



**MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
ET DES FINANCES**

**MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE**

*Conseil général de l'économie,
de l'industrie, de l'énergie
et des technologies*



CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ÉCONOMIE
DE L'INDUSTRIE, DE L'ÉNERGIE ET DES TECHNOLOGIES

N° 2015/27/CGE/SG

*Inspection générale
de l'éducation nationale*



*Inspection générale de l'administration
de l'éducation nationale et de la recherche*



N° 2016-093

La contribution des formations scientifiques, techniques et industrielles au développement de l'industrie

Rapport à

Madame la ministre de l'éducation nationale,
de l'enseignement supérieur et de la recherche

Monsieur le ministre de l'économie et des finances

Monsieur le secrétaire d'État chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche

**MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DES
FINANCES**

*Conseil général de l'économie,
de l'industrie, de l'énergie
et des technologies*

**MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE**

*Inspection générale
de l'éducation nationale*

*Inspection générale de l'administration
de l'éducation nationale et de la recherche*

La contribution des formations scientifiques, techniques et industrielles au développement de l'industrie

Décembre 2016

Norbert PERROT

Inspecteur général de l'éducation nationale

Christine SZYMANKIEWICZ

*Inspectrice générale de l'administration de l'éducation
nationale et de la recherche*

Matthias de JOUVENEL

Chargé de mission

Christian MARGARIA

Bruno VERLON

Ingénieurs généraux des mines

Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies

SOMMAIRE

Contexte, objet et périmètre de la mission	1
Interlocuteurs rencontrés et lieux visités	3
Problématique générale	4
Principales recommandations	5
1. Il n'existe pas, à court terme, de pénurie d'ingénieurs	7
1.1. Une offre d'emplois qui équilibre la demande	7
1.2. Des salaires corrects mais qui stagnent	8
1.3. Un taux de chômage des ingénieurs très inférieur au taux national	9
1.4. Une mobilité liée en grande partie à de meilleures opportunités.....	9
1.5. Une connaissance des départs à la retraite à parfaire.....	9
2. ... mais certains secteurs présentent un déficit de compétences	9
2.1. Certains secteurs peinent à recruter.....	9
2.2. Des phénomènes de concurrence existent entre les entreprises.....	10
2.3. Le manque d'attractivité et la perception de la rareté.....	11
2.4. Les créations d'emplois d'ici 2022	11
2.5. Les métiers en 2030	14
2.6. Une difficulté de recrutement aux niveaux bac + 2 et bac + 3.....	15
3. Adapter l'offre de formation aux attentes de l'économie	15
3.1. Une offre de formation initiale nécessitant des adaptations	16
3.2. Une offre de formation tout au long de la vie sous-dimensionnée	42
3.3. Une offre de formation à ouvrir plus largement aux étudiants étrangers	46
4. Mieux exploiter les viviers	49
4.1. Les bacheliers technologiques ou professionnels et la poursuite d'études	50

4.2.	Le bac S et l'enseignement supérieur scientifique et technologique	52
4.3.	L'ouverture sociale et les nouveaux flux de diplômés	54
4.4.	Les jeunes filles et les filières scientifiques et technologiques	57
4.5.	L'alternance, l'apprentissage et le contrat de professionnalisation	61
4.6.	La question des docteurs	64
5.	Valoriser l'image des sciences et des technologies, des filières et des métiers.....	67
5.1.	La représentation et l'image de la science et de la technologie	67
5.2.	L'évolution du rôle de l'ingénieur	70
Annexes	75

Contexte, objet et périmètre de la mission

Le contexte de la mission

Une mission relative à la contribution des formations scientifiques, techniques et industrielles au développement de l'industrie a été commandée, par courrier en date du 3 août 2015 (cf. annexe 1), à l'inspection générale de l'éducation nationale (IGEN), à l'inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche (IGAENR) et au conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies (CGEiet) par la ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement et de la recherche (MENESR), le ministre de l'économie, de l'industrie et du numérique (MEIN) et le secrétaire d'État chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche. La mission a été inscrite au programme de travail 2015-2016 des deux inspections générales (IGEN et IGAENR) publié au bulletin officiel n° 32 du 3 septembre 2015.

Les sciences et technologies de l'ingénieur jouent un rôle clef dans la compétitivité des pays développés comme dans la formation des cadres de l'industrie.

La situation, si l'on considère le nombre d'étudiants et d'ingénieurs, apparaît différente entre les pays anglo-saxons et la France. Ainsi, les États-Unis, le Canada, le Royaume-Uni et d'autres pays occidentaux souffrent, depuis plusieurs années, d'un déficit de vocations scientifiques et technologiques qui fragilise leur développement industriel et les a conduit à promouvoir des politiques publiques visant à attirer des étudiants vers les métiers d'ingénieurs (sensibilisation, bourses, soutien fléché aux formations correspondantes, politiques incitatives d'accueil d'élèves et ingénieurs étrangers). La France, en revanche, voit ses formations d'ingénieurs conserver un attrait certain. Elles se sont d'ailleurs développées de façon notable dans les dernières décennies et le nombre de leurs diplômés est passé de 13 000 à 38 000 par an entre 1985 et 2016.

Pourtant, malgré cet accroissement quantitatif manifeste, la situation pose question :

- l'attrait plus général pour les sciences et technologies, à d'autres niveaux de diplômes, est plus relatif ;
- si des éléments permettent de penser que le nombre de diplômés ingénieurs répond à la demande (stabilité du taux de chômage six mois après la sortie d'école, stagnation du salaire d'embauche depuis cinq ans...), certaines filières, pourtant, signalent régulièrement une pénurie ;
- en outre, des besoins nouveaux sont à prendre en considération. Ainsi, par exemple, le développement des nombreuses start-ups qui émergent en France dans le secteur numérique est-il directement dépendant du nombre et de la qualité des jeunes cadres formés dans des profils STEM¹, ingénieurs mais aussi, plus généralement, diplômés en ingénierie incluant certains doctorants.

Par commodité et pour sa simplicité d'utilisation, la mission reprend dans le corps de ce rapport l'acronyme STEM utilisé dans la lettre de mission.

¹ Acronyme américain de *science, technology, engineering, and mathematics*.

L'objet de la mission

La mission s'est attachée à :

- effectuer un constat chiffré de la situation actuelle et, en particulier, de l'équilibre entre offres et demandes de diplômés en sciences et technologies. Elle a vérifié l'évolution de ce marché au cours des dernières années ;
- commencer à identifier les secteurs industriels présentant un déficit de compétences en ce domaine ainsi que les secteurs qui nécessiteront dans les années à venir des compétences mal couvertes par le dispositif actuel de formation ;
- observer les pratiques et les initiatives intéressantes en matière de corrélation des besoins de l'industrie et de l'offre de formation ;
- répondre aux deux questions plus spécifiques posées par les ministres dans la lettre de mission, à savoir celle de l'intérêt d'un développement des modalités d'enseignement en apprentissage ou en alternance pour une meilleure réponse aux attentes des milieux industriels, et celle de la pertinence d'une relance d'opérations de sensibilisation à ces formations et à ces métiers, particulièrement à destination des femmes qui, hormis certaines filières, y demeurent globalement sous-représentées.

La mission a identifié un certain nombre de marges de progrès possibles et quelques innovations de rupture permettant aux écoles et aux universités, par le biais des formations dispensées, de contribuer toujours plus, à hauteur de leur expertise, à l'amélioration des compétences professionnelles des diplômés et à la compétitivité des entreprises. Elle signale celles qui lui semblent susceptibles d'être reprises et mises en œuvre rapidement.

Le périmètre de la mission

La mission a choisi de centrer prioritairement ses investigations sur le domaine des sciences de l'ingénieur et des technologies. Elle n'ignore cependant pas que les mathématiques en constituent un fondement indispensable, ainsi que la physique, la chimie et la biologie pour certains domaines plus particuliers, et que l'informatique, au-delà d'un domaine d'activité professionnelle à part entière, irrigue aujourd'hui l'ensemble des champs professionnels et devrait donc être enseignée dès le plus jeune âge et dans toutes les filières de formation. Elle utilise l'acronyme STEM dans cette acception.

Bien que les entreprises aient aussi besoin d'ouvriers spécialisés et donc de diplômés du niveau bac professionnel, les recherches de la mission ont porté sur l'offre de formation dispensée dans les établissements d'enseignement supérieur, publics et privés, universités et écoles. Des investigations complémentaires ont cependant été menées dans les lycées et dans les classes post-baccalauréat (STS, CPGE)², afin, notamment, d'appréhender la pertinence des programmes d'enseignement et des modalités d'apprentissage en amont des choix d'enseignements en école et à l'université. Plus largement, l'analyse de la contribution des formations scientifiques et technologiques au développement de l'industrie a porté sur tous les niveaux d'enseignement. La mission est, en effet, convaincue que la découverte par les élèves des sciences et technologies dès l'école primaire et tout

² Section de techniciens supérieurs, classes préparatoires aux grandes écoles.

au long de leurs études secondaires est déterminante dans le choix de leurs futures études scientifiques.

Les observations ont concerné les enseignements dispensés en formation initiale mais ont également pris en compte la dimension formation tout au long de la vie.

Interlocuteurs rencontrés et lieux visités

La mission s'inscrit dans la suite d'une série de notes et de rapports déjà réalisés sur une partie au moins de l'objet de ses investigations (inspections générales, Sénat, Assemblée nationale...). Elle a également disposé de données statistiques établies par les directions d'administration centrale concernées et divers organismes spécialisés qui seront citées au moment de leur exploitation.

Les interlocuteurs rencontrés

La mission s'est attachée à rencontrer les interlocuteurs concernés dans les administrations centrales et déconcentrées, au sein de différentes instances nationales, dans les universités et les grandes écoles et dans les fédérations industrielles :

- dans les administrations centrales du MENESR et du MEIN, direction générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle (DGESIP), direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI), direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP), direction générale des entreprises (DGE), direction générale du trésor (DGT) ;
- dans les instances nationales concernées par le sujet, Conseil national de l'industrie (CNI), Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), Pôle emploi, Académie des technologies, Conférence des présidents d'université (CPU), Conférence des grandes écoles (CGE), Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs (CDEFI) ;
- au sein du milieu industriel, fédérations industrielles concernées, responsables des entreprises industrielles plus importantes, entreprises de services étroitement liées à la compétitivité industrielle, MEDEF, CGPME, association des ingénieurs et scientifiques de France (IESF).

Les lieux visités

La mission³ a visité une quinzaine d'établissements : universités et grandes écoles mais aussi lycées. Elle y a rencontré les responsables (présidents, vice-présidents concernés, directeurs, responsables des services d'orientation, responsables des services d'insertion professionnelle, proviseurs...), des

³ Les auteurs remercient les inspecteurs généraux Claude Bergmann, Nicolas Billy, Jean-Pascal Dumon, Frank Burbage, Bertrand Pajot, Érick Roser, Charles Torossian pour l'aide apportée dans la conduite de missions essentiellement dans les établissements scolaires et pour la relecture de ce rapport. Les auteurs remercient également Jean-Yves Daniel, à l'époque doyen de l'IGEN, pour sa contribution en qualité de pilote IGEN de la mission jusqu'à son départ en retraite le 26 mai 2016, et Jean-Luc Delpuech, à l'époque ingénieur général des mines au CGEJET, pour sa participation active à leurs travaux jusqu'à son départ pour un nouveau poste.

membres des équipes enseignantes, des étudiants et des élèves. La liste des personnes rencontrées et des lieux visités est jointe en annexe 2.

Problématique générale

Un indicateur est apparu particulièrement utile, celui du poids des effectifs des formations scientifiques⁴ dans l'ensemble de l'enseignement supérieur⁵ qui a gagné plus de deux points en dix ans pour atteindre 33,6 % en 2015 contre 31,3 % en 2005. Sur cette période, le nombre d'étudiants dans les formations scientifiques a, en effet, progressé plus rapidement que celui de l'enseignement supérieur (+ 20 % contre + 11,7 %). Cependant, hors formations de santé, le poids de ces formations n'a que faiblement augmenté (23,5 % à 24,8 %)⁶.

Si l'on ne peut donc pas véritablement parler de désaffection pour les filières scientifiques et technologiques, force est de constater qu'elles ont manqué d'attractivité sur la période étudiée, à l'exception des études de santé et des formations d'ingénieurs. En revanche, il ne semble pas exister de désaffection globale ni de suspicion envers les sciences et les technologies puisque 78 % des Français considéreraient que « *la science et la technologie apportent des solutions aux problèmes que nous rencontrons aujourd'hui* » et 62 % pensent que « *grâce à la science et à la technologie les générations du futur vivront mieux que celles d'aujourd'hui* », ces opinions favorables étant en croissance par rapport aux résultats de 2011⁷.

