R. R. and E. S. Phelps, 1966, "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth", *American Economic Review*, 56: 69-75.

- Parente S., and E. Prescott, 1999, "Monopoly rights: a barrier to riches". *American Economic Review*, 89 : 1216-1233.
- Parente S. and E. Prescott, 2000, "Barrier to Riches". *The MIT Press*, Cambridge.
- Parente S. and R. Zhao, 2006, "Slow development and special interests", *International Economic Review*, 47(3): 991-1011.
- Patel, P. and Soete, L., 1988, "L'évaluation des effets économiques de la technologie", *STI Review*, n° 4, pp. 133-183.
- PMQ (2015), Rapport du Groupe Prospective des métiers et qualifications : les métiers en 2022, France Stratégie & Dares , Avril.
- Raymond, W., Mairesse, J., Mohnen, P. et Palm, F., (2015), "Dynamic models of R & D, innovation and productivity: Panel data evidence for Dutch and French manufacturing", *European Economic Review*, Elsevier, vol. 78(C), pages 285-306.
- Rebelo, S., 1991, "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, 99(3): 500-521.
- Redding S., 1996, "Low-skill, Low-quality Trap: Strategic Complementarities between Human Capital and R&D", *Economic Journal*, vol. 106: 458-70.
- Romer P. M., 1990, "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, 98(5): 71-102.
- Romer P. M., 2000, "Should the Government Subsidize Supply or Demand in the Market for Scientists and Engineers?", *NBER Working Papers*, 7723.
- Roland Berger Institute, 2014, Les classes moyennes face à la transformation digitale.
- Solow, R., 1956, "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, Oxford University Press, vol. 70(1), pages 65-94.
- Uzawa H., 1965, "Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth". *International Economic Review*, 6(1) : 18-31.
- Vandenbussche J., P. Aghion, et C. Meghir, 2006, "Growth, Distance to Frontier and Composition of Human Capital", *Journal of Economic Growth*, 11: 97-127.
- Wasmer E., 2006, "Interpreting Europe-US Labor Market Differences: the Specificity of Human Capital Investments", *American Economic Review*, 96(3) : 811-831.

ANNEXE : Éducation et croissance : une brève revue de la littérature théorique

De façon récurrente, la réforme de l'éducation fait l'objet de débats politiques intenses. Il suffit qu'un pays perde du terrain sur ses concurrents ou soit en régression par rapport à son modèle historique pour que les responsables politiques se tournent vers le système éducatif pour comprendre ce qui ne fonctionne pas ou peut être amélioré. Le but de cette section est d'explorer les mécanismes au moyen desquels l'accumulation de capital humain peut avoir un impact positif sur la croissance économique. L'analyse montre qu'il est difficile d'établir une corrélation empirique entre investissement en éducation et croissance des revenus. Cependant, les théories récentes suggèrent que plus que le niveau d'enseignement atteint, ce sont les contenus de celui-ci qui offrent des possibilités de contribuer à augmenter les revenus des personnes concernés.

Les premiers travaux sur la contribution du capital humain à la croissance ont été publiés dans les années 1960 avec les recherches de Becker (1962), Uzawa (1965), puis Nelson et Phelps (1966). Ces travaux ont eu une influence importante sur toute la littérature subséquente. Becker est le premier à avoir considéré le capital humain comme un facteur de production au même titre que le capital physique. Lucas (1988) a emboîté le pas d'Uzawa et introduit l'idée que les externalités (dans l'accumulation) de capital humain pouvaient à long terme être un moteur de croissance. Nelson et Phelps, en attribuant au capital humain le rôle de catalyseur dans l'adoption des nouvelles technologies, ont jeté des ponts entre les travaux sur le capital humain et ceux sur le progrès technologique. L'arrivée des premiers modèles de croissance endogène dans les années 1990, avec notamment Romer (1990), puis Aghion et Howitt (1992), ont laissé de côté le rôle du capital humain, presque traité comme une nuisance, puisqu'il révèle le problème de l'effet d'échelle, qui obère la plupart des premiers modèles de croissance endogène (Jones, 2015).

Plus récemment, des travaux ont exploré en détail la correspondance entre les contenus de l'éducation et le type de technologie disponible. Aghion et Durlauf (2007), Vandenbussche *et al.* (2006), puis Aghion *et al.* (2009) parmi d'autres, affirment que des pays comme la France, aujourd'hui plus proches de la frontière technologique qu'ils ne l'étaient dans la période de l'après-guerre, tireraient d'investissements dans l'enseignement supérieur des bénéfices plus importants que lors des décennies passées.

1.1. La théorie du capital humain

On doit à Lucas (1988), qui s'inscrit dans le sillage d'Uzawa (1965), l'une des contributions les plus marquantes à l'étude du lien entre éducation et croissance économique. Dans leur démarche, Lucas et Uzawa interprètent le capital humain comme un facteur de production, le capital humain s'entendant comme les connaissances et aptitudes pertinentes accumulées par les travailleurs (qu'ils pourront mobiliser pour produire des biens et services) et pas seulement comme le temps scolaire ou celui passé dans un environnement d'apprentissage (Bils et Klenow, 2000). À long terme, la croissance ne peut se maintenir que si le capital humain augmente indéfiniment avec le temps. Pour que cette théorie ait un sens, il faut que chaque nouvelle génération de travailleurs ait un meilleur niveau de productivité que la précédente, en raison des compétences supplémentaires qu'elle aura acquise dans l'enseignement délivré par le système éducatif.

Or, l'expérience ordinaire montre que si une amélioration continue des connaissances est possible dans certaines disciplines, comme les sciences de l'ingénierie la physique ou la médecine, elle l'est beaucoup

moins dans la formation professionnelle ou dans l'enseignement primaire et secondaire, qui s'attachent à fournir le socle de connaissances.

Pour que la croissance puisse se maintenir à long terme, la théorie requiert que les connaissances générales non seulement augmentent mais aussi que cette augmentation se fasse à taux constant. Autrement dit, l'accumulation du stock de connaissances doit être de plus en plus rapide au cours du temps. Dans les termes d'Uzawa et Lucas, la production de capital humain ne nécessite pas de capital physique – le cas extrême est celui du secteur éducatif, relativement intensif en capital humain. Les individus sont supposés consacrer une partie u de leur temps à se former en dehors de l'école, par exemple au travail, et la partie restante $(1 - u)$ à leur formation dans le système éducatif. La fonction de production s'écrit alors dans sa formulation la plus simple :

$$y = Ak^\alpha(uh)^{1-\alpha} \quad (1)$$

où k et h désignant respectivement le capital physique et le capital humain. A représente la productivité totale des facteurs et α l'élasticité de la production par rapport au capital physique. L'évolution du capital humain s'écrit alors :

$$\dot{h} = b(1 - u)h. \quad (2)$$

Cette dernière expression montre que deux éléments contribuent à l'augmentation des connaissances utiles à des fins productives : l'une est le temps de scolarité $(1 - u)$, l'autre est le stock de connaissances. Ce dernier peut représenter, par exemple, les connaissances de la famille ou les connaissances moyennes de la société. Dans tous les cas, l'effet des retombées de ce stock de connaissances est supposé constituer un aspect essentiel du processus d'accumulation. Par conséquent, si l'éducation a un prix que l'on peut mesurer par le revenu dont un individu est privé lorsqu'il suit un enseignement, il ne lui coûte rien de bénéficier des connaissances des autres.

Il serait pourtant problématique d'interpréter h dans (2) comme le stock global de capital humain. Si tel était le cas, un pays en croissance démographique connaîtrait à long terme une accélération de son taux de croissance – effet d'échelle –, ce qui n'est pas corroboré par les données. La linéarité de h , qui plus est, n'est guère cohérente avec les résultats empiriques du lien entre éducation et revenus : Benhabib et Spiegel (1994), puis Easterly et Levine (2002), montrent que la corrélation entre le taux de croissance du capital humain et celui du revenu par habitant est faible.

Si certains ont vu là une bonne raison de rejeter le modèle proposé par Lucas et Uzawa, d'autres ont plutôt cherché à en modifier le cadre pour permettre des équilibres multiples. Un exemple de cette démarche est fourni par Azariadis et Drazen (1990). Leur fonction de production est similaire à (1), mais ils sont plus précis que Lucas sur la façon dont un individu peut apprendre du reste de la société. Le niveau de capital humain d'un individu i est ainsi calculé :

$$h_i(t) = [1 + \gamma(H(t))(1 - u_i(t))]H(t) \quad (3)$$

où γ représente l'efficacité de l'accumulation du capital humain et $H(t)$ le capital humain global. Ils en déduisent un équilibre « bas » (défavorable) et un équilibre « haut » (favorable). En deçà d'un certain seuil initial de capital humain global H , l'individu n'investit pas dans l'éducation car le rendement marginal de cet investissement est inférieur à son coût d'opportunité. Ainsi l'économie converge-t-elle vers un équilibre à long terme sans croissance. Si, au contraire, ce seuil est franchi, l'économie évolue vers un sentier de croissance équilibré où les revenus augmentent à taux constant.

De nombreux modèles d'équilibre portant sur l'éducation s'inscrivent dans un contexte de générations imbriquées. Redding (1996) propose un modèle où les dirigeants et les propriétaires des entreprises sont les individus âgés, tandis que les travailleurs sont les individus jeunes. Chaque génération a des profils d'investissements très différents : les plus âgés, parce qu'ils possèdent les entreprises, investissent dans la recherche et le développement (R&D) pour accroître la productivité tandis que les plus jeunes investissent dans l'éducation. Le montant des investissements éducatifs est déterminé par le niveau des investissements en R&D que réalisent les individus les plus âgés : ceux-ci prennent leurs décisions concernant la R&D en fonction des investissements en éducation consentis simultanément par la jeune génération. La complémentarité des investissements est ici la source d'équilibres multiples. Les auteurs montrent qu'il existe un équilibre « bas », avec peu d'investissements dans l'éducation et la R&D, tout comme un équilibre « haut », avec des investissements importants dans l'éducation et la R&D. Dans un tel contexte, les politiques publiques ont la possibilité d'augmenter la prospérité en coordonnant le maintien des deux groupes à l'équilibre « haut ».

Cependant, ce courant de la littérature ne précise pas par quel mécanisme un niveau de capital humain plus élevé se transforme en un accroissement de la production. Le capital humain est de fait assimilé au capital physique.

Dans ce qui suit, nous présentons les modèles dans lesquels l'éducation agit comme un catalyseur dans l'adoption de nouvelles technologies.

1.2. Adoption d'une technologie

Benhabib et Spiegel (1994) montrent que la croissance des revenus n'est pas corrélée à celle du capital humain mais au niveau initial de celui-ci. Ils infèrent de ce résultat que s'il existe une complémentarité entre éducation et technologie, la première est d'une utilité limitée en tant que facteur de production. De même, Easterly et Levine (2002) affirment, sur la base d'un échantillon large de pays, que la croissance de la productivité totale des facteurs (PTF) représente en moyenne la moitié de la croissance de la production par travailleur, et, de plus, que cette croissance de la PTF est sensible au niveau initial du capital humain. Nelson et Phelps (1966) furent parmi les premiers – en formalisant la théorie du rattrapage de Gerschenkron (1962) – à soutenir que l'éducation améliore la capacité des individus à recevoir et à interpréter correctement l'information, dont le traitement constitue désormais un aspect important de nombreux emplois. Pour l'essentiel, leur modèle se résume dans l'équation

$$\dot{A}(t) = \Phi(h)[T(t) - A(t)] \quad (4)$$

où $A(t)$ représente un niveau technologique donné au temps t , h le stock de capital humain, $T(t)$ l'état de la frontière technologique supposé croître au taux constant exogène λ .

L'expression (4) a deux conséquences distinctes. Tout d'abord, supposons que le taux de croissance de la frontière technologique traduit le rythme auquel surviennent les découvertes. Alors le taux de croissance de la productivité totale des facteurs, donné par celui du niveau technologique A , va dépendre de la mise en œuvre de ces découvertes et va varier en fonction de l'écart entre la frontière et l'état technologique de l'économie considérée. Si on utilise ce mécanisme pour interpréter les progrès du rattrapage d'un pays à l'autre, on peut considérer que T représente le niveau technologique du pays avancé et A celui des pays en développement. La deuxième conséquence de l'expression (4) tient au rythme du rattrapage lui-même, c'est-à-dire la vitesse à laquelle se réduit la distance entre la frontière technologique et la productivité totale des facteurs, cette vitesse dépendant du stock de capital humain. C'est un point important de

divergence avec Uzawa et Lucas, qui considèrent l'éducation comme une quantité mesurable ayant pour effet d'augmenter la productivité.

Nelson et Phelps (1966) n'expliquent pas comment un savoir-faire technique désincarné peut se transmettre du leader technologique (qu'il s'agisse d'une entreprise ou d'un pays) à ses « suiveurs ». Les théories modernes de la croissance sont plus précises quant aux incitations à l'innovation et aux structures de marché nécessaires au soutien de la R&D. On considère généralement que les inventions permettent la fabrication de produits nouveaux, lesquels conduisent à des rentes de monopole, ou à l'amélioration du produit, qui permet de maintenir une position dominante sur le marché. Un certain nombre de modèles envisagent les processus d'imitation et de dissipation de la rente créée par une activité innovante, en introduisant explicitement des coûts d'imitation, notamment Parente et Prescott (1999, 2000), Parente et Zhao (2006), Grossman et Helpman (2001) ou encore Dinopoulos et Syropoulos (2007).

Les différences en termes de politiques à mener qui découlent de la distinction entre les hypothèses de Lucas-Uzawa et celles de Nelson-Phelps, à savoir entre le rôle de l'éducation comme facteur de production ou comme catalyseur de la diffusion technologique, ne sont pas négligeables. Selon les hypothèses de Lucas et Uzawa, une main-d'œuvre plus éduquée se traduit par un bénéfice en termes de productivité qui s'en trouve alors augmentée. Mais si l'on suit les hypothèses de Nelson et Phelps, les bienfaits de l'éducation se mesurent comme la somme de ses effets futurs à tous les niveaux de production. Benhabib et Spiegel (1994 et 2005) ont testé ce dernier mécanisme en utilisant une fonction de diffusion soit exponentielle ou logistique. Dans un processus de diffusion exponentielle, les suiveurs croissent au même rythme que le leader qui joue alors le rôle de locomotive. En revanche, une diffusion logistique offre au leader la possibilité de se distancer de ses suiveurs, ce qui se traduit par une divergence de la productivité totale des facteurs.