L'étude du rapport entre le nombre de diplômés en sciences et technologies et la demande des entreprises montre globalement une forme d'équilibre, sans pénurie à court terme ni surabondance. En ce qui concerne particulièrement les ingénieurs, cette analyse est confirmée par l'absence d'inflation des salaires d'embauche (qui témoignerait d'une offre d'ingénieurs insuffisante) et par un taux de chômage très faible (décrivant une situation de quasi plein emploi et montrant qu'il n'y a pas non plus surabondance d'ingénieurs).

Il n'en reste pas moins que les entreprises peinent aujourd'hui à recruter dans certains secteurs. Par ailleurs, elles se plaignent de la difficulté à embaucher au niveau bac + 2 ou bac + 3, la tendance à la poursuite d'études ne cessant de s'amplifier.

À plus long terme, la situation pourrait devenir préoccupante. La France doit être attentive à l'évolution des besoins sous peine d'être confrontée à de réelles difficultés. En 2030, en effet, si les taux de diplômés en STEM se maintiennent à leur niveau actuel, la Chine et l'Inde représenteront à elles-seules plus de 60 % des talents de l'OCDE dans ces domaines. En y ajoutant le Brésil, la Russie, l'Indonésie et l'Afrique du Sud, on peut estimer que les BRIICS⁸ disposeront des trois quarts des talents mondiaux dans le champ des STEM et que l'Europe et les États-Unis seront loin derrière avec

⁴ Universités (formations scientifiques, formations universitaires d'ingénieurs, formation de santé, DUT « production »), section de techniciens supérieurs « production », classes préparatoires scientifiques, écoles d'ingénieurs non-universitaires.

⁵ Toutes formations confondues.

⁶ *Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche*, MENESR, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, édition 2016.

⁷ Sondage réalisé par Ipsos / CGI pour Le Monde, *La Recherche et le MESR*, présenté au Collège de France, le 23 mai 2013, lors du Forum Science, recherche et société organisé par La Recherche et Le Monde.

⁸ Acronyme anglais désignant les six pays suivants : *Brazil, Russia, India, Indonesia, China, South Africa*.

respectivement 8 % et 4 %, la France n'occupant que la troisième place en Europe derrière l'Allemagne et le Royaume-Uni⁹.

Si la France veut conserver sa place de nation innovante, voire la renforcer, il est indispensable de susciter de nouvelles vocations scientifiques et technologiques et d'explorer certains viviers : les bacheliers professionnels et technologiques pouvant certainement être mieux accompagnés vers des formations longues, les bacheliers S s'orientant dans des filières de formation non scientifiques, les filles se dirigeant trop peu vers un certain nombre de métiers scientifiques et technologiques, les titulaires d'un doctorat susceptibles d'être recrutés en plus grand nombre par les entreprises.

La mission considère que renforcer les vocations scientifiques et technologiques nécessite une stratégie globale combinant de nombreuses mesures, dont certaines récurrentes ou de long terme. Concernant les différents niveaux de formation (de l'école primaire au supérieur) et les divers acteurs (les jeunes, les étudiants, les parents, les enseignants, les entreprises...), des propositions, allant parfois jusqu'à un niveau très opérationnel, sont énoncées au fil du rapport, avec une redondance volontaire afin que chaque partie puisse être lue de façon autonome.

Les préconisations jugées essentielles par la mission, reformulées de façon plus globale, sont soulignées ci-dessous.

Principales recommandations

<p>Accroître les liens entre les entreprises et le monde de l'enseignement</p>	<p>Développer la communication des entreprises et des branches professionnelles afin de mieux faire connaître aux élèves, à leurs familles, aux membres des équipes pédagogiques, aux étudiants et aux doctorants, les métiers liés à la science et la technologie et les débouchés correspondants.</p> <p>Accroître les relations entre les entreprises et le monde de l'éducation, quel que soit le niveau de formation, afin de favoriser l'implication des entreprises dans les conseils d'administration des collèges et des lycées et les comités de programmes, de mieux définir les compétences attendues et d'augmenter le nombre et la pertinence des stages proposés.</p>
--	--

⁹ *Vivier mondial de talents : quelles évolutions (2013, 2030) ?*, Indicateurs de l'éducation à la loupe, OCDE, avril 2015.

<p>Organiser une promotion efficace des formations STEM</p>	<p>Valoriser les filières professionnalisantes.</p> <p>Continuer à développer des opérations de sensibilisation à destination des jeunes de milieu non favorisé d'une part et des jeunes filles d'autre part afin de susciter leur motivation pour les sciences et les technologie et pour l'enseignement supérieur long.</p> <p>Mieux informer les doctorants sur les possibilités de carrière dans les entreprises privées et les y préparer, développer encore les thèses sous contrat CIFRE, envisager la création d'un doctorat « technologique ».</p>
<p>Sensibiliser au fait scientifique et technologique dès l'école primaire</p>	<p>Compléter les compétences en sciences et en technologies des professeurs des écoles par des enseignements adaptés dans les ESPE.</p>
<p>Établir un parcours STEM sur le continuum bac – 3 / bac + 3</p>	<p>Mettre en place les conditions d'un parcours STEM bac – 3 / bac + 3, pouvant éventuellement conduire jusqu'au master en ingénierie.</p> <p>Favoriser mieux, pour ceux qui en manifestent les compétences, les passerelles entre les filières courtes et les filières longues.</p>
<p>Évaluer de façon précise le besoin régulièrement formulé par les entreprises de diplômés de niveau bac + 3</p>	<p>Engager, en lien avec les milieux économiques, une étude du besoin constaté et prévisionnel de diplômés STEM des niveaux bac + 2 et bac + 3, de type « assistant ingénieur ».</p> <p>Étudier avec attention et se prononcer sur la pertinence des diplômes émergents de bachelor¹⁰.</p>
<p>Développer l'offre de formation continue</p>	<p>Créer les conditions, dans les entreprises et dans l'offre de formation des établissements, d'un développement de la formation tout au long de la vie et de sa valorisation.</p> <p>Faire participer plus largement les universités à la formation des techniciens, ingénieurs et cadres par une articulation plus étroite entre formation continue et activité de recherche.</p>
<p>Favoriser les voies d'apprentissage par alternance</p>	<p>Étudier les modifications simples du code du travail qui permettraient d'harmoniser certaines modalités des deux formes d'alternance sous statut salarié et établir des présentations simples et attractives pour chaque public concerné.</p>
<p>Promouvoir plus largement l'offre de formation STEM à l'international</p>	<p>Développer l'offre à destination des étudiants étrangers, par un accueil sur le territoire ou l'augmentation du volume des actions de coopération.</p>

¹⁰ Le bachelor est schématiquement un diplôme de niveau bac + 3 ou bac + 4 à vocation professionnalisante. Un rapport sur ce sujet a été demandé à l'IGAENR par les ministres dans le cadre du programme de travail 2016-2017.

1. Il n'existe pas, à court terme, de pénurie d'ingénieurs¹¹...

Les ingénieurs formés dans les établissements d'enseignement supérieur français sont recherchés par les entreprises nationales et internationales, ce qui atteste de la qualité de la formation dispensée et de son adéquation aux besoins¹². La définition des compétences nécessaires et l'augmentation forte des effectifs aux cours des dernières décennies résultent d'ailleurs d'un travail conjoint entre les branches professionnelles et les établissements d'enseignement supérieur et de recherche.

L'étude du rapport entre le nombre de diplômés en sciences et technologies et la demande des entreprises montre, comme c'est le cas depuis plusieurs années, qu'il n'existe pas, à court terme, de pénurie. Il existe globalement une forme d'équilibre, sans surabondance. L'affirmation doit cependant être relativisée sur plusieurs points qui seront développés dans la suite :

- comme indiqué *supra*, les entreprises peinent aujourd'hui à recruter dans certains secteurs ou à des niveaux inférieurs à bac + 5, profils qu'elles recherchent pourtant avec intérêt ;
- à plus long terme, les quelques exercices de prospective qui existent montrent que la France doit être attentive à l'évolution des besoins, plus qu'elle ne l'est aujourd'hui, sous peine d'être confrontée, comme indiqué *supra*, à de réelles difficultés.

1.1. Une offre d'emplois qui équilibre la demande

Les STEM représentent un poids lourd de l'économie française en termes de personnels employés : près de 764 000 ingénieurs diplômés mais aussi un million de salariés assurant des fonctions d'ingénieurs sans en détenir le diplôme, et 120 000 ingénieurs français diplômés exerçant à l'étranger.

100 000 recrutements par an

Le marché de l'emploi des ingénieurs se caractérise par un taux élevé de recrutements (plus de 100 000 par an ces dernières années et plus précisément 106 170 en 2015) et est souvent associé à une population jeune. L'âge médian des ingénieurs est le plus faible dans les « sociétés d'ingénierie¹³ » et dans le secteur « conseil, stratégie, audit » qui recrutent le plus

¹¹ Sauf mention contraire, les données utilisées dans les parties 1 et 2 sont issues de la 26^{ème} enquête nationale sur les ingénieurs (2015) - IESF, d'une étude de l'INSEE figurant à l'adresse :

www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=T14F041 ou du document *Les ingénieurs dans les offres d'emploi APEC en 2014*, les études de l'emploi cadre - n° 2015-06 - janvier 2015.

¹² Les formations masters dans le domaine des sciences et technologies correspondent aussi aux besoins des entreprises puisque les quelques 9 600 diplômés annuels présentent, trente mois après l'obtention de leur diplôme, un taux d'insertion de 90 %, sont très majoritairement en position cadre (72 %) et disposent d'un salaire annuel brut moyen de 32 000 € (données issues du site data.enseignementsup-recherche.gouv.fr). La mission a cependant limité son étude aux ingénieurs car il ne semble pas exister de données globales permettant de connaître le nombre de diplômés master des domaines scientifiques et techniques en poste en entreprise, ce qui est normal puisque les diplômes de master n'ont été créés qu'en 2002 et qu'il faudrait alors tenir compte des diplômes de niveau bac + 5 précédents, à savoir les anciens DESS (diplôme d'études supérieures spécialisées) et DEA (diplôme d'études approfondies).

¹³ Entreprises exerçant une activité d'assistance, d'études techniques, de conseil en technologie, de contrôle ou d'inspection dans les domaines de la construction (bâtiment, infrastructure, environnement, ferroviaire, eau), de l'industrie et du conseil en technologies (énergies, aéronautique, automobile, chimie...).

proportionnellement à leurs effectifs : près de 20 % des 55 000 ingénieurs des « sociétés d'ingénierie » ont été recrutés ou ont créé leur entreprise en 2014 et près d'un quart des 37 000 de ceux du secteur « conseil, stratégie, audit » étaient dans ce cas. L'industrie (tous secteurs confondus) demeure le premier secteur d'emploi des ingénieurs avec 303 500 emplois directs¹⁴. Les 37 000 nouveaux diplômés en 2014 (38 000 en 2015) ont été employés sans difficulté majeure.

Même dans les secteurs les plus en tension, l'apport de diplômés par le biais de la formation initiale semble suffisant en termes d'effectifs puisque d'après le MUNCI, une association professionnelle des métiers du numérique, ce sont 18 000 jeunes diplômés qui arriveraient chaque année sur le marché du travail dans le domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication, pour un peu plus de 15 000 créations nettes d'emploi.

Moins d'un recrutement sur deux a posé des difficultés

Près de la moitié des ingénieurs estiment que les entreprises trouvent généralement les profils qu'elles recherchent. Plus de la moitié de ceux qui sont directement confrontés au recrutement déclarent ne pas avoir rencontré de difficultés particulières en 2014, hormis parfois l'adaptation nécessaire à certaines caractéristiques de l'emploi.

Du côté des employeurs, malgré la diversité des métiers d'ingénieurs et les déséquilibres sectoriels auxquels on pourrait s'attendre, plus de la moitié des embauches réalisées en 2015 l'ont été sans difficulté particulière (53 % des recruteurs l'affirment, 28 % ont eu des difficultés sur des profils particuliers, 9 % ont connu des difficultés sur tous les profils). Les recrutements sont plus faciles qu'en 2013 et 2014 et quelques profils particuliers sont difficiles à trouver.

Un taux net d'emploi stable

Le taux net d'emploi¹⁵ recule très légèrement pour les ingénieurs (80,7 % en 2014, 80,0 % en 2015). L'insertion des nouveaux diplômés reste cependant satisfaisante : plus de trois jeunes en emploi sur quatre ont été recrutés soit avant leur sortie, soit moins de deux mois après la sortie de l'école.

1.2. Des salaires corrects mais qui stagnent

Le salaire médian est 34 800 € brut par an pour un ingénieur diplômé débutant et atteint 92 000 € en fin de carrière. Les rémunérations moyennes évoluent peu depuis 2008 (33 850 € pour un débutant en 2008 contre 36 300 € en 2015, soit une progression d'un peu plus de 7 % en sept ans). Cette évolution modérée est généralement appréhendée comme un signe objectif de l'absence de pénurie (sauf secteurs très pointus). On se souviendra, en effet, que dans les périodes de forte pénurie, comme entre 1985 et 1994, les salaires à l'embauche avaient fait un bond significatif.

¹⁴ 26^{ème} enquête nationale sur les ingénieurs (2015), IESF.

¹⁵ Taux net d'emploi : pourcentage des diplômés en activité professionnelle ou en thèse CIFRE.

1.3. Un taux de chômage des ingénieurs très inférieur au taux national

Tous âges et secteurs confondus, le taux de chômage global des ingénieurs est faible, de l'ordre de 4,4 %, soit trois fois moins que celui de l'ensemble de la population active française, même si la situation des ingénieurs se fragilise après cinquante ans (avec un taux de chômage de 5,1 % et une durée de changement d'employeur plus longue). Pour ce qui est des jeunes ingénieurs diplômés, le pourcentage des demandeurs d'emploi était, en 2014, de 16,5 % pour tomber à 6,5 % après douze à quinze mois sur le marché du travail. Globalement, le taux de chômage, passée la recherche d'un premier poste, décrit une situation de plein emploi ne montrant pas, non plus, surabondance d'ingénieurs.

1.4. Une mobilité liée en grande partie à de meilleures opportunités

Plus de 70 000 ingénieurs ont changé d'employeurs en 2015, avec un pourcentage important de salariés l'ayant fait en raison de meilleures opportunités offertes par un autre employeur (plus de 50 % parmi les 30-39 ans ayant changé d'employeur).

1.5. Une connaissance des départs à la retraite à parfaire

Les départs à la retraite sont de plus en plus tardifs, comme suite aux réformes successives qui ont contribué à en modifier progressivement les conditions, mais aussi plus nombreux du fait du nombre de salariés issus de la génération du baby-boom. Une simulation gagnerait à être faite par les branches professionnelles pour estimer l'impact de ces phénomènes sur les recrutements à venir (et sur les besoins en compétences nouvelles, portées par les plus jeunes, qui seront peut-être plus difficiles à recruter par les entreprises). La question est ainsi essentiellement de connaître la capacité des entreprises à intégrer le « phénomène retraite » dans toute sa complexité dans l'évaluation de leurs besoins.

2. ... mais certains secteurs présentent un déficit de compétences

2.1. Certains secteurs peinent à recruter¹⁶

Parmi les trente métiers les plus recherchés, figurent, en ce qui concerne le domaine des sciences et technologies, les ingénieurs et cadres d'étude, de recherche et développement en informatique et les chefs de projets informatiques et loin derrière, les ingénieurs et cadres technico commerciaux, les ingénieurs et cadres de la fabrication et de production, les ingénieurs et cadres d'étude, recherche et développement dans l'industrie, les ingénieurs des méthodes de production et du contrôle qualité, puis les ouvriers qualifiés de l'électricité et de l'électronique, les ouvriers qualifiés de la maintenance en mécanique et les techniciens en électricité et en électronique.

¹⁶ Comme indiqué *supra* et sauf mention contraire, les données utilisées dans les parties 1 et 2 sont issues de la 26^{ème} enquête nationale sur les ingénieurs (2015) - IESF, d'une étude de l'INSEE figurant à l'adresse : www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=T14F041 ou du document *Les ingénieurs dans les offres d'emploi APEC en 2014*, les études de l'emploi cadre - n° 2015-06 - janvier 2015.

Parmi les trente métiers les plus difficiles à recruter, figurent ces mêmes fonctions auxquelles s'ajoutent technicien d'étude et de développement informatique, ouvrier qualifié des travaux publics, du béton et de l'extraction, et ouvrier qualifié travaillant par enlèvement de métal. Cependant, les métiers d'ingénieurs sont les derniers en termes de pourcentage de postes non pourvus, exception faite du secteur études, recherche et développement en industrie. Globalement devancés par certains métiers de techniciens et certains emplois d'ouvriers qualifiés, les postes d'ingénieurs apparaissent donc comme demandés et difficiles à recruter mais ils sont néanmoins finalement comblés pour la majorité d'entre eux.

2.2. Des phénomènes de concurrence existent entre les entreprises

Alors que les chiffres montrent globalement un équilibre entre l'offre et la demande, certaines entreprises sont pourtant confrontées à des difficultés : forte concurrence avec d'autres entreprises du même secteur, en France ou à l'étranger ; pénurie de jeunes ingénieurs sur certains secteurs spécifiques ; absence de jeunes diplômés de niveau technicien ou assistant ingénieur.

En France

Les entreprises se livrent une concurrence, ponctuelle mais forte, autour de certains profils, ce qui induit dans certains cas un déficit apparent de main d'œuvre. Parmi les secteurs les plus impliqués dans cette compétition figurent notamment : transports et aéronautique (8 500 ingénieurs embauchés par an) ; finance, banque et assurances ; énergie ; santé ; production et logistique de fabrication ; les sociétés de service (10 500 recrutements d'ingénieurs par an pour les sociétés de logiciels et de services en informatique) ; les sociétés d'ingénierie (9 500 recrutements par an).

Dans le secteur de l'informatique en particulier, les besoins en compétences spécifiques sont difficiles à combler et certains interlocuteurs signalent une pénurie dans les domaines des grands systèmes et des solutions logicielles propriétaires¹⁷.

Les sociétés d'ingénierie et les sociétés en conseil, logiciel et services informatiques, qui se plaignent de difficultés de recrutements sont aussi celles où les emplois sont à la fois les moins rémunérés et les moins satisfaisants pour les ingénieurs (cf. annexe 3 / 3.1).

À l'étranger

La concurrence est internationale : 87 % des ingénieurs pensent qu'avoir travaillé à l'étranger est valorisant pour la suite de leur carrière et 120 000 d'entre eux, soit près de 16 %, sont effectivement en poste à l'étranger, majoritairement en Europe.

Les taux d'emplois à l'étranger sont variables selon les secteurs : 45 % dans les industries extractives, 30 % dans l'industrie pharmaceutique, entre 25 et 30 % dans la chimie et la banque assurance. Les

¹⁷ Néanmoins, selon les interlocuteurs, l'estimation des besoins varie comme les estimations du chômage qui varient du simple au double (40 000 selon le SYNTEC, 80 000 selon le MUNCI qui met en avant les difficultés à retrouver un emploi et de reconversion des informaticiens les plus anciens). Il touche davantage les bac + 2 et bac + 3 (pour eux la croissance du chômage est plus forte que pour les autres secteurs des STEM) que les bac+5, où le taux de chômage est beaucoup plus faible.

recruteurs sont généralement de grandes entreprises qui apprécient et valorisent, en termes de rémunération et d'évolution de carrière, les ingénieurs français.

Les entreprises françaises se sentent pénalisées simultanément par l'attrait des carrières et l'importance des salaires que certaines entreprises étrangères proposent. Une évolution dans les comportements des ingénieurs expatriés, soulignée depuis deux ans dans le rapport annuel de l'IESF, pourrait être de plus préoccupante. En effet, la proportion de ceux qui ne pensent pas revenir en France est croissante. Cela suggère un exil professionnel probablement définitif qu'il est cependant difficile d'appréhender numériquement.

2.3. Le manque d'attractivité et la perception de la rareté

Certains secteurs, perçus comme peu attractifs malgré le nombre d'emplois et les bons salaires, présentent une pénurie comme la métallurgie, la fonderie et la chaudronnerie. D'après le MEDEF¹⁸, la perception de rareté s'explique aussi par l'évolution de la demande des entreprises, notamment dans la recherche de candidats ouverts à l'innovation. Ce sont alors les ingénieurs fraîchement diplômés qui sont recherchés : ingénieurs d'études ou chefs de projets notamment dans le domaine du numérique ; profils à forte connotation commerciale ; experts en propulsion électrique, technologie émergente à laquelle peu d'écoles préparent aujourd'hui ; professionnels pointus en thermique, ingénierie de l'environnement, traitement des eaux, des déchets et des sols...

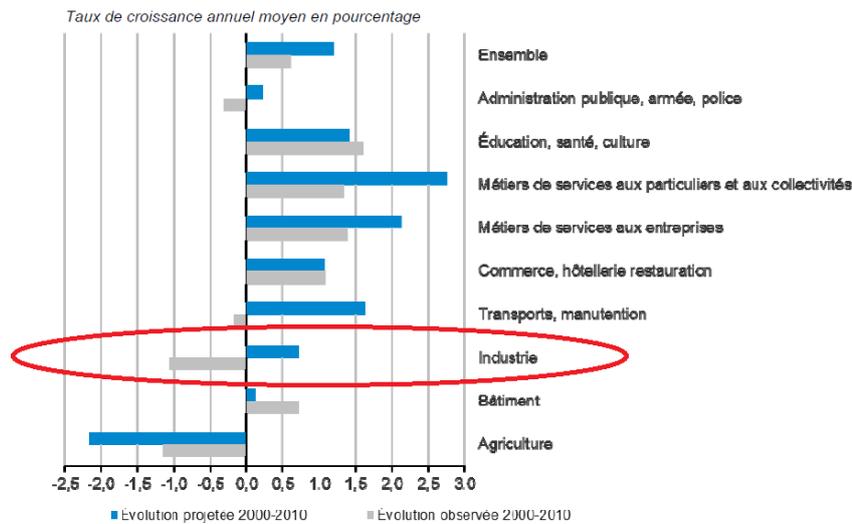
2.4. Les créations d'emplois d'ici 2022

L'avenir des métiers dépend de multiples facteurs comme la croissance économique, la démographie, l'âge moyen de départ en retraite, le taux de féminisation, le chômage, les évolutions technologiques... La solidité des prévisions est donc limitée. De plus, l'industrie, secteur de prédestination des ingénieurs, est celui le plus soumis à aléas.

Le graphique suivant souligne la difficulté de l'exercice telle qu'elle a été rencontrée dans le passé. Il montre, en effet, que, pour le domaine de l'industrie, la croissance prévue en 2000 pour la période 2000-2010 était supérieure à 0,5 % alors que le résultat mesuré en 2010 est une baisse de plus de 1 %.

¹⁸ *Observatoire MEDEF sur les projets de recrutements, les emplois non pourvus et les besoins en compétences et en formation des entreprises françaises - Synthèse annuelle 2015, MEDEF.*

Graphique 1 : Évolution de l'emploi par domaine professionnel



Source : Les métiers en 2022, France Stratégie - DARES

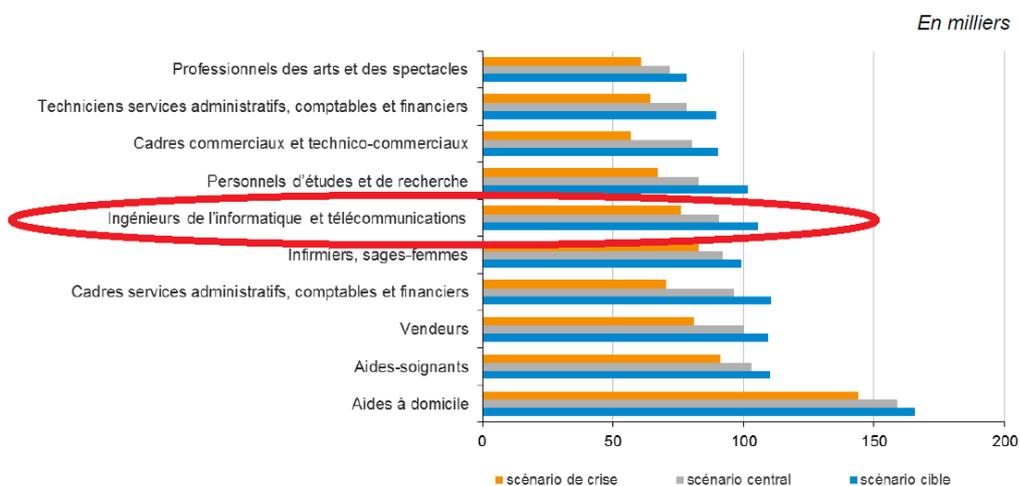
L'exercice de prospective réalisé par France Stratégie et la DARES

Aujourd'hui, aucun emploi scientifique et technologique n'apparaît dans la liste des métiers où le nombre de recrutements prévus est le plus grand ou dans celle des métiers les plus recherchés de l'enquête « besoin en main d'œuvre 2015 » (BMO) réalisée pour Pôle emploi. Ces derniers se situent en effet derrière les métiers saisonniers du secteur agricole et ceux de la restauration et de l'hôtellerie.

France Stratégie et la DARES se sont livrées à un exercice de prospective. Sur le facteur croissance et productivité, ont été bâtis trois scénarios¹⁹ qui conduisent à des écarts importants. La fourchette du nombre total de postes à pourvoir, toutes qualifications confondues, pour la période 2012-2022 est en effet égale au nombre actuel d'ingénieurs (les deux scénarios extrêmes vont de 7 348 000 à 8 316 000). Il est donc difficile de se faire une idée précise de l'avenir d'un secteur et d'établir une planification précise des métiers. Il apparaît malgré tout que les ingénieurs de l'informatique et des télécommunications font partie des métiers bénéficiant des plus importants volumes de créations d'emplois, quel que soit le scénario considéré.