Benhabib et Spiegel (2005) tiennent également compte de l'existence d'une barrière technologique qui peut réduire le taux de diffusion technologique à mesure que s'accroît la distance à la frontière. Basu et Weil (1998) affirment, parmi d'autres, que lorsqu'un pays est trop éloigné du pays où se situe la frontière technologique, il ne peut guère profiter des progrès réalisés dans ce dernier. Ainsi observent-ils qu'une avance technologique du Japon dans le domaine des transports (par exemple, l'amélioration de la qualité des trains à grande vitesse) aura peu de retombées dans les pays (par exemple, le Bangladesh) qui disposent d'une infrastructure ferroviaire minimale et où les transports sont encore en grande partie assurés par des bicyclettes et des charrettes tirées par des bœufs. Basu et Weil (1988) utilisent le rapport capital/travail pour évaluer la pertinence d'une technologie. Si, dans un pays donné, ce rapport se situe sur un intervalle tel que $i \in [k - \gamma, k + \gamma]$, alors selon le modèle de Nelson et Phelps, la productivité totale des facteurs devient :

$$\dot{A}_i(t) = \Phi(h)[T_i(t) - A_i(t)] \quad (5a)$$

$$\text{sinon, } \dot{A}_i(t) = 0 \quad (5b)$$

Ici $T_i(t)$ représente la frontière pour une technologie caractérisée par un rapport capital/travail i . La vitesse de diffusion de la technologie, toujours représentée par $\Phi(h)$ dépend du niveau de capital humain.

Les résultats empiriques de Benhabib et Spiegel (1994, 2005) – à savoir que le niveau initial d'éducation a une incidence sur le revenu global, mais que les taux de croissance n'y sont pas corrélés – ont été critiqués par de la Fuente et Domenech (2006) ainsi que par Cohen et Soto (2007). Ceux-ci mettent en évidence dans des régressions transnationales une corrélation positive avec les taux de croissance. Ces auteurs

fondent leur analyse empirique sur une correction des versions antérieures de la base de données de Barro et Lee (2011) – ils comblent les manques et corrigent les informations incohérentes avec le reste des données. Si leurs résultats semblent réévaluer à la hausse le rôle de l'éducation comme moteur de la croissance, ils n'ont pas mis un terme aux introspections des spécialistes de la croissance qui s'intéressent à d'autres mécanismes reliant éducation et croissance.

1.3. Capital humain général et spécifique

Becker (1962), dans son travail précurseur sur le capital humain, distinguait entre capital humain général et spécifique à l'entreprise. Le savoir d'entreprise n'est utile qu'à l'entreprise qui le transmet ou l'élabore, tandis que le savoir général est également disponible pour les autres entreprises. Apprendre à quelqu'un comment se servir d'un ordinateur dans un environnement Windows, c'est former du capital humain général, tandis que les compétences individuelles acquises dans une entreprise relève d'un savoir spécifique. Becker note que cette distinction explique pourquoi les travailleurs dont les aptitudes sont très spécifiques ont moins de chance de quitter leur emploi et seront les derniers à être licenciés en cas de ralentissement de l'activité, et pourquoi l'acquisition du capital humain spécifique à l'entreprise renforce l'éventualité d'une promotion. La distinction de Becker donne également lieu à l'interprétation suivante : le capital humain spécifique peut contribuer à la mise en œuvre d'une technologie spécifique, tandis que le capital humain général facilite celle d'une grande variété de technologies.

Wasmer (2006) examine spécifiquement les interactions entre les investissements dans le capital humain et les marchés du travail. Il avance que les frictions sur le marché du travail augmentent le rendement relatif de l'investissement dans le capital humain spécifique par rapport à celui de l'investissement réalisé dans le capital humain général, ce que Becker n'avait pas pris en compte. Wasmer (2006) construit un modèle macro-économique à deux régimes : un régime G et un régime S où les travailleurs investissent dans l'acquisition d'aptitudes respectivement générales et spécifiques. Le régime G est prédominant lorsque les travailleurs sont confrontés à des marchés du travail où les taux de rotation sont élevés et où l'emploi est peu protégé. Le régime S lui est préféré à partir d'un certain niveau de protection de l'emploi. Une faible rotation est à la fois cause et conséquence d'investissements spécifiques dans le capital humain. D'un point de vue empirique, Wasmer associe le régime S à l'Europe continentale et le régime G aux États-Unis.

Krueger et Kumar (2004) expliquent le différentiel de croissance entre l'Europe et les États-Unis en mettant plutôt l'accent sur la différence de comportements conduisant à investir dans le capital humain général ou spécifique. Le principal mécanisme de leur modèle repose sur le type d'éducation requis pour baisser les coûts d'adoption d'une technologie. Les entreprises payent plus cher pour obtenir de meilleures technologies. Les travailleurs migrent plus facilement vers des entreprises adoptant des technologies plus efficaces (ce faisant, ils obtiennent des salaires plus élevés) lorsqu'ils acquièrent du capital humain général (par la suite simplement noté G). Le coût d'acquisition de G décroît avec les capacités des étudiants. Si les travailleurs se dotant de G sacrifient une part de leur efficacité, ils obtiennent néanmoins de meilleurs salaires lorsqu'ils migrent vers des entreprises dont les technologies sont à la frontière de l'innovation. La calibration du modèle montre que le différentiel de croissance entre les États-Unis et l'Europe peut s'expliquer en grande part par certaines frictions – coût d'entrée sur le marché, coût du licenciement – autant que par les politiques suivies en matière d'éducation. Les frictions du marché du travail ralentissent la mobilité de la main d'œuvre des secteurs à faible densité technologique vers les secteurs à haute densité, entraînant une baisse de la productivité globale et des revenus. Elles diminuent également le niveau technologique de base – calculé comme le niveau moyen de technologie de toutes les entreprises de haute technologie. Les auteurs avancent que les politiques européennes d'éducation qui favorisaient l'enseignement professionnel spécialisé étaient assez efficaces

dans la période de l'après-guerre, lorsque les technologies évoluaient lentement. Mais avec l'arrivée des technologies de l'information dans les années 1970, et de nouvelles technologies apparaissant à un rythme plus rapide, la poursuite de ces politiques pourrait avoir ralenti la croissance et par conséquent creusé l'écart des revenus entre l'Europe et les États-Unis.

Dans un travail antérieur, Kim et Kim (2000) postulent déjà que le capital humain général permet d'abaisser les coûts d'adoption de la technologie et de migrations de la main-d'œuvre. Selon leurs hypothèses, l'évolution des compétences génériques est donnée par l'équation

$$\dot{h}_G = B (1 - u_G(t)) h_G(t) \quad (6)$$

où l'indice G désigne le capital humain général. Le capital humain spécifique (par la suite noté S) représente les compétences et le savoir-faire nécessaires à la production de biens. Le capital humain général contribue aussi à accumuler du capital humain spécifique selon la formule

$$h_i(t) = \theta h_G(t) \quad (7)$$

où $h_i(t)$ représente le capital humain spécifique du secteur i et où θ est un paramètre d'efficacité. Si le rapport initial G/S est inférieur à un certain seuil, le pays converge vers une trappe à pauvreté car il n'accumule pas G à un niveau suffisamment élevé pour adopter de nouvelles technologies. Non seulement lorsque G est faible, S l'est aussi, mais un niveau élevé du S courant représente un coût d'opportunité important lorsque sont adoptées de nouvelles technologies. Rappelons qu'il s'agit d'un environnement ouvert à l'intervention des pouvoirs publics. Les politiques de libre-échange aident les pays à s'éloigner de l'équilibre « bas » en fournissant plus d'incitations à l'accumulation de G et, par conséquent, à l'adoption de meilleures technologies (Krueger et Kumar, 2004).

1.4. Le capital humain comme facteur d'innovation

Pour Romer (2000), la politique d'éducation doit s'inspirer des modèles de croissance tirée par la R&D, car c'est de la quantité des apports faits à celle-ci que dépend la croissance. Il remarque que les politiques de R&D se résument trop souvent à une augmentation des dépenses, alors que l'innovation dépend du nombre de chercheurs et de leurs efforts. Un crédit d'impôt peut ne pas être efficace pour stimuler l'innovation s'il n'encourage pas un plus grand nombre de scientifiques et d'ingénieurs à travailler au développement d'idées nouvelles. Considérons, par exemple, le cas d'un système éducatif qui ne pourrait fournir au cours des dix années à venir qu'un nombre limité d'ingénieurs et de scientifiques. Une augmentation des dépenses de R&D ne servirait alors qu'à augmenter les salaires des scientifiques et n'aurait aucun effet sur le nombre de personnes engagées dans le processus d'innovation, ni sur le taux de croissance.

À un niveau plus macro-économique, Arnold (1998), Funke et Strulik (2000), ainsi que Lloyd-Ellis et Roberts (2002) et Iacopetta (2010, 2011) proposent des modèles reprenant l'idée que la croissance des économies modernes est fondée sur l'accumulation de capital humain – Uzawa (1965), Lucas (1988) et Rebelo (1991) – mais en insistant aussi sur l'importance des investissements en R&D – Romer (1990), Grossman et Helpman (1991), ainsi qu'Aghion et Howitt (1992).

En quelques mots, ces modèles dans lesquels le capital humain participe pour une part importante à la création des idées nouvelles fournissent des raisons séduisantes pour considérer l'éducation comme un facteur déterminant du taux de croissance dans la mesure où existerait une différence substantielle entre

les rendements sociaux et privés de l'éducation du fait des retombées positives générées par le secteur de l'innovation.

Dans une série d'articles, Jones (1995, 1999, 2015) recommande pourtant de ne pas trop prendre au sérieux les implications de ces modèles de croissance. Son principal angle d'attaque est que l'on ne peut prouver empiriquement l'existence d'externalités de savoirs suffisamment puissantes qui seraient générées par le secteur de la R&D et que leurs prévisions à long terme sont difficiles à réaliser. Jones remarque que les modèles de R&D comme ceux, par exemple, de Romer (1990), Aghion et Howitt (1992), prédisent qu'à long terme un nombre constant de chercheurs suffit à générer un taux de croissance constant. Or, les données montrent que si le nombre de chercheurs a régulièrement augmenté dans tous les pays avancés, les taux de croissance n'en ont pas fait autant – dans de nombreux pays européens, ils ont même diminué. On peut penser que l'hypothèse de linéarité de la R&D dans la fonction de production est trop optimiste : au fur et à mesure que la recherche progresse, il pourrait être de plus en plus difficile de trouver des idées nouvelles.

1.5. Quel type de capital humain pour la croissance ?

Le manque de résultats solides liant l'essor de l'éducation à la croissance économique a conduit les chercheurs à repenser la question. Serait-il possible que le type d'éducation nécessaire à la croissance diffère d'un pays à l'autre ? Parmi les premières études ayant tenté de répondre à cette interrogation, mentionnons Aghion et Durlauf (2007), Vandebussche *et al.* (2006) ou encore Aghion *et al.* (2009). Ces auteurs avancent que les considérations politiques concernant l'éducation doivent se préoccuper davantage de la composition du capital humain. Selon eux, lorsqu'un pays se trouve relativement loin du pays où se situe la frontière technologique, il est bon de mettre l'accent sur l'enseignement primaire et secondaire, car la croissance est alors d'abord tirée par l'imitation. Lorsque la distance avec la frontière se comble, la force de propulsion de l'imitation s'épuise et la croissance ne peut plus être obtenue que par la création. Cela requiert de renforcer les moyens de l'enseignement supérieur, car c'est à ce niveau que l'innovation est directement nourrie.

Aghion et Durlauf (2007) considèrent qu'en Europe, le système éducatif n'a pas poursuivi son processus de rattrapage entamé dans les décennies qui ont suivi la Seconde Guerre mondiale. S'il était nécessaire d'investir au cours des années 1970 dans l'enseignement primaire et secondaire, il eût été plus opportun par la suite de miser davantage sur les programmes de l'enseignement supérieur. Ils considèrent en revanche que les pays d'Amérique latine ont péché dans le sens opposé : en surinvestissant dans les universités. Comparant les investissements d'éducation au Brésil et aux États-Unis, ils montrent que le Brésil alloue la moitié de ses investissements d'éducation à l'enseignement supérieur tandis que les États-Unis ne lui en consacrent que le quart.

Vandennbusch *et al.* (2006) étendent le modèle de Benhabib et Spiegel (1994) et s'intéressent plus spécifiquement aux conséquences de la composition du capital humain. Ils postulent que le capital humain non qualifié est mieux adapté à l'adoption technologique tandis que le capital humain qualifié est plus propice à la création de technologies. Chaque type de capital humain affecte donc le taux de croissance en fonction de la position du pays par rapport à la frontière technologique. Dans l'hypothèse où la production finale résulte d'une quantité définie de biens intermédiaires, chacun de ceux-ci est affecté d'une productivité $A_i(t)$ telle que

$$y(t) = \int_0^1 A_i^{1-\alpha}(t) x_i^\alpha(t) di \quad (8)$$

où x_i est la quantité du bien intermédiaire i et α un paramètre sur l'intervalle zéro-un. L'hypothèse clé du modèle est l'évolution de la productivité du bien intermédiaire i telle que :

$$\dot{x}_i(t) = \lambda[\varphi_1(t)(T(t) - A(t)) + \varphi_2(t)A(t)] \quad (9)$$

où $T(t) - A(t)$ est interprété comme l'écart de Nelson et Phelps, c'est-à-dire l'écart technologique entre un pays donné et le pays le plus avancé technologiquement. Cet écart contribue cette fois à l'accroissement de la productivité totale des facteurs selon :

$$\varphi_1(t) = u_{m,i}^\sigma(t) s_{m,i}^{1-\sigma}(t) \quad (10)$$

où $u_{m,i}$ et $s_{m,i}$ représentent respectivement la quantité de travailleurs non qualifiés et qualifiés dans un « secteur d'imitation » de l'économie. La frontière de productivité du pays contribue à l'accroissement de la productivité du secteur i , selon :

$$\varphi_2(t) = \gamma u_{n,i}^\beta(t) s_{n,i}^{1-\beta}(t) \quad (11)$$

où $u_{n,i}$ et $s_{n,i}$ représentent respectivement la quantité de travailleurs non qualifiés et qualifiés dans un « secteur créatif » de l'économie. Les paramètres σ et β (par hypothèse, $\sigma > \beta$) sont les élasticités de la main-d'œuvre non qualifiée employée, respectivement, dans les secteurs d'imitation et créatif, et γ est l'efficacité du processus d'ensemble d'amélioration technologique.