¹⁹ L'exercice de prospective des métiers est décliné selon trois scénarios macro-économiques pour les 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. La mission a retenu les données et les analyses du scénario central.

Graphique 2 : Métiers bénéficiant des plus importants volumes de création d'emplois

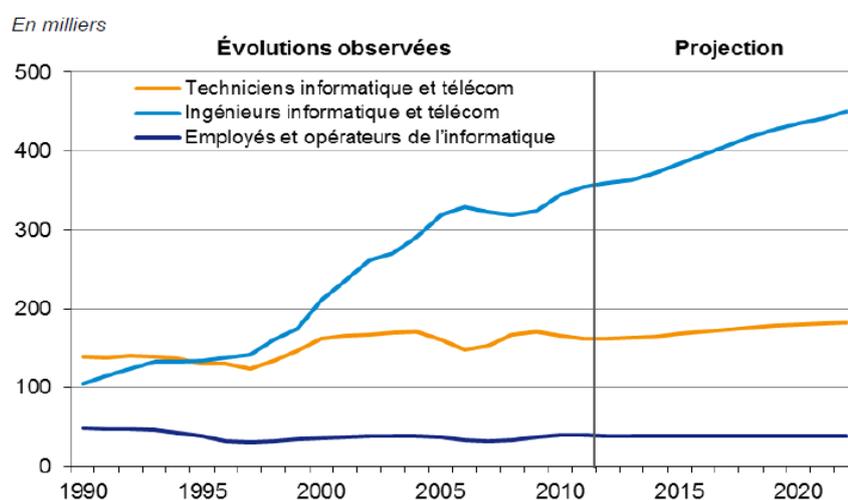


Source : Les métiers en 2022, France Stratégie - DARES

Seul le scénario central de l'étude est pris en compte dans les paragraphes suivants.

Dans le domaine de l'informatique, l'emploi devrait progresser continûment et à un rythme supérieur à la moyenne, avec de meilleures perspectives pour les ingénieurs (+ 2,3 % de créations nettes par an) que pour les techniciens (+ 1,1 %) compte tenu des besoins toujours croissants en fonctions d'expertise. Sur la période 2012-2022, 191 000 postes (110 000 créations nettes, 81 000 départs en fin de carrière), hors mobilité professionnelle, seraient à pourvoir.

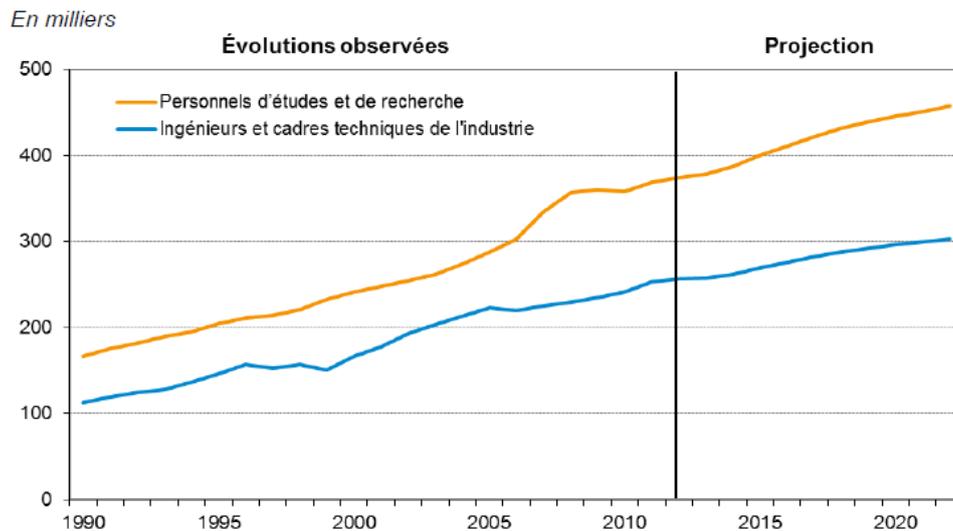
Graphique 3 : Évolution de l'emploi dans l'informatique à l'horizon 2022 (scénario central)



Source : Les métiers en 2022, France Stratégie - DARES

Pour les chercheurs, ingénieurs et cadres techniques de l'industrie, 130 000 emplois supplémentaires devraient être créés sur la période 2012-2022. Avec les départs en fin de carrière (130 000), ce sont 260 000 postes à pourvoir qui sont attendus sur cette période (hors mobilité professionnelle). Le développement soutenu de ces métiers devrait être particulièrement favorable aux jeunes diplômés qui répondent mieux aux évolutions technologiques.

Graphique 4 : Évolution de l'emploi à l'horizon 2022 selon le scénario central



Source : Les métiers en 2022, France Stratégie - DARES

2.5. Les métiers en 2030

La question des métiers du futur apparaît comme étant d'une grande complexité car de nombreuses entreprises ont un effectif réduit et ne peuvent pas développer de vision prospective de leurs besoins en recrutement. Hors micro-entreprises, les quelques 136 000 PME représentent en effet 97 % des entreprises françaises et emploient un peu moins de 4,1 millions de salariés, l'effectif moyen est donc de trente salariés par entreprise²⁰.

De plus, selon une étude du cabinet américain Wagepoint²¹, 60 % des métiers exercés en 2030 n'existent pas encore et parmi les dix emplois les plus sollicités de nos jours, aucun n'était exercé en 2004. Cependant, des indications à moyen terme, même partielles, seraient indispensables car entre le moment où un nouveau besoin de formation est détecté et celui où les premiers formés arrivent sur le marché de l'emploi, plusieurs années se sont forcément écoulées. Certaines étapes sont en effet indispensables : qualification de la demande, traduction en projet de formation, maquette pédagogique et découpage horaire, rédaction des programmes, accréditation (ou habilitation en ce qui concerne la commission des titres d'ingénieur) du diplôme, communication auprès des futurs candidats, recrutement des étudiants, formation proprement dite...

Une liste de 99 métiers émergents ou rares a été établie par l'inspection générale des affaires sociales (IGAS)²² qui regrette l'absence d'une définition partagée de ces termes. Elle choisit de considérer comme émergents les métiers nouveaux résultant de mutations technologiques, organisationnelles, culturelles ou juridiques, et ceux nécessitant une évolution des compétences pour faire face à de nouvelles technologies ou à un nouveau contexte de travail. Les métiers rares

²⁰ *Les entreprises en France*, INSEE, Insee Références, 2013.

²¹ <http://blog.wagepoint.com/h/i/70994661-jobs-in-the-future-the-career-path-of-generation-y-z-infographic>

²² Rouzier-Deroubaix, Adeline, Ville, Christian, *Les besoins de formation non satisfaits au regard des besoins de l'économie : la problématique des formations émergentes ou rares*, IGAS, 2015. Le rapport intermédiaire de mai 2015 définit la méthodologie utilisée et donne la liste des métiers, le rapport final de juillet 2015 propose une méthodologie permettant de maintenir la liste précédente à jour et de l'actualiser régulièrement.

correspondent quant à eux à des emplois faiblement représentés, spécifiques d'un secteur d'activité, et utilisant des technologies ou des matériels relativement rares. L'IGAS précise que les deux notions ne se recoupent que partiellement, webmaster étant un métier encore relativement nouveau mais représentant un volume d'emploi important, luthier étant un métier rare mais ancien.

Les métiers nouveaux détectés par l'IGAS concernent cependant uniquement le champ de la formation continue des jeunes et des demandeurs d'emploi. Les deux visions prospectives ne peuvent donc se recouvrir. Comme le signale l'IGAS, on retiendra que les nouveaux métiers identifiés résultent cependant plus de la transformation de ceux existant que de l'apparition de nouvelles fonctions et aucun métier de niveau ingénieur ou master n'apparaît dans la liste.

2.6. Une difficulté de recrutement aux niveaux bac + 2 et bac + 3

La France est dans une situation singulière : ses entreprises y trouvent plus aisément des diplômés STEM de niveau bac + 5 que de niveau bac + 2 ou bac + 3. Les interlocuteurs de la mission l'ont régulièrement fait observer et, pour ce qui est en particulier des représentants des entreprises, en ont formulé le regret, signalant leur difficulté à s'entourer d'assistants ingénieurs, bien formés, de niveau bac + 3.

Du côté des étudiants, la tendance à la poursuite d'études n'a cessé de s'amplifier. Les étudiants de STS et d'IUT, en particulier, pourtant très prisés des professionnels, poursuivent globalement dans l'enseignement supérieur respectivement à plus de 60 % et 80 % même si ces pourcentages sont très variables selon les spécialités. Si une partie se dirige vers la licence professionnelle (bac + 3), l'autre rejoint des cursus de master (bac + 5) en université ou en école. Les entretiens que la mission a conduits avec les élèves montrent que ceux-ci, lorsqu'ils en ont la possibilité et les capacités, continuent leur formation pour obtenir un diplôme supérieur parce qu'ils pensent qu'il sera beaucoup plus difficile de le faire quelques années plus tard par la voie de la formation continue et que ce type d'initiative n'est pas encouragé, et encore moins valorisé, en entreprise (cf. 3.2.2). La mission a aussi entendu parfois les réticences de certains à s'engager dans des études longues mais jugées incontournables dans la mesure où l'offre de formation de qualité à bac + 3, directement professionnalisante et reconnue par les entreprises, leur semblait souvent soit réduite, soit trop spécialisée (les licences professionnelles), soit difficile à identifier.

Propositions :

- de façon immédiatement opérationnelle, promouvoir toujours mieux la pertinence des licences professionnelles et miser sur leur développement, y compris par la voie de l'apprentissage ;
- développer des rencontres entre les étudiants et des salariés recrutés à bac + 2 ou bac + 3 et satisfaits de leur devenir et de leur évolution de carrière en entreprise.

3. Adapter l'offre de formation aux attentes de l'économie

Les formations en sciences industrielles et technologies de l'ingénieur demeurent donc en France, on l'aura compris, attractives. Il n'en reste pas moins que les enseignements proposés doivent évoluer pour répondre toujours et mieux aux besoins de l'économie, des entreprises et des territoires. Les

universités et les écoles d'ingénieurs se sont outillées pour organiser le lien avec les branches professionnelles et les entreprises elles-mêmes.

3.1. Une offre de formation initiale nécessitant des adaptations

La mission, au fil des entretiens, a pu constater, en particulier dans certaines anciennes régions industrielles, combien l'industrie conserve une image dégradée, l'imaginaire collectif en étant parfois resté aux usines de Zola et les plans sociaux liés aux restructurations de la production ayant, en tout état de cause, marqué les esprits. Mais cette image ne peut être la seule raison détournant les jeunes de s'orienter plus massivement vers les filières relatives aux STEM. La relative désaffection des jeunes pour les sciences et les technologies pourrait trouver son origine dans le système de formation amont.

À l'issue des investigations menées, un constat et des tendances ont pu être dégagés, qui pourraient conduire à des inflexions plus ou moins fortes en termes d'information sur les STEM et d'orientation des élèves. Les paragraphes ci-dessous proposent quelques pistes d'évolution susceptibles d'inciter les jeunes à choisir ces filières.

3.1.1. À l'école primaire

Une ouverture progressive de l'école aux sciences et à un enseignement expérimental

L'enseignement supérieur a intégré, à partir du XVIII^{ème} siècle, une part d'acquisition de savoirs pratiques à un moment où l'État, face au besoin grandissant d'officiers, d'ingénieurs et de techniciens, crée des écoles scientifiques qui constitueront progressivement le réseau des grandes écoles (École des ponts et chaussée en 1747, École des mines en 1783, École polytechnique en 1794). Il faudra attendre la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle et la révolution industrielle pour que l'école primaire s'ouvre elle aussi aux sciences.

La III^{ème} République y installera un enseignement « *d'éléments de sciences naturelles, physiques et mathématiques, leur application à l'agriculture, aux arts industriels, aux travaux manuels et usages des outils des principaux métiers* » (loi du 28 mars 1882), complété en 1887 par la fameuse « *leçon de chose* » qui marquera et forgera les esprits de générations d'élèves jusqu'au-delà des années 1950. Un « *enseignement expérimental* » et des « *travaux pratiques* » y seront introduits au tout début du XX^{ème} siècle, complétés par l'introduction de « *disciplines d'éveil* » (1969) puis, cette fois en qualité de « discipline » nouvelle, par la technologie en 1970. La mise en œuvre dans les faits en sera toujours très diverse, de degré et de nature très différents selon les lieux, portée par des enseignants aux personnalités et aux parcours les destinant plus ou moins à l'exercice. En 1995, le professeur George Charpak, prix Nobel de physique, membre de l'Académie des sciences, convaincu de la nécessité d'une relance forte d'un enseignement scientifique et technologique à l'école, promeut et participe au lancement de l'opération « la main à la pâte », dont les principes seront repris dans les programmes de l'école primaire à partir de la rentrée 2002.

Actuellement, au cycle 2²³, les élèves apprennent à explorer le monde du vivant, de la matière et des objets. Au cycle 3, ils découvrent de nouveaux modes de raisonnement et s'initient à la démarche d'investigation et aux rudiments de la conduite d'un projet technique. L'élève « décrit et questionne ses observations ; il prélève, organise et traite l'information utile ; il formule des hypothèses, les teste et les éprouve ; il manipule, explore plusieurs pistes, procède par essais et erreurs ; il modélise pour représenter une situation ; il analyse, argumente, mène différents types de raisonnements (par analogie, déduction logique...); il rend compte de sa démarche. Il exploite et communique les résultats de mesures ou de recherches en utilisant les langages scientifiques à bon escient »²⁴.

Un accompagnement prometteur mais toujours insuffisamment diffusé : l'ASTEP

Le dispositif « la main à la pâte » a introduit une forme nouvelle de partenariats associant scientifiques (généralement étudiants) et enseignants du primaire, créée sous le nom d'« accompagnement en science et technologie à l'école primaire » (ASTEP).

Depuis plusieurs années, l'École des mines de Nantes, l'École polytechnique, l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris, l'École nationale supérieure des arts et métiers, les universités de Bordeaux 2, Pau, Perpignan, l'école doctorale du Muséum national d'histoire naturelle et le CEA font partie des établissements qui se sont ainsi engagés dans l'ASTEP, en permettant à des étudiants, des chercheurs ou des ingénieurs d'accompagner régulièrement des classes, en élaborant des ressources à leur intention et en organisant des stages de formation.

Cette logique d'approche des sciences et des technologies fondée sur la recherche et l'interrogation a connu un essor important dans le monde ces quinze dernières années. Elle a eu partout pour ambition de donner un nouvel élan à l'enseignement des sciences et technologies, en visant à transmettre, dès le plus jeune âge, le goût des sciences. Exigeante en termes de méthode et de préparation, elle demeure encore trop peu mise en œuvre.

Des enseignants trop peu formés aux sciences et aux technologies

Les visites d'inspection montrent que les professeurs des écoles peinent ou hésitent à s'engager plus avant dans l'enseignement des sciences en général, des sciences et technologies notamment.

Il demeure pourtant essentiel de faire découvrir dès le plus jeune âge les technologies modernes qui s'enrichissent de jour en jour en quantité et en qualité. Un enseignement de sciences et technologies est présent dès le cycle 2 de l'école afin de donner aux jeunes enfants, et notamment aux filles, le goût et l'envie pour ces disciplines. Sur ce point, la mission rappelle les impératifs du programme du cycle 2 et recommande aux inspecteurs de l'éducation nationale (IEN) de rappeler aux enseignants l'impérieuse nécessité de leur mise en œuvre.

L'analyse des origines de recrutement des enseignants du premier degré et des IEN lors des concours montre une représentation faible des candidats diplômés en sciences et technologies. La

²³ À partir de la rentrée 2016, la scolarité obligatoire est organisée en 3 cycles, le cycle 1 correspondant à la maternelle :

- le cycle 2 (CP, CE1 et CE2) ou cycle des apprentissages fondamentaux ;
- le cycle 3 (CM1, CM2 et 6^e) ou cycle de consolidation ;
- le cycle 4 (5^{ème}, 4^{ème} et 3^{ème}) ou cycle des approfondissements.

Dans cette organisation, les programmes sont déclinés par cycle et non plus par année.

²⁴ Source : Eduscol.

conséquence en est, qu'actuellement, la grande majorité des professeurs des écoles n'a pas une formation suffisamment solide dans ces domaines. Compte tenu de la pénurie actuelle de candidats dans les académies, constatée lors des procédures de recrutement, il ne saurait être question d'imposer une exigence concernant les disciplines des diplômes présentés par les candidats. En revanche, une vérification des compétences en sciences et technologies lors des épreuves du concours de recrutement de professeurs des écoles gagnerait à être installée. Elle supposerait que des enseignements scientifiques et technologiques de complément soient assurés et mieux structurés dans les écoles supérieures du professorat et de l'éducation (ESPE), dès la première année de master. C'est aujourd'hui loin d'être le cas, les responsables ayant souvent eux-mêmes une vision lointaine des sciences et des technologies. C'est, en outre, surtout, la conséquence d'une première année essentiellement consacrée à la préparation au concours et d'une deuxième année où le temps restant à la formation hors la classe ne laisse que peu de place aux enseignements de sciences et technologie.

Une réflexion doit donc être menée sur les épreuves du concours de recrutement des professeurs des écoles.

Propositions :

- s'assurer que chaque professeur des écoles effectue bien l'enseignement de sciences et de technologies prévu par les programmes dès le cycle 2 de l'école et dispose des moyens en matériels et de travail en petits groupes ;
- vérifier de façon plus systématique les compétences en sciences et technologies des candidats lors des épreuves du concours de recrutement de professeur des écoles ;
- organiser et structurer des enseignements de complément aux sciences et technologies, dès la première année de master, dans les ESPE chargées de former les futurs professeurs ;
- identifier ou mettre en place dans chaque ESPE un réseau d'enseignants spécialisés dans les formations technologiques, avec l'objectif de développer largement la formation continue des enseignants en ce domaine.

3.1.2. Dans le second degré

3.1.2.1 Au collège

Poursuivre dans la voie de constitution d'un pôle « mathématiques, sciences et technologies »

La réforme du collège, mise en place à la rentrée 2016, s'appuie entre autres sur un pôle « mathématiques, sciences et technologies » évalué par une épreuve écrite.

Encadré 1 : Un pôle « mathématiques, sciences et technologies »

Le domaine 4, « *Les systèmes naturels et les systèmes techniques du socle commun de compétences, de connaissances et de culture* », décliné en introduction des programmes du cycle 4 paru au BOEN du 24 décembre 2015, précise clairement l'émergence de ce pôle :

« Le domaine 4 est un lieu privilégié mais non exclusif pour travailler l'histoire des sciences en liaison avec l'histoire des sociétés humaines. Il permet d'initier aux premiers éléments de modélisation scientifique et de comprendre la puissance des mathématiques, l'importance de prendre conscience des ordres de grandeur de l'infiniment grand de l'univers à l'infiniment petit (de la cellule à l'atome).

Les élèves sont amenés à utiliser constamment diverses échelles et la proportionnalité. Il met en perspective ce qui paraît aller de soi comme la mesure du temps et de l'espace. Au cycle 4, les élèves prennent conscience des risques, qu'ils soient naturels ou liés aux activités humaines, et en analysent les causes et conséquences naturelles et humaines. Ils sont sensibilisés aux problèmes de santé publique liés aux conduites ou à l'alimentation et trouvent dans l'éducation physique des exemples concrets de prévention. Ils explorent le monde des objets, leur production, leur design, leur cycle de vie ; ils en mesurent les usages dans la vie quotidienne.

Les sciences, dont les mathématiques, visent à décrire et expliquer des phénomènes naturels en réalisant et exploitant des mesures, en mobilisant des connaissances dans les domaines de la matière, du vivant, de l'énergie et de l'environnement, en anticipant des effets à partir de causes ou de modèles, en aidant à se repérer dans l'univers en ayant conscience des échelles et des ordres de grandeur.

La technologie décrit et explique des objets et des systèmes techniques répondant à des besoins en analysant des usages existants, en modélisant leurs organisations fonctionnelles, leurs comportements, en caractérisant les flux de données et d'énergie échangés ».

Il s'agit cependant d'un palier qu'il faut prolonger en incitant à développer des relations entre les professeurs du collège et ceux du lycée. La conception du cycle 3 doit, quant à elle, favoriser les relations entre les professeurs du collège et les professeurs des écoles.

Poursuivre les actions de sensibilisation à destination des collégiens

Tous les interlocuteurs rencontrés en établissement ont insisté sur la nécessité de mener des actions d'information et de sensibilisation auprès des collégiens car le palier d'orientation de fin de troisième est déterminant pour les formations scientifiques et techniques.

Dans ce domaine, de nombreuses initiatives ont été prises qui associent presque toujours un établissement d'enseignement supérieur de proximité. Les cordées de la réussite²⁵ sont ainsi fréquemment mises en place, entre autres pour encourager les élèves de seconde ou les collégiens à envisager des études en sciences et technologies. D'autres actions et dispositifs nombreux peuvent être cités, comme :

- « sciences à l'école » et notamment le concours « C. Génial » ;
- des mini stages en lycée pour les collégiens ;

²⁵ Cf. 4.3 encadré 6.

- des TP en collège animés par des professeurs de lycée (mathématiques, physique, sciences industrielles) ;
- des journées portes ouvertes pour susciter l'intérêt des collégiens pour les formations industrielles ;
- des réunions d'information sur les métiers ;
- des défis robotiques...

Pour autant, à tout dire, les acteurs engagés dans ces actions s'épuisent. C'est en effet au sein même des collèges d'abord, que des équipes convaincues de l'importance de ce domaine pour l'avenir de notre pays et pour la réussite des jeunes qu'ils ont en charge, doivent s'attacher à mieux développer ces enseignements.

Propositions :

- poursuivre dans la voie de constitution d'un pôle « mathématiques, sciences et technologies » mis en place par la dernière réforme du collège ;
- recommander aux IEN et aux principaux des collèges d'aborder la question essentielle des enseignements en sciences et technologies dans les conseils d'école ;
- demander aux recteurs de mettre en place, sous la responsabilité des IA-IPR (inspecteurs d'académie - inspecteurs pédagogiques régionaux), des sessions de concertation entre les professeurs du collège et ceux du lycée. Les objectifs et les finalités des enseignements dispensés au lycée, et en particulier au lycée professionnel, pourront alors être précisés et expliqués aux professeurs du collège, avec en particulier les débouchés permis ; les enseignements d'exploration au lycée pourraient ainsi être clairement replacés dans leur contexte et donc valorisés.

3.1.2.2 Au lycée

Bien que d'autres séries du baccalauréat, en particulier technologiques, y prennent leur part, la mission a concentré ses observations sur les filières dont les flux sont susceptibles d'avoir des conséquences importantes sur l'accès aux métiers en lien avec l'industrie : la série S et la série STI2D.

- **La série STI2D²⁶**

Une rénovation de la filière STI en 2011 qui a porté ses fruits

La réforme du lycée de 2011, il convient de le rappeler, a conduit à la création d'une nouvelle filière STI2D (sciences et technologies de l'industrie et du développement durable), en remplacement de l'ancien filière STI, avec l'objectif de mieux préparer les élèves aux métiers de la technologie industrielle et aux nouveaux besoins de l'industrie. La filière STI2D est entrée en vigueur à la rentrée 2011 pour la classe de première et en 2012 pour les classes de terminales, avec quatre enseignements spécifiques de spécialité.

²⁶ Pour plus de précisions sur la question, on se reportera au rapport sur les bacheliers technologiques également inscrit au programme de travail des inspections générales pour l'année 2015-2016.

La rénovation de la filière a porté ses fruits, l'évolution des effectifs en témoigne : en juin 2016 pour la métropole, ce sont 29 668 candidats qui ont participé aux épreuves du baccalauréat STI2D alors qu'ils n'étaient que 23 795 en juin 2013 pour la première session de la nouvelle série. Il n'en reste pas moins que le vivier ainsi constitué d'élèves susceptibles de poursuivre leurs études en STS demeure insuffisant pour répondre aux besoins (cf. 3.1.3.2).

Pour en observer le fonctionnement, la mission a fait le choix de centrer ses déplacements essentiellement dans des lycées technologiques industriels. Ces lycées présentent la particularité de n'avoir pas de secteur de recrutement de leurs classes de seconde, à la différence des lycées généraux ou polyvalents. Ils n'ont donc pas de flux d'alimentation naturel, de proximité et doivent mener des politiques volontaristes de sensibilisation auprès des collèges du bassin pour attirer les élèves. Ils constatent, à cette occasion, la méconnaissance des parcours technologiques industriels, aussi bien de la part des professeurs de collège que des élèves et des familles. Ils mesurent donc mieux que d'autres encore l'importance des politiques d'orientation.

... mais une orientation vers la série STI2D encore trop souvent par défaut

La mission a pu vérifier que la défiance des enseignants, des familles, des conseillers d'orientation parfois, envers les formations professionnelles mais aussi technologiques, jugées peu porteuses, demeure. Même si la série STI2D a une image de plus en plus positive (développement durable, nouvelles technologies) et s'affirme comme une voie de réussite, la série S demeure recherchée par les parents et préconisée par les professeurs (« c'est la voie royale ») car elle offre le plus de débouchés et permet de retarder le moment du choix d'une spécialisation (« elle ouvre toutes les portes »).