Cette formulation du progrès technologique montre clairement que l'effet du capital humain qualifié sur la croissance est d'autant plus marqué que la distance du pays à la frontière technologique diminue. C'est sur la base d'une formulation de ce type qu'Aghion et Durlauf (2007) estiment que l'Europe aurait besoin d'allouer davantage de ressources à l'enseignement supérieur.

1.6. Éducation, recherche de rente et mauvaise allocation des talents

Les idées discutées jusqu'à présent impliquent que l'éducation devrait avoir des effets positifs sur les revenus, que ce soit directement, par la fonction de production, ou indirectement, en facilitant l'adoption technologique. Au début des années 1990 pourtant, une partie de la littérature a soulevé une hypothèse : les personnes les plus talentueuses et les plus qualifiées pourraient être attirées par des occupations qui ne contribuent pas à la prospérité de la société – Krueger (1974), Baumol (1990, 1993, 2002), Murphy, Shleifer et Vishny (1991, 1993), Acemoglu (1995). Le manque de corrélation entre les investissements dans l'éducation et la croissance pourrait donc être imputé à l'allocation des talents et des capacités à des activités improductives.

Murphy, Shleifer et Vishny (1991) considèrent deux types de mauvaise allocation des talents, tous les deux liés à la recherche de rente. Le premier type est la recherche de rente à des fins privées : l'innovateur ou les entrepreneurs abandonnent une part de la production à un tiers qui cherche ainsi à se constituer une rente qu'il utilise pour sa consommation personnelle alors qu'il n'a pas contribué au processus de production. L'autre type de recherche de rente découle des pratiques de l'administration qui, en mettant des barrières à l'entrée pour les entreprises, ralentissent la croissance de l'économie. Des talents et capacités considérables, acquis par l'éducation peuvent ainsi être mobilisés à mauvais escient, pour servir des intérêts privés et entraver la croissance.

Plus récemment, la littérature s'est attachée à mettre en évidence une mauvaise allocation des talents concernant plus directement le secteur éducatif. Plusieurs études ont documenté les barrières à l'investissement dans le capital humain selon le groupe ou l'activité. Ainsi des restrictions historiques subsistent-elles à l'admission des femmes dans certaines universités ou dans certains cursus. Par exemple, des discriminations en faveur des garçons vont avoir cours lorsqu'il s'agit d'acquérir certaines qualifications davantage valorisées par les parents ou par les enseignants ; des différences dans la qualité des enseignements d'un quartier à l'autre vont opérer tandis que les normes sociales vont éloigner certains groupes de certaines formations et donc métiers. Karabel (2005) montre ainsi les pratiques discriminatoires des plus prestigieuses universités américaines (Harvard, Princeton et Yale) qui se sont maintenues jusqu'à la fin des années 1960 à l'encontre des noirs, des femmes et des juifs cherchant à s'y inscrire. Bailey (2006) ainsi que Bailey Harshbein et Millery (2012) analysent les conséquences des innovations en matière de contraception sur la place des femmes dans le marché du travail et sur leur réussite scolaire et universitaire. Card et Krueger (1992) notent que dans les années 1950, les écoles publiques pour les élèves noirs étaient moins bien financées que les écoles pour les élèves blancs.

VI.4 Les Objectifs du Développement Durable de l'Agenda 2030 de l'ONU

L'analyse suivante permet d'identifier la manière dont les axes de la StraNES et de la SNR concourent à la plupart des Objectifs du Développement Durable, adoptés en septembre 2015 dans le cadre de l'Agenda 2030 de l'ONU, et donc soutenus par la France.

OBJECTIF 2 : FAIM « ZÉRO »

	SNR
Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable	<p>Défi 5 : Sécurité alimentaire et défi démographique La sécurité alimentaire consiste à assurer pour la population mondiale une alimentation saine, nutritive et en quantité suffisante dans un contexte de réduction de l'empreinte écologique des productions agricoles et halieutiques [...] Concevoir des systèmes alimentaires sains, nutritifs et durables, implique de mobiliser les recherches sur l'alimentation, les systèmes productifs et de la bioéconomie en faisant appel de nombreuses disciplines, de la biologie aux sciences humaines et sociales, en passant par la chimie et la physique pour les procédés de transformations de la biomasse.</p>
	<p>Défi 2 : Une énergie propre, sûre et efficace ▶ O8 : Efficacité énergétique</p>

OBJECTIF 3 : ACCES A LA SANTE

	SNR
Permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge.	<p>Défi 4 : Santé et bien être La recherche en santé est naturellement un enjeu majeur de politique publique, et un vecteur déterminant de développement économique (industrie pharmaceutique, biotechnologies pour la santé ...). Les connaissances nouvelles en biologie ont un impact fort dans plusieurs domaines sociétaux, dont la santé bien-sûr, mais aussi l'agriculture, l'économie ou l'éducation.</p>

OBJECTIF 4 : EDUCATION DE QUALITE

	StraNES	SNR
<p>4.3 D'ici 2030, faire en sorte que les femmes et les hommes aient tous accès dans des conditions d'égalité à un enseignement technique, professionnel ou tertiaire, y compris universitaire, de qualité et d'un coût abordable</p>	<p>Ppt 11 : Développer l'accessibilité et agir pour l'inclusion</p> <p>Ppt 20 : Prendre appui sur la recherche pour faire évoluer la pédagogie et les processus d'apprentissage</p> <p>Ppt 23 : Développer les bourses et l'accessibilité à l'ES</p> <p>Levier 3 : Investir pour la société apprenante et adapter les financements aux besoins</p>	<p>Défi 8 : Sociétés innovantes, intégratives et adaptatives</p> <p>O33 : Innovations sociales, éducatives et culturelles.</p>
<p>4.4 D'ici 2030, augmenter considérablement le nombre de jeunes et d'adultes disposant des compétences, notamment techniques et professionnelles, nécessaires à l'emploi, à l'obtention d'un travail décent et à l'entrepreneuriat</p>	<p>Ppt 1 : Elever les niveaux de qualification et développer les compétences transférables, favorisant l'innovation et la créativité, préparer aux nouveaux métiers.</p> <p>Ppt 2 : Faire de la Formation tout au long de la vie une réalité et rendre cette mission centrale pour l'ES</p> <p>Ppt 3 : Améliorer l'insertion professionnelle et développer l'alternance</p> <p>Ppt 37 : Inciter les entreprises à investir dans l'ES et mieux orienter les fonds de la formation professionnelle vers le supérieur.</p>	
<p>4.5 D'ici à 2030, éliminer les inégalités entre les sexes dans le domaine de l'éducation [...]</p>	<p>Ppt 35 : Agir pour l'égalité femmes-hommes et lutter contre les discriminations</p>	

<p>4.b D'ici à 2020, augmenter considérablement à l'échelle mondiale le nombre de bourses d'études offertes aux pays en développement, en particulier aux pays les moins avancés, aux petits Etats insulaires en développement et aux autres pays d'Afrique, pour financer le suivi d'études supérieures, y compris la formation professionnelle, les cursus informatiques, techniques et scientifiques et les études d'ingénieur, dans des pays développés et d'autres pays en développement.</p>	<p>Ppt 6 : Investir pour attirer les talents étrangers</p>	
<p>4. c D'ici à 2030, accroître considérablement le nombre d'enseignants qualifiés, notamment au moyen de la coopération internationale pour la formation d'enseignants dans les pays en développement, surtout dans les pays les moins avancés et les petits Etats insulaires en développement</p>	<p>Ppt 31 : Anticiper et accompagner l'évolution des métiers de l'ES</p> <p>Ppt 33 : Replacer l'activité de formation au cœur de l'activité et de la carrière des enseignants et enseignants-chercheurs, au même titre que la recherche.</p> <p>Ppt 34 : Former tous les enseignants du supérieur</p>	

OBJECTIF 5 : EGALITES ENTRE LES SEXES

	SNR	StraNES
<p>Parvenir à l'égalité des sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles</p>	<p>Défi 8 : Sociétés innovantes, intégratives et adaptives</p> <p>► O30 : Etudes des cultures et des facteurs d'intégration</p>	<p>Axe 3 : Favoriser une réelle accession sociale et agir pour l'inclusion (→ lutter contre les stéréotypes femme-homme)</p> <p>Levier 2 : Ecouter et soutenir les femmes et les hommes de l'ES (→ Agir pour l'égalité femmes-hommes et lutter contre les discriminations)</p>

OBJECTIF 6 : ACCES A L'EAU SALUBRE ET A L'ASSAINISSEMENT

	SNR	StraNES
Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau	Défi 1 : Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique ► O2 : Gestion durable des ressources naturelles	

OBJECTIF 7 : ENERGIE PROPRE ET D'UN COÛT ABORDABLE

	SNR	StraNES
7.2 D'ici à 2030, accroître nettement la part de l'énergie renouvelable dans le bouquet énergétique mondial	Défi 2 : Une énergie propre, sûre et efficace ► O9 : Réduction de la dépendance en matériaux stratégiques ► O10 : Substituts au carbone fossile pour l'énergie et la chimie	
7.3 D'ici à 2030, multiplier par deux le taux mondial d'amélioration de l'efficacité énergétique	Défi 2 : Une énergie propre, sûre et efficace ► O8 : Efficacité énergétique	Ppt 1 : Elever les niveaux de qualification et développer les compétences transférables, favorisant l'innovation et la créativité, préparer aux nouveaux métiers (→ Développer les formations répondant aux défis sociétaux et questions transverses de la SNR).

OBJECTIF 8 : TRAVAIL DECENT ET CROISSANCE ECONOMIQUE

	SNR	StraNES
Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous.	<p>Défi 3 : Le renouveau industriel</p> <p>Notre renouveau industriel, essentiel pour la croissance et la création d'emplois durables, dépendra [...] fortement de notre capacité d'innovation pour monter en gamme nos produits et services, et créer de nouveaux secteurs d'activités.</p>	<p>Axe 1 : Construire une société apprenante et soutenir notre économie (→ des formations pour un monde qui change ; mettre en place une véritable formation tout au long de la vie ; développer l'innovation grâce à l'emploi des docteurs dans les entreprises et administrations ; se donner des objectifs ambitieux de diplomation)</p> <p>Levier 3 : Investir pour la société apprenante et adapter les financements aux besoins (→ un investissement des entreprises nécessaires pour soutenir le besoin d'élévation des qualifications)</p>

OBJECTIF 9 : INDUSTRIES, INNOVATION ET INFRASTRUCTURE

	SNR	StraNES
<p>9.4 D'ici à 2030, moderniser l'infrastructure et adapter les industries afin de les rendre durables, par une utilisation plus rationnelle des ressources et un recours accru aux technologies et procédés industriels propres et respectueux de l'environnement, chaque pays agissant dans la mesure de ses moyens.</p>	<p>Défi 3 : Le renouveau industriel</p> <p>► O12 : usine verte et citoyenne</p>	<p>Ppt 5 : Faires des « Universités » les laboratoires de la société de demain et des leviers de la construction du lien social.</p>

OBJECTIF 10 : INEGALITES REDUITES

	SNR	StraNES
Réduire les inégalités dans les pays et d'un pays à l'autre	<p>Défi 8 : Sociétés innovantes, intégratives et adaptives</p> <p>Ce défi vise à identifier les ressorts de l'évolution de nos sociétés, qu'il s'agisse des processus d'innovation, des dynamiques d'intégration, ou plus généralement de l'adaptation aux évolutions mondiales et aux crises internationales. [...] Un intérêt particulier sera porté aux travaux permettant de comprendre les leviers sur lesquels agir pour permettre à notre société d'offrir le meilleur cadre d'intégration, lutter contre les inégalités et assurer son développement économique.</p>	<p>Axe 3 : Favoriser une réelle accession sociale et agir pour l'inclusion (→ agir pour une égalité effective, un enjeu économique, social et démocratique ; améliorer l'efficacité et l'équité de l'orientation entre le lycée et l'ES, partager le droit d'accès de tous les bacheliers à l'ES entre toutes les filières publiques et ne plus laisser les universités seules devant cette responsabilité ; agir pour l'inclusion ; diviser par deux l'écart social de diplomation</p>

OBJECTIF 11 : VILLES ET COMMUNAUTES DURABLES

	SNR	StraNES
<p>11.6 D'ici à 2030, réduire l'impact environnemental négatif des villes par habitant, y compris en accordant une attention particulière à la qualité de l'air et à la gestion, notamment municipale, des déchets</p>	<p>Défi 6 : Transports et systèmes urbains durables</p> <p>► O24 : Outils et technologies au service de la ville durable</p>	<p>Ppt 5 : Faire des « Universités » les laboratoires de la société de demain et des leviers de la construction du lien social (→ Permettre aux universités, écoles et/ou groupements d'expérimenter des innovations sociétales, en particulier en soutien à la recherche dans le cadre de la SNR (acteurs : Etat, établissements, collectivités territoriales).</p>
<p>11b D'ici à 2020, accroître considérablement le nombre de villes et d'établissements humains qui adoptent et mettent en œuvre des politiques et plans d'actions intégrés en faveur de l'insertion de tous, de l'utilisation rationnelle des ressources, de l'adaptation aux effets des changements climatiques et de leur atténuation de la résilience face aux catastrophes, [...].</p>	<p>Défi 8 : Sociétés innovantes, intégratives et adaptives</p> <p>► O30 : Études des cultures et des facteurs d'intégration</p>	

OBJECTIF 12 : CONSOMMATION ET PRODUCTION RESPONSABLES

	SNR	StraNES
<p>12.2 D'ici à 2030, parvenir à une gestion durable et à une utilisation rationnelle des ressources naturelles</p>	<p>Défi 5 : Sécurité alimentaire et défi démographique</p> <p>▶ O19 : alimentation saine et durable</p>	<p>Ppt 1 : Elever les niveaux de qualification et développer les compétences transférables, favorisant l'innovation et la créativité, préparer aux nouveaux métiers. (→ Développer les formations répondant aux défis sociétaux et questions transverses de la SNR).</p>

OBJECTIF 13: MESURES RELATIVES A LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

	SNR	StraNES
<p>13.2 Incorporer des mesures relatives aux changements climatiques dans les politiques, les stratégies et la planification nationale</p>	<p>Défi 1 : Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique</p> <p>Défi 2 : Une énergie propre et sûre et efficace</p> <p>Défi 3 : Le renouveau industriel</p> <p>▶ O12 : Usine verte et citoyenne</p> <p>Défi 5 : Sécurité alimentaire défi démographique</p> <p>Défi 6 : Transports et systèmes urbains durables</p> <p>▶ O24 : outils et technologies au service de la ville durable</p>	<p>Ppt 5 : Faire des « Universités » les laboratoires de la société de demain et des leviers de la construction du lien social (→ Soutenir et développer la Responsabilité sociale des établissements (prévue par la loi EST) comme une mission indissociable des missions de formation et de recherche afin de promouvoir systématiquement une interaction transformatrice entre l'université et les autres secteurs de la société, en s'inspirant notamment des programmes du type « extension » menés au Brésil).</p>
<p>13.3 Améliorer l'éducation, la sensibilisation et les capacités individuelles et institutionnelles en ce qui concerne l'adaptation aux changements climatiques ; l'atténuation de leurs effets et la réduction de leur impact et les systèmes d'alerte rapide.</p>	<p>Défi 8 : Sociétés innovantes, intégratives et adaptives</p> <p>▶ O33 : Innovations sociales, éducatives et culturelles.</p>	<p>Axe 1 : Construire une société apprenante et soutenir notre économie (→ un lien formation/recherche à renforcer, mettre en place des formations adaptées pour relever les nouveaux défis sociétaux, informer sur les débouchés professionnels et promouvoir les filières scientifiques, etc.).</p>

OBJECTIF 14 : VIE AQUATIQUE

	SNR
Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable.	Défi 1 : Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique. Dans le contexte de dérèglement climatique et de dégradation, voire parfois d'épuisement des ressources naturelles, la gestion sobre des ressources concerne toutes les ressources utilisées ou plus généralement impactées par l'homme pour son alimentation, son énergie et son activité industrielle : les organismes vivants (micro-organismes, végétaux et animaux formant la biodiversité et la biomasse), les eaux de surfaces et souterraines, les sols, l'air mais aussi les substances minérales ou organiques. La gestion sobre et durable de ces ressources nécessite de comprendre les mécanismes qui régissent leur formation, leur fonctionnement et leur évolution, et de mieux prendre en compte les impacts potentiels de l'exploitation d'une ressource sur les autres.

OBJECTIF 15 : PROTECTION DE LA FAUNE ET DE LA FLAURE TERRESTRE

	SNR
Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité.	Défi 1 : Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique. Dans le contexte de dérèglement climatique et de dégradation, voire parfois d'épuisement des ressources naturelles, la gestion sobre des ressources concerne toutes les ressources utilisées ou plus généralement impactées par l'homme pour son alimentation, son énergie et son activité industrielle : les organismes vivants (micro-organismes, végétaux et animaux formant la biodiversité et la biomasse), les eaux de surfaces et souterraines, les sols, l'air mais aussi les substances minérales ou organiques. La gestion sobre et durable de ces ressources nécessite de comprendre les mécanismes qui régissent leur formation, leur fonctionnement et leur évolution, et de mieux prendre en compte les impacts potentiels de l'exploitation d'une ressource sur les autres.

OBJECTIF 16 : JUSTICE ET PAIX

	SNR
Promouvoir l'avènement de sociétés pacifiques et ouvertes à tous aux fins du développement durable, assurer l'accès de tous à la justice et mettre en place, à tous les niveaux, des institutions efficaces.	Défi 8 : Sociétés innovantes, intégratives et adaptives Ce défi vise à identifier les ressorts de l'évolution de nos sociétés, qu'il s'agisse des processus d'innovation, des dynamiques d'intégration, ou plus généralement de l'adaptation aux évolutions mondiales et aux crises internationales. [...] Un intérêt particulier sera porté aux travaux permettant de comprendre les leviers sur lesquels agir pour permettre à notre société d'offrir le meilleur cadre d'intégration, lutter contre les inégalités et assurer son développement économique.

OBJECTIF 17 : PARTENIRAIITS POUR LES OBJECTIFS MONDIAUX

	SNR
Renforcer les moyens de mettre en œuvre le partenariat mondial pour le développement durable et le revitaliser.	Défi 1 : Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique. Défi 2 : Une énergie propre, sûre et efficace Défi 3 : Le renouveau industriel Défi 5 : Sécurité alimentaire et défi démographique Défi 6 : Transports et systèmes urbains durables Défi 8 : Sociétés innovantes, intégratives et adaptatives

Sources : Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, Objectifs de développement durable.

Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Stratégie Nationale de recherche – France Europe 2020.

Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Propositions pour une stratégie nationale de l'Enseignement Supérieur – pour une société apprenante.

VI.5 La dynamique mondiale de l'ESR

Pour illustrer la dynamique mondiale présentée dans la partie Une dynamique européenne et mondiale de développement de l'ESR du Livre Blanc figurent ci-après quelques exemples internationaux.

VI.5.1 Chili¹

Le Chili fait partie des pays qui ont vu le nombre de leurs étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur augmenter fortement en l'espace de 10 ans, passant de 663 694 en 2005 à 1 205 182 en 2014 soit une hausse de 81,5 %. C'est également le cas des dépenses publiques qui sont passées de 0,45 % du PIB en 2005 à 1,17 % en 2013 pour l'enseignement supérieur.

Dans la lignée des ODD (objectifs de développement durable) et notamment de l'objectif 4 (éducation de qualité) le congrès chilien a adopté, le 25 décembre 2015, une loi sur la gratuité de supérieur pour les étudiants inscrits dans un établissement accrédité par l'Etat et non lucratif.

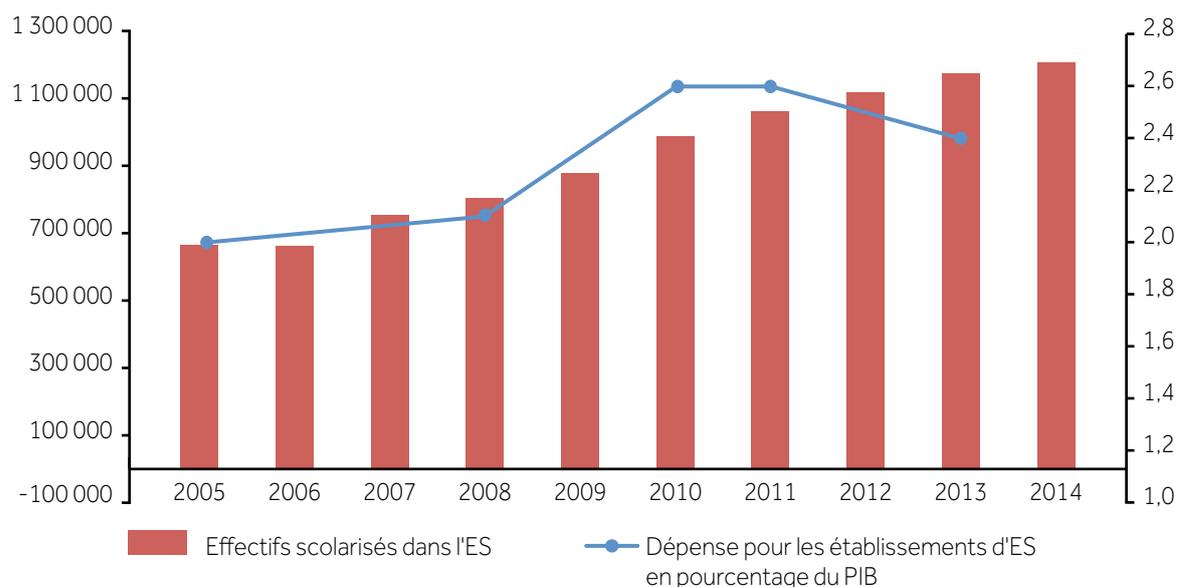
Dans un pays où le coût des études supérieures figure parmi les plus chers dans le monde par comparaison avec le niveau de vie de la population, c'est une réelle avancée vers l'accès de tous à un coût abordable aux études supérieures et de qualité, puisque cette mesure conditionne l'entrée de l'étudiant dans les universités non lucratives et accréditées par l'Etat.

¹ OECD (2016), Education at a Glance : OECD Indicators, OECD Publishing, Paris

Ministère des Affaires Etrangères, Fiche Curie: Chili, 07 janvier 2013

Chili : enseignement supérieur gratuit pour les élèves les plus pauvres. (2015). RFI.

Cordonnier, C. (2016). Le Chili adopte une loi rendant l'enseignement supérieur gratuit pour étudiants les plus pauvres. AEF INFO. El sueno de la educacion gratuita en Chile. (2016). RFI.

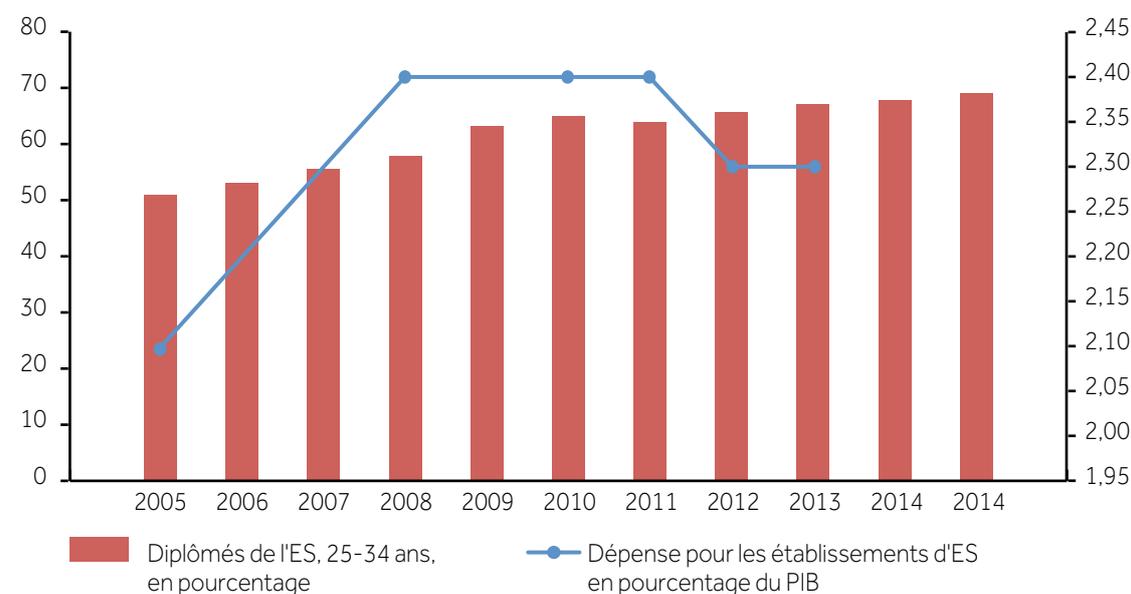


Source : Institut de statistique de l'UNESCO et OCDE

VI.5.2 Corée du Sud

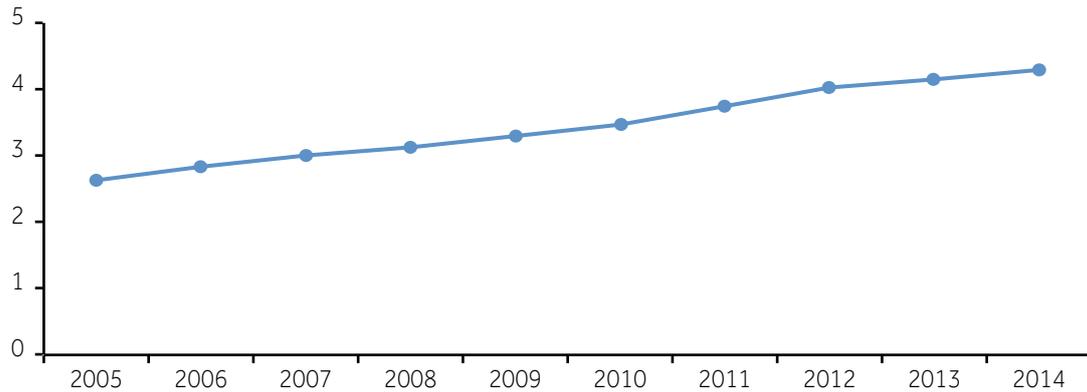
La Corée du Sud est passée en quelques décennies d'un pays très pauvre, à la population très majoritairement illettrée, à un des pays les plus ambitieux sur l'enseignement supérieur et la recherche. La République de Corée a doublé ses dépenses en R&D en moins de 10 ans, passant de 2,6 % (en 2005) à 4,2 % (en 2014), et investit dans l'enseignement supérieur, afin de dynamiser son économie et son innovation.

Les diplômés de l'enseignement supérieur (entre 25-34 ans) sont passés de 51 % en 2005 à 69 % en 2015. De plus, la Corée fait partie de la tête de liste des pays OCDE qui investissent le plus dans l'enseignement supérieur : 2,3 % en 2013 de son PIB.



Source : OCDE

DIRD en pourcentage du PIB



Source : Institut de statistique de l'UNESCO

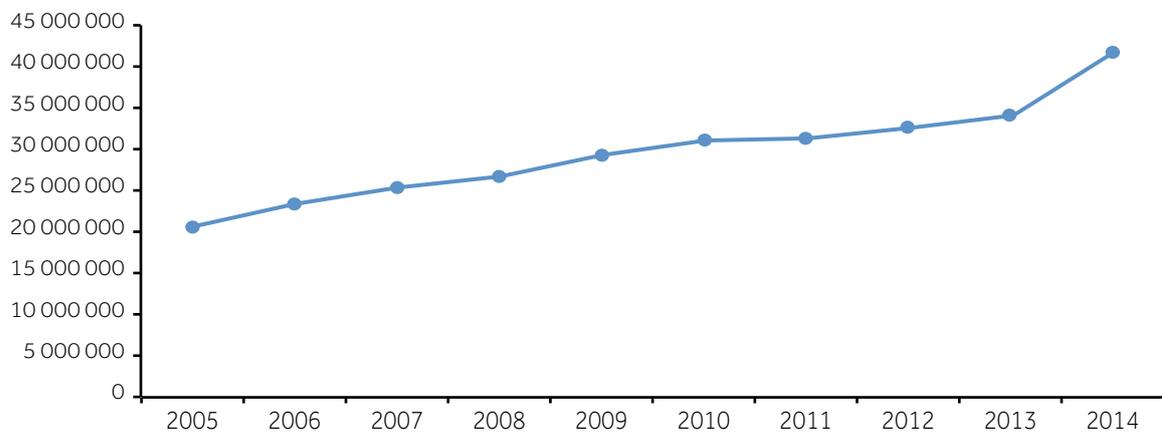
VI.5.3 Chine

La Chine monte en puissance très fortement dans tous les domaines concernant l'enseignement supérieur et la recherche. On assiste à une réelle démocratisation de l'enseignement supérieur en Chine. En effet en l'espace de moins de 10 ans le nombre d'étudiants de l'enseignement supérieur a explosé (augmentation de 103 %) passant de 20 601 219 étudiants en 2005 à 41 924 198 étudiants en 2014.