La conséquence, concernant les séries technologiques et, singulièrement la série STI2D qui nous intéresse ici, est celle d'une orientation qui se fait encore trop souvent par défaut. L'orientation en France se fait donc toujours, de fait et quoi qu'on en veuille, sauf exceptions brillantes, dans l'ordre suivant : voie générale, puis par défaut voie technologique et enfin voie professionnelle. La hiérarchie entre les voies, et entre les séries à l'intérieur des voies, est tenace et on commence à s'intéresser à un parcours technologique en cas de difficulté scolaire.

Encadré 2 : Paroles de lycéens (1)

Lors des entretiens, plusieurs élèves ont expliqué avoir dû résister à la pression de leurs parents pour affirmer leur souhait d'aller en STI2D. Leur choix est guidé par un intérêt pour les approches concrètes, les pédagogies actives, les manipulations et la démarche de projet (70 heures de projet en STI2D). Ils ont une moindre affinité, quand ce n'est pas un rejet, pour les disciplines littéraires ou les enseignements théoriques. Ils se disent intéressés par les mathématiques, les sciences et l'informatique. Toutefois les élèves considèrent que la présence des disciplines générales dans l'enseignement est indispensable, y compris en ce qui concerne la culture générale. Ils ont toujours mis en balance les séries STI2D et S mais cette dernière est trop générale pour eux. Beaucoup soulignent qu'il leur a fallu trouver par eux-mêmes les informations sur les séries technologiques, leurs professeurs de collège et les conseillers d'orientation rencontrés n'ayant pas toujours été en mesure de répondre à leurs questions.

D'autres éléments encore, qu'il convient de souligner, détournent les élèves du choix et de l'accès à la filière STI2D :

- c'est, en particulier en région, celui de leur faible mobilité. Le choix d'une filière technologique, quels que soient les goûts et les aptitudes, est encore souvent celui de la proximité ;
- c'est aussi, plus généralement, celui des lieux d'implantation de cette série. La localisation de la série STI2D dans les lycées technologiques en périphérie de ville peut rebuter, en effet, les élèves et leurs parents.

La rénovation de la série STI2D a conduit à substituer aux anciens ateliers et machines-outils des laboratoires conçus pour mener des activités de sciences de l'ingénieur dont le coût est moindre et dont les matériels peuvent désormais être partagés avec la série S-SI ou les CPGE. Il est donc possible d'établir maintenant plus largement cette série, en particulier – la mission le recommande – dans les lycées de centre-ville, en laissant à l'appréciation locale le soin d'en appréhender la pertinence par l'évaluation du rapport entre le coût induit et la capacité objectivée à attirer davantage d'élèves vers le domaine des STEM et en raisonnant par substitution éventuelle de filières, le nombre d'élèves demeurant constant.

Des poursuites d'études à mieux préparer et soutenir

Les élèves des filières technologiques comme ceux des filières professionnelles, se recrutant plus généralement dans les milieux sociaux peu ou moins favorisés, la sécurité d'emploi motive souvent – légitimement – une orientation première vers une filière courte professionnelle. Une poursuite ultérieure en licence, voire en école d'ingénieurs, n'est pas toujours envisagée, même lorsque les résultats le permettraient, soit par méconnaissance des métiers, soit en raison de l'éloignement de la résidence familiale. Problèmes financiers des familles et habitudes sédentaires locales se rejoignent souvent. Il conviendrait de faire connaître les dispositifs d'aides ou de bourses dont la mission a pu vérifier qu'ils l'étaient encore insuffisamment.

• La série S

Dans les lycées généraux, deux phénomènes peuvent être constatés :

- le premier est celui d'un choix d'orientation guidé d'abord, ainsi que souligné supra, par la volonté de privilégier la « voie royale » ouvrant toutes les possibilités quant aux parcours d'enseignement ultérieurs avant d'être celui d'un parcours privilégiant les enseignements scientifiques ;
- le second est celui, lorsque les, d'une faible appétence des élèves intégrant une terminale S pour le domaine des STEM perceptibles au travers de leurs choix d'options. Seuls 10 % d'entre eux suivent en effet l'option « SI », sciences de l'ingénieur.

Une orientation fondée d'abord par le choix d'une voie généraliste sélective

Les orientations s'effectuent vers la série S quelles que soient les aptitudes des jeunes pour un enseignement de mathématiques poussé, cette série étant perçue comme générale avant d'être scientifique. Les professeurs des disciplines scientifiques qui enseignent dans cette série regrettent d'ailleurs l'absence de « vrais scientifiques ». Il s'ensuit souvent un désarroi²⁷ qui se traduit par un refus de s'orienter vers le domaine des STEM.

Encadré 3 : Paroles de lycéens (2)

Les élèves rencontrés par la mission, à l'unanimité, affirment que les professeurs dans le secondaire poussent leurs élèves à s'orienter vers S ou par défaut en ES. « La S est une voie royale » leur dit-on. Les parents participent de la même logique, poussant également leurs enfants à s'orienter dans la série S qui cristallise toutes les attentions. De nombreux élèves ont expliqué : « *au départ on pense qu'il y a plus de débouchés en faisant S ; les élèves ne veulent pas aller en STI2D à cause de cela. Mais la difficulté de la filière nous désoriente ensuite* ». Ils en conservent souvent une piètre image des dispositifs d'orientation qui, à leurs yeux, ne les aident pas à faire leur choix. À l'unanimité, ils regrettent « *qu'on ne les fasse pas rêver* » au moment de leurs choix.

En outre, la mission a pu constater que les enseignants des disciplines générales ont une idée approximative des STEM, et en particulier des sciences et technologies de l'ingénieur.

Un faible pourcentage d'élèves de la série S choisissent l'option S-SI

Si les sciences et technologies de l'ingénieur ne sont guère valorisées au lycée, elles ne le seraient pas non plus assez au collège, selon les témoignages des professeurs, et le choix des enseignements d'exploration serait mal préparé et insuffisamment accompagné. Les sciences de l'ingénieur ne sont pas du tout connues des élèves et en effraient certains. Le faible flux vers la série S-SI tiendrait en partie à cela.

Les élèves expliquent que « *ceux qui choisissent S-SI le font par goût : les autres ne font pas en réalité le choix [de l'option] S-SVT mais celui d'une S [généraliste] !* ». Actuellement, comme indiqué *supra*, 10 % seulement des élèves de la série S suivent un enseignement de sciences de l'ingénieur. Parmi ceux-ci, pratiquement tous (environ 90 %) poursuivent leurs études dans des filières qui ont un rapport avec les STEM. *A contrario*, les élèves de la série S ayant choisi d'autres options ne sont que 40 % à poursuivre en STEM.

Les évolutions nécessaires

Sensibiliser tous les lycéens à la démarche scientifique et au fait technologique

Alors que les applications des sciences et la technologie s'imposent chaque jour davantage dans la société et l'économie, il ne semble pas raisonnable que la majeure partie des élèves formés au lycée soit tenue à l'écart de la démarche scientifique et technologique. Il conviendrait en conséquence d'organiser une diffusion plus générale du fait technologique dans l'ensemble des filières, selon des modalités à définir.

²⁷ Désarroi souvent évoqué lors des entretiens menés par la mission.

Offrir la possibilité d'un parcours STEM au cycle terminal du lycée

Un des reproches adressés actuellement au lycée général est qu'il contribue à la désaffection ultérieure des jeunes pour les études supérieures scientifiques et technologiques. L'organisation des enseignements conduirait, en effet, à la fois à diluer les matières scientifiques et à ne pas suffisamment permettre le développement de compétences technologiques.

Pour y répondre, il conviendrait donc, d'un côté, de mettre en place les conditions permettant à certains élèves de s'engager dans un véritable parcours scientifique au cycle terminal du lycée et, de l'autre, d'ouvrir la possibilité d'un parcours ciblé « STEM ».

Dans le premier cas, il s'agirait d'offrir la possibilité de suivre des enseignements scientifiques présentant un horaire plus conséquent en mathématiques et en physique - chimie. Ce parcours d'enseignements permettrait aux élèves réellement attirés par les sciences et les technologies, qui souffrent aujourd'hui dans la série S, devenue une filière générale d'excellence pour tous les bons élèves quel que soit leur goût pour les sciences, d'y affermir réellement leurs compétences. Cette voie, qui se caractériserait par un important volume de « sciences abstraites », serait nécessairement sélective et ouverte à un faible pourcentage d'élèves capables de suivre ces enseignements.

Dans le second cas, pour accompagner plus directement l'industrialisation de la France et les créations d'emplois qu'elle permet d'espérer, il s'agirait d'organiser un parcours spécifiquement STEM. Il se caractériserait, cette fois, par un équilibre affirmé d'enseignements de mathématiques, de physique - chimie, de technologie et d'ingénierie et d'autres méthodes pédagogiques (classe inversée, *fablabs*, *design thinking*, *buzz groupes*...). Il permettrait à terme à l'industrie de disposer, à des niveaux de qualifications et d'emplois divers, des compétences technologiques nécessaires. Si l'ambition pour la Nation est de s'engager plus avant dans le soutien au développement de l'industrie, cette voie est à prendre très sérieusement en considération. Cette option apparaît particulièrement importante dans la perspective d'une revitalisation des formations technologiques. Ce parcours doit pouvoir être proposé dans tous les lycées et ne se substitue pas à la filière technologique qui s'adresse à d'autres profils d'élèves.

La mission préconise, en outre, de l'inscrire dans un continuum bac – 2 / bac + 3, en particulier dans le cadre des enseignements universitaires (cf. 3.1.4 : un parcours STEM du lycée à l'université), dans le cadre d'un lycée plus directement attaché à la préparation des élèves à l'enseignement supérieur.

Les modalités de mise en œuvre de ces deux parcours devront être précisées.

L'un des scénarios pourrait être celui de la création de séries spécifiques, il n'a pas les faveurs de la mission. Un autre scénario serait celui d'une offre de formation organisée autour d'un tronc commun d'enseignement général complété par des modules de spécialisation et des options d'accompagnement, dans le cadre d'un parcours proposant des dominantes²⁸, comme c'est le cas dans la plupart des autres pays européens. Présentant l'avantage de casser l'effet filière et d'offrir aux élèves des parcours choisis, il permettrait de développer une spécialisation progressive. Il présenterait à cet égard l'avantage de permettre une sensibilisation de tous les élèves à la technologie.

²⁸ On rappellera les projets de lycée modulaire, dans la logique des réflexions et des propositions ouvertes durant l'année 2008-2009 (Jean-Paul de Gaudemar, Benoist Apparou, Richard Descoings) ayant précédé la dernière réforme du lycée.

On se reportera avec intérêt à la lecture du rapport des deux inspections générales sur la réforme de la voie technologique qui précise l'analyse et propose différentes pistes d'évolution²⁹.

Quelles que soient les modalités retenues, la mise en place de ces deux parcours nécessitera de repenser l'organisation actuelle du cycle terminal du lycée d'enseignement général et technologique et demandera une rénovation de la série S.

Propositions :

- installer les séries technologiques, et notamment la série STI2D, dans des lycées de centre-ville ;
- organiser une sensibilisation aux sciences de l'ingénieur pour tous les lycéens ;
- offrir la possibilité d'un parcours STEM au cycle terminal du lycée et l'intégrer dans un parcours bac – 2 / bac + 3 ;
- engager les acteurs de l'orientation et les équipes enseignantes à redéfinir la présentation de l'orientation faite aux élèves et à leurs parents ;
- engager les actions permettant de changer le regard des professeurs de collège et de lycée, en particulier les professeurs principaux, sur les STEM (stages longs en entreprises, augmentation du nombre de sièges réservés aux représentants des entreprises et branches professionnelles dans les conseils d'administration) ;
- demander aux principaux des collèges et aux professeurs de présenter la voie professionnelle comme conduisant à l'insertion professionnelle immédiate mais aussi à la poursuite d'études pour ceux qui en ont les capacités et qui le souhaitent ;
- faire mieux connaître aux familles et à leurs enfants les dispositifs d'aides et de bourses leur permettant de poursuivre dans l'enseignement supérieur.

3.1.2.3 La pratique expérimentale

Les démarches d'investigation et de résolution de problèmes ont été introduites au collège depuis quelques années et poursuivies au lycée. La démarche de projet est caractéristique depuis plus longtemps des filières technologiques. Mais il faut bien reconnaître qu'elles n'ont pas encore pris le pas sur une approche plus théorique. Ces démarches s'appuient sur la pratique expérimentale qui devrait être encouragée et valorisée afin de donner du sens aux apprentissages des fondamentaux relevant des champs caractéristiques des STEM. Ce recentrage de la formation devrait rassurer de nombreux jeunes et les inciter à s'orienter dans ces filières.

Proposition :

- renforcer l'enseignement de la démarche expérimentale, notamment dans les formations STEM.

²⁹ Rapport de l'IGAENR n° 2016-060 de novembre 2016 relatif au *Bilan de la réforme de la voie technologique*.

3.1.2.4 L'interdisciplinarité

Les métiers industriels s'appuient beaucoup sur l'ingénierie concourante (ou ingénierie simultanée), c'est-à-dire sur une méthode qui consiste à engager simultanément tous les acteurs d'un projet, dès le début de celui-ci, dans la compréhension des objectifs recherchés et de l'ensemble des activités qui devront être réalisées. Elle fait appel à des compétences diverses et donc à l'interdisciplinarité. Les formations STEM sont élaborées dans cet esprit. Il est donc fondamental de décloisonner les disciplines dès le collège. Dans cet esprit, la mise en place des enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI) au collège semble une avancée importante dont l'inscription au lycée mériterait d'être étudiée.

L'interdisciplinarité doit dépasser le cadre de la formation et se retrouver dans l'évaluation car les épreuves des examens et des concours rétroagissent bien évidemment sur l'acte pédagogique lui-même.

Propositions :

- poursuivre dans la voie du décloisonnement des disciplines et de l'augmentation de l'interdisciplinarité ;
- proposer des épreuves interdisciplinaires lors des examens et concours.

3.1.2.5 La relation aux entreprises

Dans les lycées visités par la mission, le lien entre le second degré technologique et le monde économique est apparu relativement naturel. Les enseignants rencontrés considèrent en effet qu'il est nécessaire de nouer des partenariats étroits avec les entreprises. En particulier, ils ont été plusieurs, à des degrés divers selon qu'ils ont eu ou non un parcours industriel avant de devenir professeur, à regretter ne pas connaître suffisamment la réalité des métiers scientifiques et technologiques et à évoquer spontanément l'intérêt qu'aurait pour eux la création de stages en entreprise.

Du côté des entreprises, avant même d'évoquer les besoins en compétences professionnelles, on exprime la nécessité que les jeunes connaissent les codes et les attentes en matière de savoir-être. En termes de recrutement et de GRH, on note une différence essentielle entre les PME et TPE et les grands groupes : elles embauchent, en effet, de façon naturelle des bac + 2, souvent *via* un premier contact lors d'un stage. En revanche elles assurent peu ensuite leur promotion en termes de carrière, même lorsque ces salariés acquièrent un niveau de compétence équivalent à celui d'un ingénieur.

En termes de formations, trois remarques essentielles ont été formulées :

- si l'intérêt des formations par alternance semble faire l'unanimité, les enseignants soulignent les difficultés à trouver des entreprises qui acceptent d'accueillir leurs élèves. Les conditions réglementaires (sécurité, âge, rémunération, durée, etc.) sont de plus en plus pénalisantes et rebutent les entreprises. Cet état de fait est connu des élèves qui privilégient les filières dans lesquelles aucun stage industriel n'est obligatoire. Cette situation est paradoxale au moment où les vertus de l'alternance sont mises en avant ;
- l'adéquation, lorsqu'elle est recherchée, entre les compétences des diplômés et les besoins des entreprises impose d'être très réactif. La question des délais nécessaires

- souvent trop longs – pour ouvrir une formation est essentielle. Les entreprises, n’ayant pas droit à l’erreur et trouvant le monde de l’éducation difficile d’accès – un DAFPIC³⁰ ou un CFC³¹ sont des acteurs trop méconnus – montent de ce fait leurs propres écoles de formation. Plusieurs proviseurs rencontrés par la mission ont à cet égard souligné l’intérêt qu’ils verraient à disposer de plus de liberté quant aux contenus de formation afin de permettre des approches des enseignements adaptées au monde de l’entreprise ;
- plusieurs formations de baccalauréat professionnel, selon les responsables des entreprises rencontrés, sont trop spécialisées, à leur sens. Il serait plus efficace de prévoir des tronc communs plus larges avec des possibilités de contextualiser les apprentissages dans les domaines industriels représentés à proximité des lycées. La spécialisation pourrait s’opérer en partenariat avec des entreprises locales ou au sein même de ces entreprises.

Si des deux côtés, chacun s’accorde sur la nécessité de rapprocher les deux mondes – l’éducation en charge de la formation et l’entreprise qui recrute – il reste à dépasser les différences de cultures et de calendriers et à mieux identifier les espaces de discussion et de partenariat. Le carcan des horaires hebdomadaires et la difficulté pour les entreprises de libérer des personnels (pour participer à des forums sur les métiers, pour assurer des enseignements, pour organiser du tutorat...) sont des obstacles importants.

Les initiatives du ministère en charge de l’éducation nationale ont été récurrentes sur cette question. Malgré cela, de nombreux élèves indiquent ignorer le monde de l’entreprise. Les nombreux élèves rencontrés par la mission sont unanimes pour dire que la séquence d’observation en milieu professionnel en classe de troisième n’est d’aucune utilité. Il leur a été difficile à cette occasion d’appréhender les activités et les métiers de l’entreprise d’accueil. Ils sont, en outre, peu au fait du détail des conditions d’emploi et de rémunération des diplômés STEM qu’il serait bon de leur préciser mieux lors des présentations organisées sur les métiers. Il est, en effet, communément admis que le domaine des services et les carrières commerciales sont mieux rémunérés alors que ces affirmations méritent d’être affinées en fonction du niveau du diplôme. Cette méconnaissance contribue à la prudence observée par les élèves au moment de leur orientation, qui les amène à privilégier des filières qui s’appuient sur des disciplines « traditionnelles » qu’ils connaissent bien. Le dispositif le plus récent mis en place pour tenter de réduire l’écart entre les deux mondes est le parcours individuel, d’information, d’orientation et de découverte du monde économique et professionnel prévu par l’article L. 331-7 du code de l’éducation, communément appelé « parcours Avenir ». Il, a été expressément conçu pour permettre aux élèves de la sixième à la terminale de construire progressivement, tout au long de leurs études secondaires, une véritable compétence à s’orienter.

³⁰ Délégué académique à la formation professionnelle initiale et continue.

³¹ Conseiller en formation continue.

Encadré 4 : Le « parcours Avenir »

D'après le site Eduscol³², le « parcours Avenir » doit permettre à chaque élève de :

- comprendre le monde économique et professionnel ainsi que la diversité des métiers et des formations ;
- développer son sens de l'engagement et de l'initiative ; élaborer son projet d'orientation scolaire et professionnelle.

Il vise ainsi à :

- rendre les élèves acteurs dans la construction de leur projet d'orientation afin qu'ils aient une meilleure visibilité des procédures, des filières de formation et des choix d'orientation possibles ;
- approfondir leur connaissance de l'ensemble des métiers (y compris les métiers émergents) ;
- renforcer le dialogue au sein de la communauté éducative et faire de l'orientation un objet de travail commun dans la conception du parcours et l'élaboration de projets transdisciplinaires ;
- mieux connaître le tissu économique local en développant des partenariats avec l'ensemble de la société civile pour une meilleure information des élèves ;
- faciliter et développer les échanges entre l'École et les acteurs du monde économique par des conventions locales pour délivrer aux élèves l'information la plus adaptée à leurs besoins

La réussite de ce dispositif passe par une mise en relation des métiers d'aujourd'hui et de demain avec les formations proposées par le système éducatif. Ces présentations ne peuvent pas relever uniquement des enseignants qui ont généralement une connaissance insuffisante de l'industrie, ni même des conseillers en orientation. Il est important que les industriels participent à cet effort d'information et s'intéressent à la vie et au fonctionnement des collèges et des lycées. Des dispositifs du type « ingénieurs pour l'école » organisés depuis 1994, qui permettent à une cinquantaine d'ingénieurs détachés de grands groupes de participer à l'information sur les métiers et d'établir des coopérations technologiques avec les établissements gagneraient à être revivifiés et développés, en particulier en incitant les acteurs socio-économiques locaux (entreprises, y compris PME, chambres de commerce et d'industrie...) à s'y investir.

Du côté de l'éducation nationale, il n'en demeure pas moins qu'une réelle sensibilisation des enseignants aux réalités de l'entreprise demeure essentielle et qu'une offre de stages longs en entreprise devrait être prévue au cours de la carrière. Les dispositifs les plus ambitieux en ce domaine sont désormais lointains et le plus abouti nous renvoie aux années 1971 et 1972. Grâce à un ministre et un cabinet formé de personnes issues du monde industriel, 700 enseignants avaient eu alors l'occasion d'effectuer des stages longs, généralement d'un an, en entreprise ou en collectivité territoriale. Quelques années plus tard, une circulaire du 16 juillet 1979 organisait les premières « séquences éducatives en entreprise ». Dans la brochure éditée par le centre national de documentation, on pouvait lire : « *Parallèlement à l'obligation faite aux maîtres en formation, quels que soient leur grade et leur spécialité, d'effectuer un stage en entreprise, c'est aux élèves de l'enseignement secondaire que l'on essaie progressivement de faire prendre contact avec le milieu économique* ». Des dispositifs de même envergure sont aujourd'hui indispensables.

³² <http://eduscol.education.fr>

Propositions :

- présenter et valoriser les métiers de l'industrie au collège et au lycée ;
- faire connaître les conditions d'emploi et de rémunération des diplômés STEM ;
- mettre en place avec les branches professionnelles un protocole favorisant la communication des acteurs industriels auprès des élèves ;
- organiser de façon ambitieuse et favoriser, à destination des professeurs des disciplines générales, les stages ou moments de césure en entreprise industrielle ;
- développer et diversifier les dispositifs permettant aux entreprises de détacher des salariés dans les lycées ;
- mettre en place une représentation plus systématique des industriels dans les conseils d'administration des établissements du second degré et favoriser les rencontres entre proviseurs et chefs d'entreprises au-delà de la participation au conseil d'administration ;
- à l'instar de ce qui pratique déjà avec succès en STS, développer des projets en partenariat avec les entreprises ;
- encourager, dans le cadre du « parcours Avenir » au collège, l'intervention d'enseignants de la voie technologique pour présenter secteurs d'activité et métiers aux collégiens, aux enseignants et aux parents ;
- remplacer la séquence d'observation en milieu professionnel en classe de troisième par le « parcours Avenir » ou dispositif de même nature ;
- mettre en place des protocoles entre l'Éducation nationale et les branches professionnelles afin que les entreprises se mobilisent davantage pour accueillir les élèves et les étudiants lors de leurs périodes de formation en milieu professionnel.

3.1.3. Dans l'enseignement supérieur

3.1.3.1 Les CPGE scientifiques et technologiques

Les élèves de terminale S privilégient les mathématiques

Au moment d'entrer dans les CPGE scientifiques et technologiques, autres que les BCPST, les élèves de terminale S choisissent d'abord MPSI, puis PCSI, et enfin PTSI³³, privilégiant ainsi les mathématiques. Le plus souvent, ils ignorent ce que signifie SI dans ces sigles tandis que le « côté prestige » des mathématiques lié aux perspectives d'écoles s'ouvrant à l'issue de la CPGE influe de façon décisive sur les choix d'orientation. La filière MPSI recrute aisément, alors que la filière PTSI a plus de difficultés. Tous les interlocuteurs de la mission indiquent que cela est dû à une méconnaissance des sciences de l'ingénieur de la part des élèves et de leurs parents, mais aussi souvent des professeurs de CPGE qui n'ont eux-mêmes pas suivi cet enseignement lors de leurs

³³ BCPST : biologie, chimie, physique et sciences de la Terre ; MPSI : mathématiques, physique et sciences industrielles ; PCSI : physique, chimie et sciences industrielles ; PTSI : physique, technologie et sciences industrielles.

études. Le ratio places offertes / nombre d'inscrits plaiderait pourtant en faveur d'un rééquilibrage entre les filières.

Tableau 1 : Filières de CPGE et concours d'entrée dans les écoles d'ingénieurs

2015	Inscrits	Admissibles	Classés	Propositions	Entrés	Places	Remplissage	Places / Insc.
MP	8 226	6 968	5 965	5 594	4 187	4 613	91 %	56 %
PC	5 020	4 756	4 449	4 200	3 141	3 513	89 %	70 %
PSI	5 398	4 913	4 510	4 303	3 371	3 651	92 %	68 %
PT	2 389	2 199	2 022	1 890	1 556	1 949	80 %	82 %
TSI	965	812	664	590	474	546	87 %	57 %
Interfilière (MP, PC, PSI)					826	1 211	68 %	

Source : www.scei-concours.fr/statistiques/stat2015/stat_generale_2015.htm

La filière MP est celle qui présente le moins bon ratio.

Il convient de signaler aussi que certains concours privilégient le recrutement dans la filière MP, en particulier les écoles « parisiennes ».

Tableau 2 : Polytechnique, Mines-Pont, Centrale Supélec et filière MP (places offertes)

	MP	PC	PSI	PT
École polytechnique	182	130	57	11
Concours Mines-Ponts	491	235	310	29
Concours Centrale Supélec	952	550	630	123

Source : *notices des concours 2015*

Ces données, et la situation qu'elles signalent, conditionnent par l'aval une grande partie du système éducatif français et ne favorisent pas des choix d'orientation amont vers les technologies. Il ne s'agit pas, pour la mission, de mettre en cause un dispositif dont les résultats sont plus que satisfaisants. En revanche, un meilleur équilibre entre les filières de classes préparatoires pourrait certainement avoir un impact significatif sur le développement de l'économie.