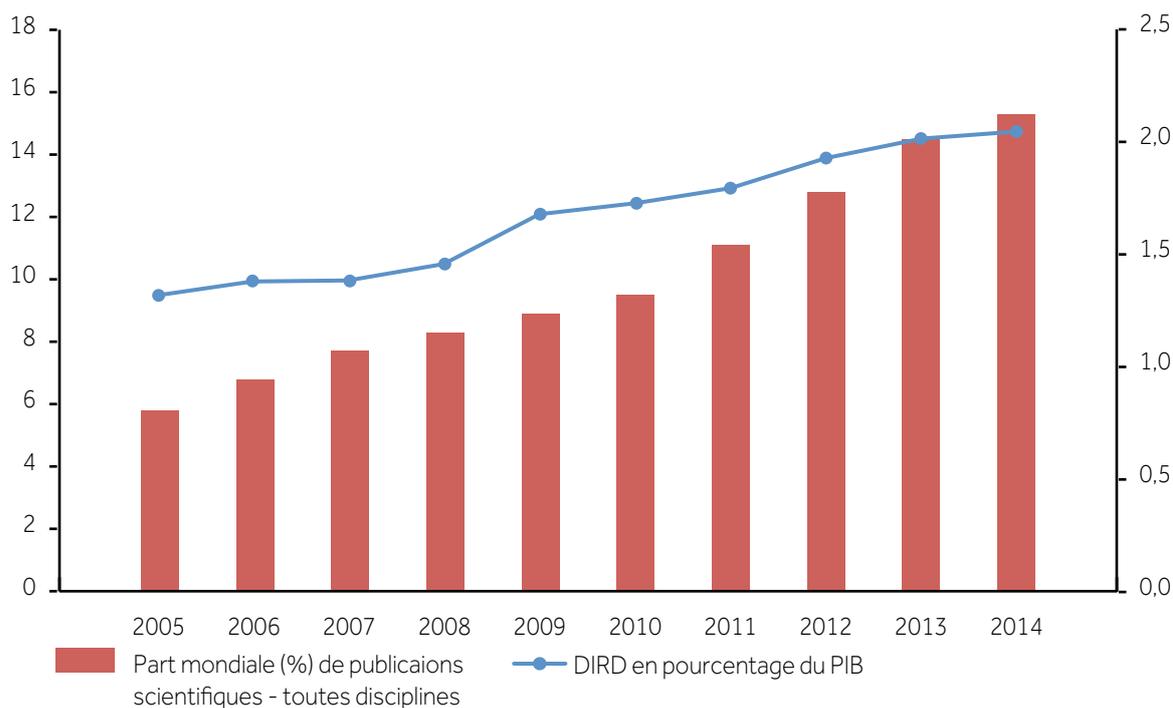
Cette démocratisation rentre dans un plan national lancé en 2010 pour la réforme et le développement de l'éducation à moyen et long terme (Outline of China's National Plan for Medium and Long-term Education Reform and Development), avec pour objectifs stratégiques d'ici à 2020 de moderniser l'éducation, former une société apprenante, se positionner parmi les pays puissants du point de vue des ressources humaines.

Quant à la R&D, on constate une détermination du gouvernement chinois d'atteindre les 2,5 % du PIB en 2020.

Effectifs scolarisés dans l'ES, tous les programmes, les deux sexes (nombre)



Source : Institut de statistiques de l'UNESCO



Source : Institut de statistique de l'UNESCO

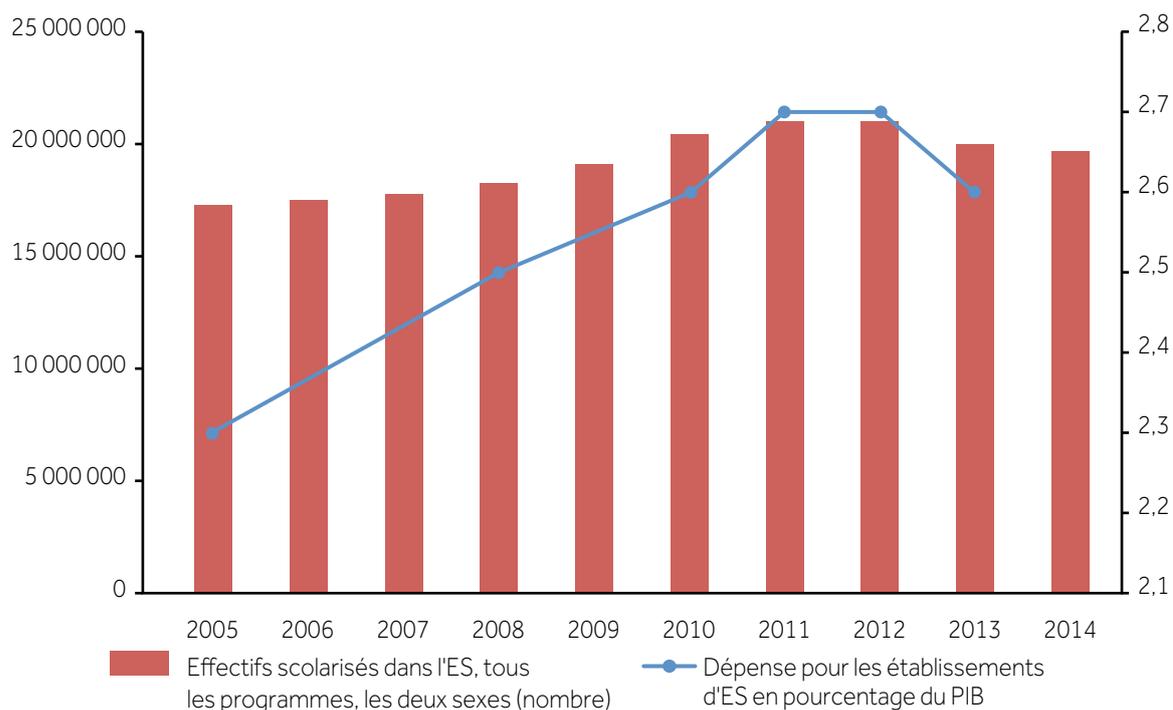
Source : OST - L'espace international scientifique et technique. Publication scientifique

VI.5.4 Etats-Unis

Les Etats-Unis sont le premier pays au monde en ce qui concerne les dépenses de R&D. En termes d'effort d'enseignement supérieur ou d'effort de recherche (dépenses en pourcentage du PIB), les chiffres sont actuellement stables : 2,6 % du PIB en 2013 pour l'enseignement supérieur, 2,73 % du PIB en 2013 pour la R&D. On note une légère baisse au niveau des effectifs scolarisés dans l'enseignement supérieur : 19 700 221 étudiants inscrits en 2014 contre 20 427 709 en 2010.

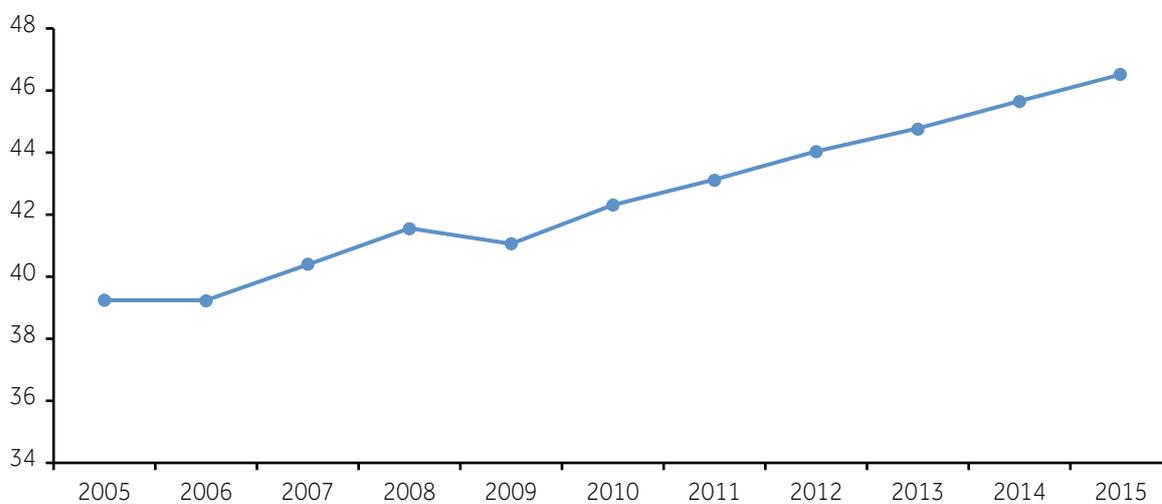
Cependant, on constate une nette augmentation des diplômés de l'enseignement supérieur dans le groupe d'âge 25-34 ans, passant de 39,24 % en 2005 à 46,52 % en 2015.

De plus, les Etats-Unis restent parmi les pays qui dépensent le plus par étudiant avec une moyenne de 27 924 \$ en 2013 dans l'enseignement supérieur, bien au-delà de la moyenne OCDE (15 772 \$ en 2013).



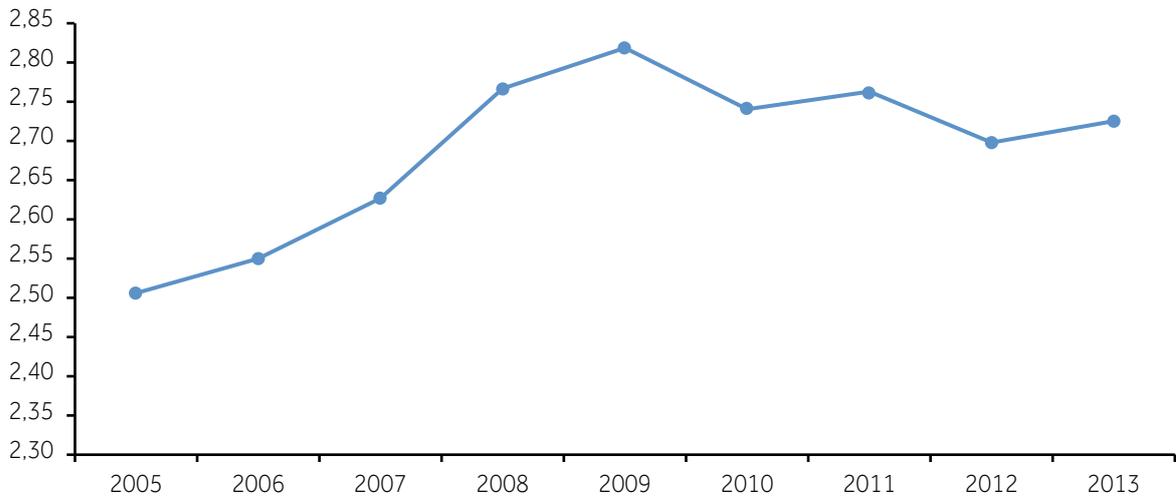
Source : Institut de statistique de l'UNESCO, OCDE

Diplômés de l'ES, 25-34 ans, en pourcentage



Source : OCDE

DIRD en pourcentage du PIB

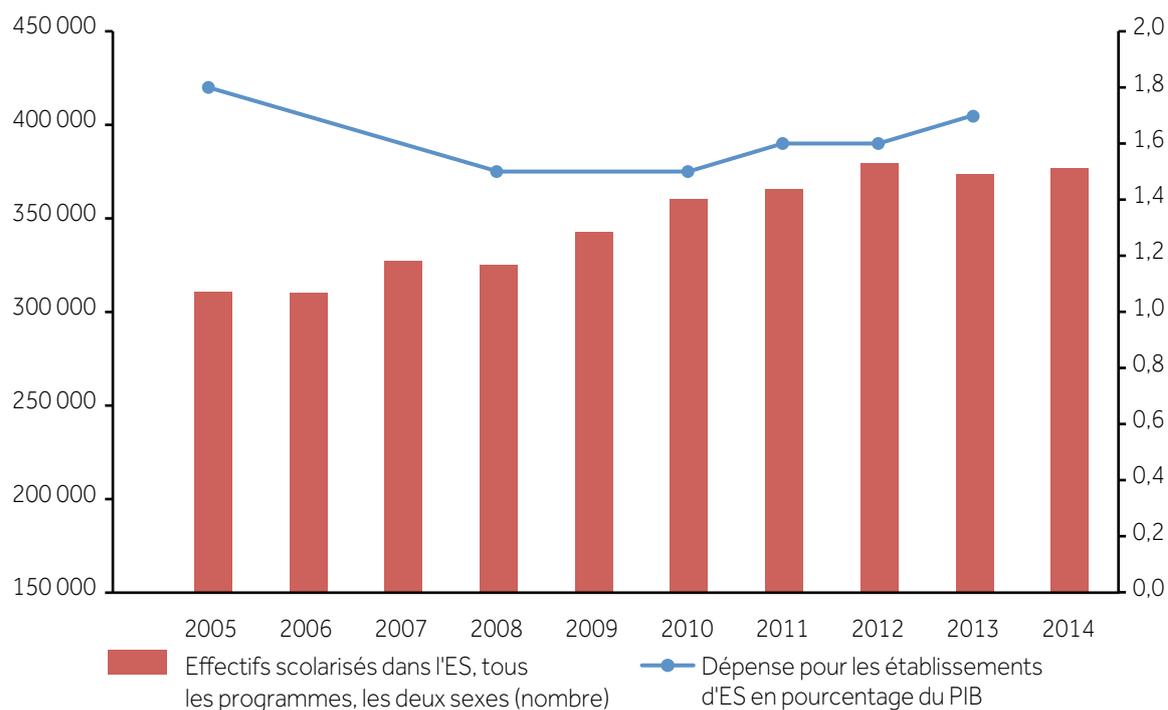


Source : OCDE

VI.5.5 Israël

Israël a mis l'enseignement supérieur et la recherche au cœur de ses priorités politiques, avec 45,9% de diplômés de l'enseignement supérieur parmi les 25-34 ans. Israël fait ainsi partie des 10 premiers pays de l'OCDE pour l'accès à l'enseignement supérieur. Il dépense plus que la moyenne de l'OCDE pour les établissements d'enseignement supérieur : 1,7% du PIB en 2013 (moyenne OCDE 1,6%).

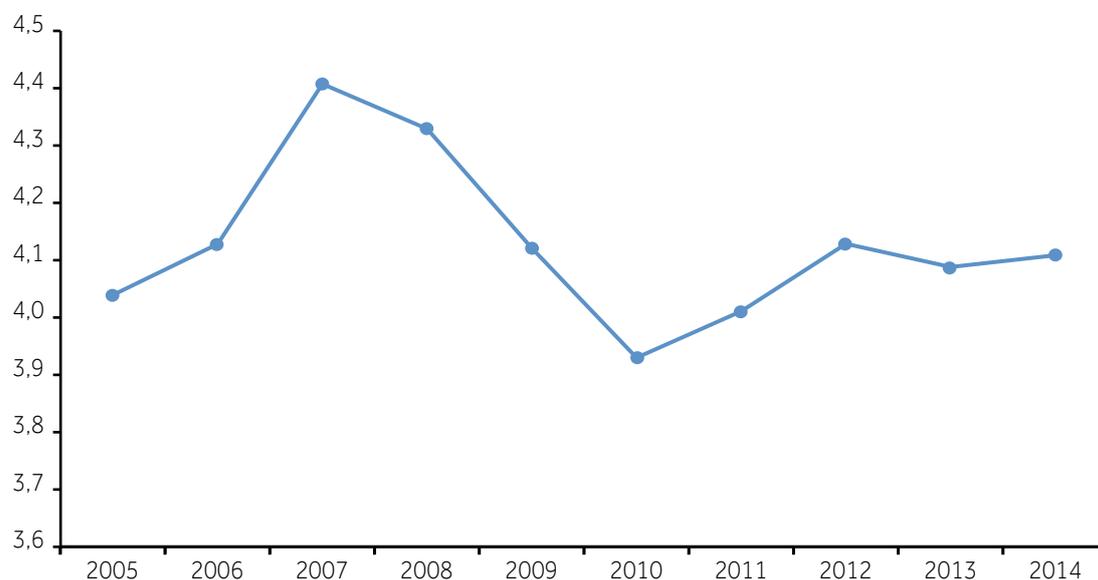
Mais ce qui reste un des principaux atouts du système d'enseignement supérieur israélien est la présence de sociétés de transfert de technologies, intégrées au sein des universités israéliennes, qui ont pour but de faire le lien entre enseignement, recherche et industrialisation. De ce fait les étudiants et les chercheurs ont la possibilité de valoriser leurs travaux. Israël est le deuxième pays au monde pour les dépenses intérieures de recherche et développement (en pourcentage du PIB) juste derrière la Corée du Sud avec 4,1% en 2014 (moyenne OCDE 2,38%).



Sources : OECD (2016), *Education at a Glance : OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris

Ministère des Affaires Etrangères, Fiche Curie: Israël

DIRD en pourcentage du PIB



Source : OCDE

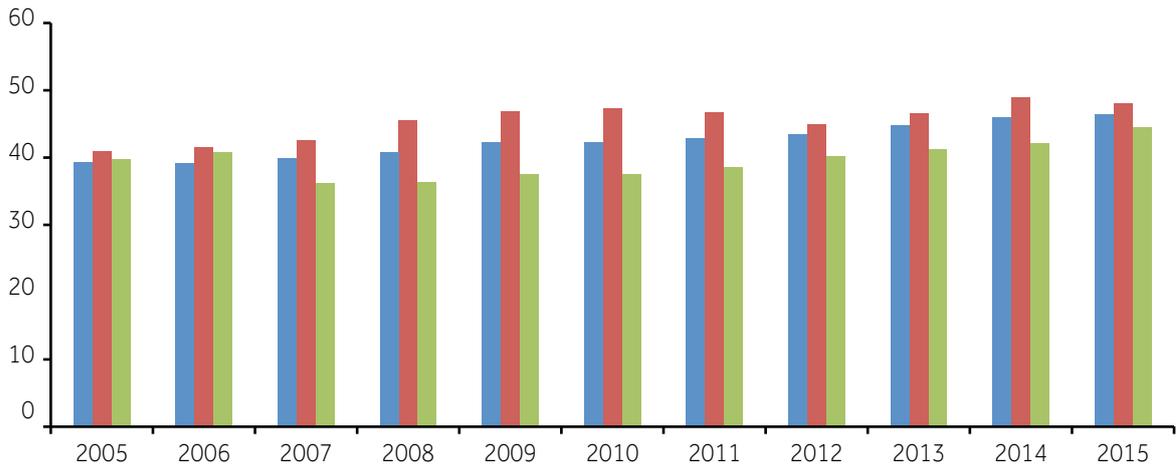
VI.5.6 Danemark, Norvège, Suède

Les pays scandinaves (Danemark, Norvège, Suède) ont respectivement 44,48 %, 48,14 % et 46,41 % de diplômés de l'enseignement supérieur dans le groupe d'âge 25-34 ans alors que la moyenne OCDE n'est qu'à 42,12 %.

Quant à la dépense intérieure de recherche et développement la Suède et le Danemark ont dépassé la barre des 3 % du PIB fixée dans le cadre de la Stratégie Europe 2020 avec respectivement 3,16 % et 3,05 % en 2014. La Norvège peine en revanche à atteindre les 2 % avec 1,71 % (en 2014), en dessous de la moyenne OCDE qui atteint les 2,38 % (en 2014).

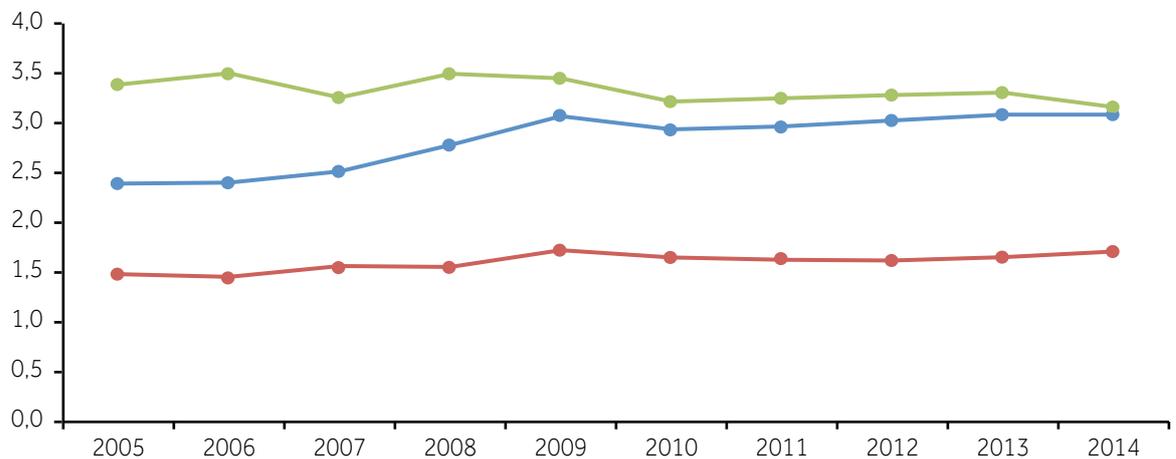
Source : OCDE

Diplômés de l'ES, 25-34 ans, en pourcentage



Source : OCDE

DIRD en pourcentage du PIB



Source : OCDE

VI.6 Les besoins de formation pour la SNR

La SNR a identifié des défis auxquels nous sommes confrontés, et qui nécessitent une mobilisation en matière de formation. . Des séances d'ateliers spécifiques ont fait des propositions en matière de formation pour chacun des 10 Défis, qui sont retranscrites ci-après.

VI.6.1 « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique »

Sur la base des différentes orientations et axes prioritaires qui se dégagent de ce défi, il apparaît comme une nécessité, voire une urgence, d'accompagner les actions de recherche par un enseignement de haute rigueur scientifique et en volume horaire suffisant, depuis l'école primaire, le collège, les lycées généraux, technologiques, professionnels, agricoles, jusqu'aux universités et grandes écoles. Cet enseignement doit également irriguer les formations plus généralistes formant les journalistes, les cadres de la nation, les élus et les responsables des collectivités territoriales grâce à la formation permanente, où l'aspect global et systémique de l'approche des grands problèmes de la planète sont mis en avant.

Le Master qui dispense des enseignements où Recherche et Formation sont présentées pour la première fois simultanément aux étudiants, doit aborder les problématiques climatiques et environnementales via un faisceau de disciplines du champ de l'environnement (biologie animale, végétale et microbienne, écologie, géologie, hydrologie...) et de les coupler en tant que de besoin, aux sciences des domaines de l'énergie (physique, chimie, nanotechnologies...), de la santé (biologie, toxicologie, biotechnologies) ou des sciences humaines et sociales (physique sociale, économie, géographie, sciences cognitives...).

La mise en œuvre du LMD (Licence-Master-Doctorat) au cours de ces dernières années a eu parfois pour conséquence un repli géographique et disciplinaire des formations. Pour des enseignements spécifiques ciblés, le nombre restreint d'étudiants n'autorise pas toujours l'ouverture de filières d'enseignement interdisciplinaire en local; pour pallier cet état de fait, nous préconisons la mise en place de formations nationales en réseau entre plusieurs universités et/ou écoles, sur la base du virtuel par exemple.

Par ailleurs, la volonté de développer l'observation pérenne de l'environnement et, de ce fait, l'acquisition de données en grandes masses, nécessitent de réfléchir à deux types de formation spécifiques indispensables à leur mise en œuvre (qui peuvent être également dispensées en formation continue) correspondant à deux nouveaux types de métiers : (i) une formation aux études sur le terrain pour les futurs opérateurs des infrastructures de recherche (relevés, séries temporelles, mise en œuvre de métrologie), (ii) une formation bi- ou tri-disciplinaire pour les opérateurs de données et de bases de données, dont le métier se situe à l'interface entre informatique, documentation et expertise scientifique. Il est impérieux d'anticiper ces besoins dès aujourd'hui.

VI.6.2 « Une énergie propre, sûre et efficace »

Le bilan de l'atelier rappelle que la genèse des ruptures technologiques nécessaires à la transition énergétique, à l'instar de la transition écologique, devra s'appuyer sur la création de connaissances fondamentales et génériques au meilleur niveau international.

Ces connaissances génériques sont par nature disséminées dans un grand nombre de disciplines scientifiques et ne sont pas nécessairement appliquées aujourd'hui à l'énergie. L'un des enjeux majeurs est de mobiliser les enseignants-chercheurs de ces disciplines et d'organiser leur

convergence sur des applications potentielles dans le domaine de l'énergie, tout en garantissant l'excellence de ces disciplines au meilleur niveau. L'enjeu est donc de structurer une communauté des sciences de base pour l'énergie incluant là aussi les sciences humaines et sociales, afin d'assurer une fertilisation croisée des sciences de base et des priorités applicatives. Cette structuration devrait être accompagnée par un travail de veille permanente sur les concepts nouveaux pouvant avoir potentiellement des applications au secteur de l'énergie, par une mise en œuvre de l'interdisciplinarité et par un passage plus fluide des preuves de concept prometteuses à des filières d'applications, en favorisant la formation de Docteurs dans le domaine de l'énergie.

VI.6.3 « Renouveau industriel »

Ce défi met aussi l'accent sur la formation qu'il s'agisse de former des professionnels pour les usines ou de développer des compétences pour irriguer les recherches à conduire dans ces domaines.

L'atelier souligne le fait que le système d'éducation et de formation doit faire face à un enjeu de taille associé à la baisse d'attractivité des métiers de l'industrie, ainsi qu'en témoigne, entre 2004 et 2012, la chute de 9 % du nombre d'étudiants inscrits dans les formations scientifiques et ingénieurs.

Un point d'attention particulier est porté aux nouveaux modes de fabrication, plus flexibles, ainsi qu'aux systèmes de coopération humain-machine simples, efficaces et ergonomiques. Ce nouveau domaine nécessite de former les jeunes chercheurs et ingénieurs avec une approche interdisciplinaire. Les sciences de l'ingénieur et les sciences humaines et sociales doivent être sollicitées dans les formations initiales et professionnelles adaptées et hautement qualifiées.

VI.6.4 « Santé et bien-être »

Dans le cadre de l'atelier de ce défi, l'accent est largement mis sur la collecte, la gestion et l'utilisation de données massives qui nécessitent de nouvelles compétences professionnelles. Les besoins concernent des savoir-faire de tous ordres, du développement technologique à la modélisation. Ces besoins sont dès aujourd'hui criants en informatique pour la santé. La nécessaire osmose entre des équipes de formations différentes souligne l'importance de favoriser les doubles formations dès les étapes précoces des cursus universitaires (biologie et médecine, mathématiques et médecine, physique et médecine, ingénierie et médecine, sciences sociales et médecine, épidémiologie et sciences sociales, ingénierie et économie etc.). L'émergence de nouveaux métiers de la biologie nécessite la création de nouvelles formations.

Les actions prioritaires retenues pour le défi « santé bien-être » doivent se réaliser dans un environnement assurant :

- ▶ l'accès des équipes à des infrastructures et outils technologiques performants, comprenant en particulier un développement rapide des sciences et technologie de l'information appliquées aux différents domaines de la recherche en santé ; ce développement peut s'appuyer sur la mobi-

lisation des forces existantes, l'acculturation des communautés concernées, et sur la formation professionnelle et universitaire ;

- ▶ une organisation structurée des communautés de recherche garantissant une imbrication intime entre la recherche fondamentale de stature internationale et celle dédiée au défi, et l'association de chercheurs issus de disciplines différentes et complémentaires fédérés par un objectif commun ;
- ▶ une formation universitaire polyvalente du personnel scientifique, médical et technique apportant des compétences dans différentes disciplines scientifiques, et apportant des compétences pour l'étude des systèmes complexes, associée à une forte capacité d'attirer et garder les jeunes talents ; un investissement dans les ressources humaines en biologie, sciences sociales et technologies pour la santé est le facteur clé de la réussite de toute stratégie de recherche en « Santé, Bien-Etre » ;
- ▶ des liens renforcés entre la société et le monde de la recherche.

Les différentes communautés concernées par ce défi (biologie, médecine, sciences sociales) sont encore trop segmentées et les échanges d'expérience trop réduits avec les secteurs rompus à la gestion et à la mutualisation de grandes quantités de données (modélisation, physique, climatologie...). Les compétences en informatique de la santé sont encore insuffisamment développées et nécessiteraient la mise en place de nouvelles formations, notamment pour accompagner le développement de grandes infrastructures de données mutualisées. Les compétences en bioinformatique et en informatique de la santé, nécessaires au développement de grandes infrastructures de données mutualisées et à leur exploitation, sont insuffisantes par rapport aux besoins.

Les mégadonnées sont devenues essentielles au développement de la recherche en biologie et en médecine, une recherche qui repose sur une approche de plus en plus intégrée et systémique. Afin de développer cette biologie systémique, porteuse de nombreuses applications vers la médecine personnalisée, la biologie synthétique et la toxicologie prédictive, on favorisera le développement de plateformes pour la collecte de données biologiques et d'imagerie, la constitution de cohortes de patients et l'ouverture des bases de données administratives à la recherche. Un effort particulier portera sur la formation de bioinformaticiens et de modélisateurs, sur les processus d'innovation technologique et médicale – sous-tendant le développement de la télésanté, de l'instrumentation pour le diagnostic ou des dispositifs et des capteurs pour l'auto-surveillance – ainsi que sur le recueil de données sociologiques.

VI.6.5 « Sécurité alimentaire et défi démographique »

Cet atelier rappelle le rôle des écoles d'agriculture et de l'enseignement professionnel agricole, horticole, forestier... dans le soutien à la formation sur ces questions. Il semble que la capacité de formation technique et supérieure, agricole et agronomique, des nouvelles générations peut être largement mobilisée sur des objectifs ambitieux comme ceux liés à la refondation des systèmes de production.

Au-delà, le lien recherche - formation en soutien de la SNR doit se faire en associant les forces des universités et des écoles au travers des masters et des écoles doctorales de site. On peut également souligner ici le rôle d'un grand nombre de Laboratoires d'Excellence (LabEx), portés par des Universités et des Grandes Ecoles qui permettent une vision intégrée de formation supérieure et de recherche de pointe.

L'atelier rappelle aussi que le haut niveau de notre cuisine et de notre formation professionnelle à la restauration constituent en potentiel un vecteur important au sein de notre société et au-delà de nos frontières par l'image et les approches qui peuvent être véhiculées. De grands projets liés aux « Investissement » d'avenir comme le programme « Investissement d'avenir IDEFI » qui porte le réseau national et européen de formation à l'excellence en innovation alimentaire ECOTROPHELIA associe 13 universités et écoles d'ingénieur sur les questions de l'écoconception d'aliments, mettant en avant un partenariat entre les formations et les entreprises.

Un autre lien avec les entreprises est celui des pôles de compétitivités dont la place est importante dans ce secteur.

VI.6.6 « Mobilité et systèmes urbains durables »

L'atelier identifie trois verrous qu'il faut lever de façon prioritaire :

- 1.** la formation des acteurs par rapport aux objectifs de rénovation du parc d'ici 2050, en soutien de l'industrialisation, de la mise en œuvre des innovations et son corollaire économique ;
- 2.** l'adaptation de la formation à tous les niveaux, pour assurer la maîtrise et la diffusion des nouveaux concepts, méthodes et technologies ;
- 3.** des formations spécifiques en particulier dans la construction, où les contentieux avec les clients, causés par des malfaçons, après livraison de travaux liés aux énergies renouvelables ou à l'isolation thermique sont encore nombreux, par manque de compétences des installateurs poussés par l'effet d'aubaine engendré par les aides publiques.

Le développement des systèmes urbains durables implique des recherches interdisciplinaires et des formations associées, entre SHS et STIC pour une adaptation aux besoins des usagers et à la flexibilité des usages, la prise en compte des enjeux sociaux (précarité énergétique, accessibilité), de la sécurité des bâtiments et des équipements (structure, séisme, feu), l'accès aux services de santé, de formation, d'éducation, l'accès aux réseaux d'eau, de transports, l'amélioration du cadre de vie, l'accès aux biens culturels, à l'activité et à la vie économique.

VI.6.7 « Société de l'information et de la communication »

C'est sans conteste l'atelier du défi qui positionne les plus forts enjeux de formation.

En effet, le numérique apporte les possibilités, largement à développer, des formations en ligne (« MOOCS ») et de la pédagogie assistée par ordinateur. Se pose par ailleurs l'exigence d'une formation universelle aux outils du numérique, aujourd'hui aussi essentielle que la maîtrise de l'écrit et qui doit démarrer au même moment que celle de l'écrit, dès l'école primaire. Se pose également la nécessité d'une formation aux concepts fondamentaux du numérique, cette formation est à initier dès le collège et le lycée pour instruire tous les citoyens sur les fondements du monde numérique dans lequel ils sont immergés. Se pose enfin le besoin de formations plus spécialisées sur le numérique, mais aussi pluridisciplinaires, pour tous les ingénieurs et les scientifiques, quelle que soit leur discipline.

Les enjeux du numérique, sur toutes les composantes évoquées ici, sont vitaux pour l'avenir de notre pays et pour son développement humain et social au sein de l'Europe. La France possède des atouts majeurs, et peut prétendre être sur la ligne de front des pays qui feront et bénéficieront des apports scientifiques, technologiques et sociaux du numérique. Ses atouts recouvrent en particulier un réseau académique et de recherche de très grande qualité, un tissu industriel et de services de grande technicité, qui peuvent s'appuyer sur une infrastructure numérique dense et fiable. Face au potentiel et aux enjeux considérables du numérique, la France a cependant des faiblesses auxquelles il faut remédier. Il s'agit par exemple des difficultés et réticences de prise de risques dans des aventures scientifiques, technologiques ou industrielles ; de l'insuffisance des liens et mobilités recherche-industrie ; de l'élitisme et de la prépondérance des démarches pédagogiques abstraites au détriment de celles pragmatiques dans les formations ; et de l'insuffisante intégration européenne, aussi bien en termes de R&D que de mobilité et de marché. La principale faiblesse de la France dans ce domaine reste sans doute quantitative, pour ce qui est de la principale ressource nécessaire au développement du numérique, la ressource humaine. Ainsi, la Commission Européenne estime le déficit de l'Europe sur le seul volet de l'informatique à 1 million d'ingénieurs en 2015, soit un déficit de l'ordre de 150 000 ingénieurs informaticiens pour notre pays (*alors que nous avons 134 000 étudiants inscrits dans des formations d'ingénieurs, toutes filières confondues*). Sans mobilisation forte en formation, ce déficit ira en s'aggravant. Nous recommandons une croissance annuelle de 10 à 15 % de nos capacités de formation sur tous les volets du numérique, à moduler selon les spécialités, avec une priorité forte aux formations interdisciplinaires. Notre pays doit profiter des départs à la retraite des prochaines années dans la sphère académique pour se doter d'une population de scientifiques capables de répondre aux enjeux du *xxi*^e siècle. Profiter du formidable potentiel de croissance et de création de valeur et d'emplois lié au numérique passera en particulier par notre capacité à disposer d'une recherche du meilleur niveau mondial et à transférer ses résultats dans le monde socio-économique.

On peut prévoir que les seniors seront de plus en plus demandeurs d'interfaces adaptées. De même, les personnes aux capacités réduites doivent légitimement pouvoir bénéficier des progrès des techniques et des produits numériques pour une meilleure intégration dans le quotidien et pour une société à vocation égalitaire. Le monde de la pédagogie et celui de la formation tout au long de la vie doivent pouvoir trouver les solutions interactives aux nouvelles demandes de formation en ligne et de validation de compétences individualisée. La démocratie doit bénéficier de ces avancées, de manière simple pour davantage de participation et de concertation. La santé et la sécurité des citoyens sont en attente des outils les plus performants et généralisables dans des coûts contrôlés.

Le développement de logiciels, plateformes et composants pour ces espaces mixtes connectés permet d'alimenter **de nouveaux services aux utilisateurs** dans leurs activités individuelles ou collaboratives. Les services vont de l'usine, avec les nouvelles méthodes de création collaboratives (fablab), à la cité (smart home, smart cities), aux transports intelligents, aux nouvelles modalités de formations (en ligne, adaptées, par le jeu), à la culture et valorisation numérique du patrimoine, ou à la démocratie. Les nouveaux objets numériques portables (lunettes digitales, vêtements et objets physiques augmentés, y compris capteurs implantés ou circulants), en tant que moyens d'instrumentation et d'interaction avec le monde physique, ont également de nombreuses applications professionnelles ou de grand public. La fabrication additive représente un changement de paradigme majeur qui permet la réalisation, à partir d'algorithmes, d'objets en trois dimensions, creux, articulés, fonctionnels, dotés de propriétés interactives nouvelles.

Parmi la variété des services à concevoir rapidement, le monde de la formation est un exemple de marché à fort potentiel de marché de bénéfices pour la société. Le développement de jeux sérieux (de la chirurgie à la défense), d'expériences pédagogiques interactives tangibles, d'agents et de plateformes d'éducation (Moodle) permet une variété d'outils adaptés au besoin ou au niveau de chaque utilisateur. L'automobile, le ferroviaire et l'aérospatiale sont des secteurs industriels dans lesquels notre pays doit valoriser ses atouts. Ce sont des domaines à potentiel d'intégration des technologies numériques interactives. La santé, l'agriculture et l'environnement sont d'autres domaines pertinents, avec des croisements fertiles à développer entre numérique et biotechnologies, génomique, chimie, etc.

A côté de ces bénéfices nombreux, il y a également des risques, et en particulier liés à l'emploi. Deux hypothèses économiques permettent de prévoir des conséquences différentes, probablement cumulatives. L'une est positive avec un basculement dans une économie d'un « nouvel âge » porté par la mutation des emplois. L'autre est négative par une destruction des emplois non qualifiés et l'augmentation de la fracture numérique. Il convient d'impliquer les SHS, notamment sciences cognitives, sciences économiques et sciences politiques dans une recherche d'appropriation de la mutation numérique face aux risques liés au retard de nos entreprises nationales par rapport à des groupes étrangers, aux besoins de formation et au retard que nous constatons sur ce plan.

Tous les ateliers convergent sur le fait de développer et d'inciter l'interdisciplinarité des recherches françaises à l'image de grands centres de recherche consacrés à ces thèmes : le Human-Computer Interaction Institute de Carnegie Mellon, l'institut d'innovation industrielle de Chicago sur le design, le Media Lab du MIT, le Culture Lab de l'Université de Newcastle, le Viktoria Institute en Suède et de manière générale les Human Design Centers des universités américaines et de quelques grandes fondations ou sociétés de la recherche industrielle, de l'aérospatial ou de la défense (Google, Nasa, Darpa). En France, les Instituts Carnot jouent plus modestement un rôle de passeurs entre recherche et industrie. L'accroissement de leur financement par des contrats industriels directs montre le besoin de ces outils d'innovation. Une réflexion est en cours pour renforcer l'efficacité de ce dispositif et le doter de moyens à même de soutenir les priorités de la stratégie nationale. L'effort de formation et d'information vers les entreprises, dont les PME et Start-up, pour encourager la robotisation, doit être amplifié pour que tout le tissu industriel puisse bénéficier des apports du numérique et se préparer à la concurrence que la mutation numérique entraîne.

Les enjeux « Mobilité et ville numérique » soulignent le besoin de recherches et de formations interdisciplinaires entre SHS et STIC.

Au final la forte mobilisation sur le numérique affichée dans la SNR, nécessite une coordination des actions et des incitations publiques dans ce domaine. Elle passe également par la mise en œuvre des recommandations qui suivent, sur la formation.

Aujourd'hui, la principale faiblesse de la France est la sous-exploitation du potentiel de croissance du domaine résultant d'une couverture incomplète de l'offre d'emploi, en particulier dans les nouveaux métiers que sont les experts de la donnée et les experts de l'extraction de connaissances.

L'effort de formation à soutenir est très conséquent : nous recommandons de doubler le nombre de diplômés dans toutes les filières relevant du numérique d'ici 2020. Cet effort doit couvrir tout le spectre des spécialités et disciplines mais également tous les niveaux de formation. L'alphabétisation numérique, ou la familiarité avec les outils et objets usuels d'un ordinateur connecté, doit être universelle. Elle doit commencer à l'école primaire, et être présente, à des degrés variés, dans les formations continues et les reconversions.

L'initiation à l'algorithmique et aux concepts de base de l'informatique doit être généralisée dès le collège et donner lieu à des formations plus élaborées au lycée. Des formations plus approfondies à l'observation et la modélisation numériques, la simulation, le calcul et le traitement de données massives doivent figurer dans tous les cursus académiques. Ces formations sont bien entendu à adapter aux spécificités des domaines étudiés en sciences humaines et sociales, en sciences de la vie, en sciences de la matière, en sciences de la terre et de l'univers ou en ingénierie.

La création de filières pluridisciplinaires apportant un socle solide dans deux ou plusieurs domaines est essentielle pour renforcer le potentiel scientifique et technique national. Un effort particulier doit être apporté à la mise en place de formations de haut niveau sur des sujets clés des données, faisant souvent appel à plusieurs disciplines de base, autour du calcul et de la simulation, de l'informatique et des télécommunications, ou encore des statistiques et de l'informatique (en particulier pour former des data scientists). Il est également souhaitable de croiser de tels cursus avec ceux des écoles de commerce et de management. La valorisation des données massives est autant une affaire d'idées entrepreneuriales que de technologies mathématico-informatiques.

Un effort accru de recherche dans le domaine de l'e-éducation (et de leurs fondements) est nécessaire pour faire face aux nouveaux défis résultant de l'évolution des contextes scientifiques, économiques et sociétaux de l'éducation. Cependant, cette Recherche est insuffisamment identifiée et repose sur des approches hétérogènes et des connaissances peu partagées. Elle est dispersée en termes de champs disciplinaires, de théories mobilisées et de méthodologies voire même de finalités des recherches (prédire, comprendre, expliquer, agir...). En effet, la fascination pour l'innovation technique et la multiplicité des expérimentations isolées n'ont pas contribué à encourager les démarches scientifiques à long terme susceptibles de favoriser une capitalisation fertile des connaissances, ni à l'émergence d'un secteur spécifique, hormis celui de recherches et développements (R&D) centrés sur des outils technologiques.

Il y a alors un réel besoin de construire de manière durable l'articulation et l'intégration multi-disciplinaire des recherches sur ces objets en lien avec l'apprentissage, l'éducation et la formation. En relation avec les alliances et les écosystèmes de l'innovation, le MENESR doit donc mener de manière urgente une politique volontariste pour refonder la communauté de recherche en e-education afin de trouver avec les acteurs des pistes d'actions prioritaires et favoriser les collaborations transdisciplinaires. Cette recherche doit pouvoir bénéficier des excellences scientifiques disciplinaires. Elle doit donc largement s'ouvrir à de nouveaux acteurs. Il est donc urgent d'organiser une communauté de recherche et d'innovation en soutenant une structuration en réseaux.

VI.6.8 « Sociétés innovantes, intégratives et adaptatives »

Il est attendu de ce défi des retombées socioéconomiques et sociétales majeures. Cela passe par une programmation ambitieuse de formation à la recherche adaptée aux besoins socio-économiques.

L'objectif prioritaire d'intégration des sociétés place les recherches dans le domaine de l'éducation, de la formation et de l'apprentissage au tout premier plan. Ainsi, les connaissances produites par la psychologie cognitive sont encore insuffisamment mobilisées dans l'éducation. De même, le développement de l'humain et sa formation tout au long de la vie sont également des objectifs

Les infrastructures de recherche SHS qui sont en interface avec d'autres secteurs scientifiques doivent être utilisées comme vecteur d'interdisciplinarité. Huma-Num est la déclinaison française de l'infrastructure européenne DARIAH, Digital Research Infrastructure for Arts and Humanities, l'infrastructure des humanités dans le domaine de la numérisation, de la création et de la mise à disposition de corpus et d'instruments de recherche collectifs, dont certains en interface avec les sciences sociales. Dotée d'une organisation originale, elle accueille des consortiums (Cahier, Corpus d'Auteurs pour les Humanités, Information, Édition, Recherche ; ou encore MASA, Mémoires des Archéologues et des Sites Archéologiques...). Ces consortium regroupent des unités et équipes de recherche autour de thématiques et d'objets communs pour lesquels sont définis des procédures et des standards numériques partagés, dans le but d'établir des programmes de numérisation, de les mettre à la disposition du plus grand nombre et, en créant un nouveau rapport combiné aux textes, aux archives, aux images, de favoriser l'émergence de nouvelles connaissances. Cette infrastructure de recherche est donc un levier important tant en termes de rapprochement interdisciplinaire humanités/STIC, qu'en termes de formation des étudiants et des chercheurs (avec l'apparition de filières humanités/STIC), qu'en termes cognitifs pour l'élaboration de nouveaux savoirs. Il apparaît impératif de renforcer pour développer les humanités digitales (Digital Humanities) en France et lui permettre d'en devenir l'un des principaux chefs de file en Europe.

L'innovation se définit comme la mise en œuvre d'idées nouvelles, qu'elles portent sur des biens, des services, des procédés de production ou des formes d'organisation collective. Comme ses déterminants sont complexes et que les transformations de la société qu'elle induit sont multiples, les questions posées par l'innovation méritent des approches croisées et combinées. Identifier ses conditions de succès passe, par exemple, par l'analyse des effets de l'innovation sur les processus de production et les enjeux associés de formation ainsi que par l'étude des différents écosystèmes de l'innovation (start-up, PME, clusters, pôles de compétitivité...).

Déterminer ce qui fonde la capacité des sociétés à innover nécessite de construire de nouveaux indicateurs de l'activité scientifique et d'innovation, de la capacité de l'éducation à valoriser l'initiative, l'expérimentation, la créativité, la pensée critique, et de déterminer les modalités de transmission des connaissances tacites. Cela nécessite d'étudier, à la fois, les comportements individuels face aux risques et les attitudes sociales vis-à-vis du progrès, de la recherche et de la science, mais aussi les représentations du risque et le rôle que jouent le système scolaire, avec la stigmatisation de l'échec par exemple, et les risques émergents (climatique, cyber-risques...) dans la construction de cette représentation.

Les recherches porteront sur des thématiques aussi différentes que les dispositifs scolaires innovants ou les représentations, leur dynamique et leur diffusion.

VI.6.9 « Une ambition spatiale pour l'Europe »

Les besoins en renouvellement de ressources humaines de la filière spatiale nécessitent un effort constant de formation et de recrutement ; il convient d'autant plus de susciter les vocations chez les jeunes que les compétences nécessaires sont extrêmement nombreuses, que les opportunités sont variées en termes de thématiques et que les expertises acquises dans ce secteur sont largement applicables dans d'autres secteurs de haute technologie comme l'aéronautique, la défense ou encore les technologies de l'information et de la communication. Il convient de favoriser la création, au sein des nouvelles structures d'enseignement supérieur et de recherche regroupant écoles d'ingénieurs, universités et grands organismes de recherche, de pôles spatiaux coordonnant les activités de recherche, de distribution des données et de formation. Les trois pôles de compétitivité liés au spatial déjà cités ont également un rôle éminent à jouer.

La communication de l'action spatiale de la France et l'information sur les apports de l'espace en direction de différents publics sont des éléments à part entière de la politique spatiale française. L'Espace est pour les jeunes un formidable facteur d'attractivité vis-à-vis des carrières scientifiques, dû à sa part de rêve et au fait qu'il est la source de problématiques scientifiques et technologiques intellectuellement stimulantes.

L'espace cristallise de nombreux enjeux : de souveraineté et d'autonomie tout d'abord – liés aux questions de défense, de relations internationales et de gestion de crise – des enjeux de recherche technologique, de connaissances scientifiques et sociétales concernant l'environnement, le changement climatique et météorologie, mais également des enjeux de développement économique et industriel, en particulier avec les progrès qu'il permet dans les secteurs des télécommunications et de la géolocalisation. À ce titre, son développement sollicite des compétences dans tous les domaines scientifiques, y compris dans le domaine du droit avec l'élaboration de traités internationaux et d'un encadrement juridique national sur les opérations spatiales.

VI.6.10 « Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents »

Afin d'analyser, anticiper et prévenir des risques et des menaces, l'analyse des comportements individuels et collectifs face au risque est indispensable. Les disciplines pertinentes pour l'analyse

et la restauration des mécanismes de la confiance, en particulier dans la loi, les contrats, les institutions et les pouvoirs publics : à cet égard, l'ingénierie institutionnelle et les sciences juridiques devront contribuer de façon importante à la recherche sur la sécurité.

Au-delà, le développement d'une « culture (adéquate) du risque » passe par la formation et la culture scientifiques, par l'accompagnement pédagogique et la diffusion d'informations fiables et reçues comme telles, et libellées en termes intelligibles aux citoyens.

De la même manière, l'analyse de la résilience des systèmes complexes interconnectés passe par la mise en place d'une approche pluridisciplinaire de la modélisation/simulation de la résilience, intégrant aussi bien la dimension technologique que socio-organisationnelle ou économique, en relation avec la théorie de la complexité.

Ces approches concernent la recherche stricto sensu, mais également la gestion de la recherche et la formation. Elles devront déboucher sur des propositions relatives à un design plus résilient de nos organisations et de nos infrastructures à toutes échelles.

In fine, les nécessités de formation relatives au défi « Sécurité et Liberté » sont de deux types :

- ▶ celles qui ont trait à la formation doctorale et post-doctorale des futurs chercheurs et ingénieurs du domaine ;
- ▶ celles qui concernent la formation des professionnels du domaine, et notamment ceux qui sont appelés à être en contact avec le public.

a) Il convient de mettre en place des cursus interdisciplinaires de haut niveau comparables à ceux qui se sont créés aux USA ou au Japon durant les dix dernières années. Ces cursus pourraient en partie résulter d'une connexion interdisciplinaire appropriée entre les formations de niveau master et doctorat présentes sur les sites. Les formations résultantes devront articuler des compétences allant des sciences de l'ingénieur, des mathématiques, de l'informatique à tous les aspects relevant des SHS (sciences du comportement, économie et management, éthique, sociologie et sciences juridiques...) avec l'objectif de combiner leurs approches, leurs apports et leurs méthodologies et elles devront être régulièrement actualisées à l'état de l'art. Une question qui doit attirer particulièrement l'attention est celle de l'articulation entre la collecte et l'exploitation des informations de source humaine (SINGINT) et celles qui résultent de l'interception de signaux (HUMINT).

En tous ces domaines, on veillera à la mise sur pied d'un argumentaire et de thématiques, d'appels d'offres et de financements destinés à attirer les jeunes talents, en insistant sur les dispositifs (exemple CIFRE) de nature à articuler la formation doctorale et le monde de l'entreprise. Les organismes et établissements seront incités à des fléchages de postes (recherche et enseignement supérieur). La connexion internationale, et notamment européenne, de tous ces dispositifs est un point essentiel.

b) Les actions de sensibilisation ne peuvent suffire pour traiter l'ensemble des problématiques de la sécurité et de la résilience. Celles-ci sont parfois très techniques ou opératives (interaction avec les attaquants, management des catastrophes, expertises très pointues sur les solutions et les vulnérabilités, entre autres) et nécessitent des entraînements réguliers de mise en situation (technique et gestion de crise). On insistera sur le retour sur expérience (analyse ex post), mais aussi

sur la transition entre le savoir relatif aux menaces et aux risques et l'édiction de normes préventives appropriées et publiquement explicables. Par ailleurs, l'importance des questions de cyber-sécurité justifie l'objectif d'une cyber-workforce suffisante en quantité et en qualité, passant à la fois par l'accroissement du nombre de formations initiales, dans les écoles d'ingénieurs et les universités, ainsi que l'accroissement du nombre de diplômés des formations existantes et par la création de formations continues validées par l'État pour permettre de monter en compétence dans les entreprises ou les services publics dédiés. Le transfert de connaissances scientifiques les mieux actualisées vers les acteurs étatiques et privés est enfin un point essentiel. Pour y parvenir, on s'appuiera, selon les cas, sur les dispositifs de diffusion très large de connaissances (MOOC (Massively Open Online Courses) ou FLOT (Formation en Ligne Ouverte à Tous)) ou sur les dispositifs fermés et ciblés sur des apprenants spécifiques du type SPOC (Specific Private Online Courses).

VI.6.11 Actions de formation proposées en soutien des 5 programmes d'action prioritaires

VI 6.11.1 DONNÉES MASSIVES ET INGÉNIERIE DE LA CONNAISSANCE

- ▶ Former de nouveaux spécialistes pour la gestion et l'usage des données (Data scientists) et pour l'extraction des connaissances (Knowledge scientists).
- ▶ Transférer les technologies par le biais d'ateliers de fabrication numérique (fab labs).

VI 6.11.2 SYSTÈME TERRE : CONNAISSANCE, SURVEILLANCE ET PRÉVISION

- ▶ Mettre en place des formations techniques et supérieures rompues à la démarche interdisciplinaire et intégrée.
- ▶ Anticiper les nouveaux métiers liés à l'observation, la modélisation et l'expérimentation sur le terrain ainsi qu'à la mise en place des grandes bases de données.

VI 6.11.3 BIOLOGIE DES SYSTÈMES

- ▶ Structurer une communauté scientifique multidisciplinaire sur la biologie des systèmes. Cette structuration s'appuiera sur les organismes de recherche et d'enseignement supérieur fédérés au sein des alliances de recherche Aviesan, Allistène, AllEnvi et Athena.
- ▶ Développer une approche interdisciplinaire pour la biologie des systèmes et lutter contre la fragmentation du paysage de la recherche dans ce domaine, attirer les partenariats industriels pour des applications dans les domaines de la médecine, de la chimie, de l'environnement ou de l'alimentation,
- ▶ Former de nouvelles générations de chercheurs (mathématiciens, biologistes, médecins, physiciens, informaticiens, biochimistes...) qui utiliseront un langage commun.

VI 6.11.4 SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES GLOBALES ET CONNECTÉES

- ▶ Accompagner ce plan par la Stratégie nationale de l'enseignement supérieur (StraNES)
- ▶ Mettre en place des parcours de formation interdisciplinaires dédiés, comportant une importante composante SHS, dans la recherche et dans l'enseignement supérieur (universités, écoles d'ingénieurs...), à l'instar de ce que fait le MI TEI pour le défi énergétique.
- ▶ Valoriser les doubles cursus
- ▶ Décloisonner les cursus des SHS et ceux des autres secteurs scientifiques.

VI 6.11.5 SOCLE TRANSVERSE AUX PROGRAMMES D'ACTIONS PRIORITAIRES : DÉVELOPPEMENT DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE PERTINENTE POUR LA FORMATION/EDUCATION

- ▶ Capitaliser les résultats de recherche sur l'éducation dans un institut et coordonner des projets pluridisciplinaires de recherche conjoints.
- ▶ Assurer la formation d'acteurs du monde éducatif dans les domaines pertinents de la recherche fondamentale (sciences cognitives dont neurosciences et psychologie cognitive, psychologie du développement, neuropsychologie, psychologie sociale et sociologie cognitive, usages des technologies, environnements informatiques pour les apprentissages humains...).
- ▶ Soutenir des bourses doctorales fléchées sur la recherche en pédagogie universitaire (avec ou sans le numérique...).
- ▶ Améliorer la synergie entre les acteurs publics et privés afin de favoriser l'avancée des connaissances et la mise en œuvre d'innovations productrices de services ou de développement industrie. (plateforme de recherche collaborative en ligne, avec des regroupements et des événements et symposiums).
- ▶ Accompagner dans leur émergence et favoriser le développement des petites entreprises innovantes au service de l'éducation.

[VII]

Documents
relatifs aux
stratégies
nationales

VII.1 Stratégie Nationale de l'Enseignement Supérieur



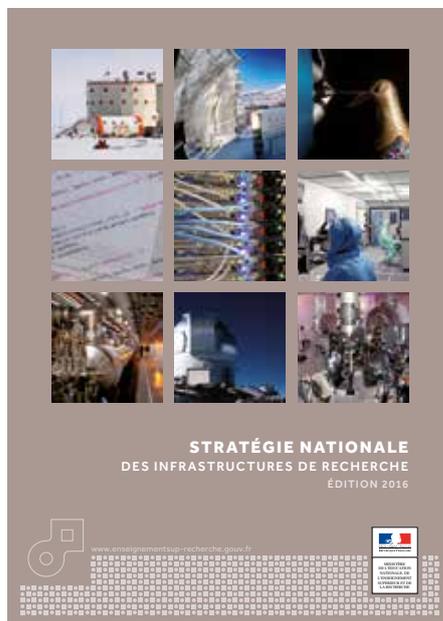
https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/STRANES/12/2/STRANES_entier_bd_461122.pdf

VII.2 Stratégie Nationale de Recherche



http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Strategie_Recherche/69/3/rapport_SNR_397693.pdf

VII.3 Stratégie Nationale des Infrastructures de Recherche



https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Infrastructures_de_recherche/74/5/feuille_route_infrastructures_recherche_2016_555745.pdf

VII.4 Stratégie Nationale de Culture Scientifique, Technique et Industrielle

Le document, en cours de finalisation, sera publié ultérieurement.

Date de publication : janvier 2017



Ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
1, rue Descartes
75231 Paris Cedex 05