Il convient de souligner, en outre, que les élèves de terminale STI2D s'autocensurent et ne poursuivent généralement pas en CPGE TSI.

Proposition :

- inciter les grandes écoles dites les plus prestigieuses, à travers les contrats d'objectifs des établissements et des lettres de mission de leurs dirigeants à rééquilibrer leur recrutement entre les différentes filières des CPGE.

3.1.3.2 Les sections de techniciens supérieurs

Alors que les IUT ont globalement toujours fait le plein dans les filières industrielles hormis certaines sections qui peinent à recruter, il n'en est pas de même pour les sections de techniciens supérieurs. Ceci est surprenant puisque le taux de chômage, trois ans après l'obtention du diplôme, est très faible et le niveau de rémunération plus que correct comme le montrent les enquêtes générations du CEREQ reprises dans le rapport Sarrazin de janvier 2010³⁴.

Une des causes principales de ce manque d'élèves en STS est la faiblesse des effectifs de bacheliers STI2D qui en constituent le vivier principal de recrutement. La rénovation de cette série (cf. 3.1.2.2), à la rentrée 2011, a produit des effets mais ils sont insuffisants pour répondre à la demande.

La demande sociale pour la poursuite d'études en licence professionnelle, voire en formation d'ingénieurs, est de plus en plus grande. Actuellement dans le secteur industriel, au moins 60 % des titulaires du BTS poursuivent leurs études. Or le référentiel de ce diplôme, et plus largement les référentiels des diplômes professionnels puisque 50 % des bacheliers professionnels poursuivent aussi leurs études, est conçu et élaboré pour une insertion professionnelle immédiate. Est-il encore pertinent de concevoir des diplômes ayant cette seule finalité ? Peut-on reporter, et jusqu'où, la charge de la remédiation et du soutien sur les établissements d'enseignement supérieur accueillant ces jeunes ? Ne faudrait-il pas penser aussi « poursuite d'études » ? Mais il est vrai que les poursuites d'étude réussies imposent une formation de base solide dans les disciplines générales.

Proposition :

- quatre solutions existent :
 - renforcer l'enseignement des disciplines générales dans les formations technologiques et professionnelles courtes. Le risque est grand alors de réduire fortement la vocation professionnalisante de ces formations, censées justement être moins généralistes ;
 - demander aux établissements d'enseignement supérieur accueillant ces jeunes de prendre en charge la remédiation et le soutien. C'est la solution choisie aujourd'hui, qui peine à prendre toute sa place ;
 - engager une réflexion sur le partage de la responsabilité des enseignements professionnels et technologiques entre l'État et les entreprises une question qui revient régulièrement sans jamais être résolue. L'Éducation nationale ne devrait-elle pas se recentrer sur son cœur de métier (les enseignements généraux) et les entreprises s'emparer plus avant de la spécialisation professionnelle ? Cette

³⁴ www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid51706/elements-de-reflexion-sur-les-formations-technologiques-superieures-courtes.html

solution, plus sensible, imposerait, en tout état de cause, une concertation étroite avec les branches professionnelles ;

- organiser dans l’enseignement supérieur des parcours plus adaptés. C’est la solution semblant à la mission la plus pertinente (cf. 3.1.3.3 et 3.1.4).

3.1.3.3 L’offre universitaire

Les universités dans la formation aux STEM

En France, les filières STEM sont présentes essentiellement dans les sections de techniciens supérieurs, les écoles d’ingénieurs et les universités de technologie et au sein des universités, dans les IUT et les écoles d’ingénieurs internes. De façon plus récente, elles sont proposées dans l’offre de masters en ingénierie ouverte dans une vingtaine d’universités.

Former aux STEM et à l’ingénierie, c’est dispenser aux étudiants des connaissances scientifiques et techniques tout en apportant les connaissances et les capacités qui leur permettront de participer au développement des entreprises et à la compétitivité du tissu économique. Le lien et le partenariat avec les entreprises font donc étroitement partie des conditions nécessaires pour pouvoir assurer ces formations. Les universités ont avancé dans leur ensemble sur cette voie. Elles ont d’ailleurs pris de l’avance dans le domaine informatique. Plus généralement, la formation universitaire classique, à travers les stages ou par la mise en place de formations en apprentissage, organise d’ores et déjà, parfois massivement, un premier niveau d’ouverture sur le monde professionnel. Par ailleurs, même si elle peine à développer les cycles courts professionnalisants et conserve une place marginale sur ce marché, le développement, certes lent, de la formation continue universitaire a créé les conditions de partenariats et de travail avec les entreprises. Enfin, les politiques de valorisation des travaux de la recherche sont également un facteur important d’ouverture et de travaux avec les entreprises.

En outre, à côté des formations classiques, se sont développées depuis quarante ans des structures et des formations centrées très directement sur la finalité professionnelle des enseignements dispensés : instituts universitaires de technologie (IUT) en 1966, universités technologiques (université technologique de Compiègne en 1972, suivie de Troyes en 1994 et de Belfort-Montbéliard en 1999), instituts universitaires professionnalisés (IUP) en 1991 ; mais aussi diplômes d’études supérieures spécialisées (DESS) en 1974, maîtrises de science et technologie (MST) en 1975 (disparus aujourd’hui), licences professionnelles en 1999.

Les IUT, les IUP, les écoles d’ingénieurs internes aux universités, les universités de technologie ont, à des degrés divers, constitué un pont entre le monde de la recherche et celui de l’entreprise. Les universités technologiques en particulier se sont engagées dans le développement de la recherche en ingénierie, comme cela se fait dans le monde anglo-saxon, avec l’objectif de briser la logique de segmentation par discipline (mathématiques, physique, chimie...) qui ne correspond pas à la logique des entreprises. Le « pacte d’engagements pour le supérieur » signé par le MEDEF en août 2015, visant à améliorer les relations de l’enseignement supérieur avec le monde de l’entreprise, réunissait d’ailleurs autour d’une même table la CGE, la CDEFI et le CPU.

Les cursus masters en ingénierie et le réseau FIGURE

Depuis 2011, une vingtaine d'universités associées au sein du réseau FIGURE (formation à l'ingénierie par des universités de recherche) propose aux étudiants, à côté de l'offre historique de masters en sciences et techniques, des « cursus masters en ingénierie » (CMI) portés en grande partie par des enseignants auparavant investis dans les IUT et les IUP et donc particulièrement sensibles à l'enjeu que représente l'ingénierie dans le développement économique de la société.

L'offre étant relativement récente, il semble intéressant de la décrire. Inspiré des *masters of engineering* proposés par les grandes universités internationales, le cursus master en ingénierie entend former des ingénieurs spécialistes d'un domaine technologique mais disposant d'un socle solide de connaissances en sciences fondamentales (mathématiques et physique), sciences de l'ingénieur et sciences humaines et sociales. Il a été labellisé « investissements d'avenir » par le jury international de l'appel à projet Initiatives d'excellence en formations innovantes (IDEFI).

Le recrutement est sélectif, le cursus se déroule en cinq ans et la formation se conclut par un master après l'obtention du diplôme intermédiaire de licence. L'approfondissement de la spécialité acquise peut se poursuivre en doctorat pour une partie des diplômés.

Le cursus se différencie de celui d'un master classique par la conjonction des conditions suivantes :

- des enseignements d'ouverture tout au long des cinq années de formation (communication, connaissance du monde de l'entreprise, pratique de la langue anglaise avec un niveau minimum à atteindre...);
- un équilibre entre enseignements et mises en situations pratiques (maîtrise d'un domaine de spécialité, pédagogie par projet, contact étroit avec les entreprises...);
- une synergie entre formation et recherche dès le début de la formation. Ainsi, chaque CMI est porté par un consortium de laboratoires développant une recherche partenariale importante, les chercheurs s'engagent à participer à la formation et les étudiants sont intégrés dans les équipes (accès aux laboratoires et aux plateformes technologiques, séminaires de recherche, accueil pour les projets et les stages);
- un réseau de plusieurs centaines de partenaires socio-économiques (PME-PMI, grands groupes, collectivités locales...) qui contribuent aux enseignements;
- un conseil de perfectionnement tripartite formation - recherche - entreprise où les entreprises et les collectivités participent à l'analyse prospective des formations et contribuent à maintenir leur adéquation au marché de l'emploi;
- l'obligation d'une mobilité internationale d'au moins trois mois qui peut prendre la forme d'un séjour d'études dans une université étrangère, d'un stage professionnel en entreprise, en administration ou en laboratoire, ou bien d'une année de césure;
- l'ambition de rassembler des disciplines en totale cohérence avec les sept ambitions pour l'innovation identifiées par la commission « Innovation 2030 »³⁵.

³⁵ www.elysee.fr/assets/pdf/Rapport-de-la-commission-Innovation-2030.pdf

À la rentrée 2016, le réseau FIGURE compte 88 CMI portés par 21 établissements.

Pour le moment, l'évaluation globale du dispositif est difficile. Le nombre d'étudiants inscrits par CMI demeure faible (14,4 en moyenne). Le nombre de diplômés est inférieur à celui qui avait été prévu. Quant aux chiffres concernant l'insertion professionnelle des premiers diplômés, ils ne sont pas encore connus mais annoncés pour la fin de l'automne 2016.

Quoi qu'il en soit, l'implantation de ces cursus masters en ingénierie présente des perspectives intéressantes quant à la rénovation des modalités pédagogiques et la création d'une offre de formation en partie plus directement proche des attentes des entreprises. Il conviendrait, à cet égard, de veiller à assurer le portage du dispositif et de la logique de rapprochement avec le monde professionnel qu'il représente au niveau des présidences des universités. En outre, cette offre de masters pourrait devenir, à côté des licences qui devraient être expérimentées par les IUT à partir de 2017 (cf. 3.1.5), l'une des modalités du parcours STEM organisé depuis le lycée jusqu'à l'université que propose la mission (cf. 3.1.4).

Propositions :

- veiller à assurer le portage du dispositif CMI et de la logique de rapprochement avec le monde professionnel qu'il représente, au niveau des présidences des universités et l'inscrire explicitement dans l'offre de diplômes des établissements ;
- intégrer les cursus masters en ingénierie dans un parcours STEM organisé du lycée à l'université dans le cadre des rapprochements organisés autour du bac – 3 / bac + 3

3.1.3.4 L'offre de formation en écoles d'ingénieurs

Dans le mode de formation sous statut étudiant, qui est le plus ancien et de loin le plus répandu dans les écoles d'ingénieurs, l'élève acquiert un ensemble de compétences et de connaissances associées au cours d'un cycle d'enseignement supérieur comportant des apprentissages scientifiques pluridisciplinaires, des formations technologiques et des enseignements en sciences économiques, humaines et sociales (management, communication, gestion, éthique...).

Schématiquement, cette formation se décline suivant cinq axes :

- les sciences, connaissances fondamentales nécessaires à tous les métiers et à tous les secteurs industriels ;
- les sciences pour l'ingénieur, disciplines et démarches nécessaires à tous les d'ingénieurs indépendamment des métiers exercés ;
- l'innovation, enseignements ou mises en situation favorisant la créativité, l'initiation à la recherche, l'entrepreneuriat...
- les sciences humaines, économiques et sociales, enseignements de base en gestion et management indispensables au futur ingénieur dans sa vie professionnelle ;
- le savoir-être qui recouvre toutes les activités qui favorisent le développement de soi, l'ouverture au monde et les capacités d'expression chez le futur ingénieur. L'acquisition de méthodes de travail en groupe ou dans un cadre interdisciplinaire avec mises en

situation, ainsi que l'ouverture internationale y contribuent. L'implication dans les activités extrascolaires y participe également.

Les projets et études de cas, l'expérimentation, la simulation et la pratique développent le sens du concret et de l'innovation.

La formation comporte en outre des périodes « d'immersion en milieu professionnel et international ». Celles-ci font partie intégrante du projet pédagogique de l'école et du cursus de l'étudiant. De nombreux établissements incitent même leurs élèves à réfléchir, dès leur entrée en formation, à une démarche de recherche de stages, de séjours en entreprises à l'étranger ou de parcours en échanges académiques qui s'intègre à une stratégie de développement personnel et de préparation à leur future insertion professionnelle.

La formation peut être réalisée, uniquement pendant la dernière année de cursus, sous contrat de professionnalisation³⁶. Dans ce cas, les élèves concernés ont le statut de salarié de l'organisme d'accueil. Des aménagements de cursus doivent permettre une réelle alternance sur l'année, de façon à bien faire le distinguo avec les élèves qui sont en stage long en entreprise dans le cadre du projet de fin d'études.

La commission des titres d'ingénieur (CTI) fournit des indications précises sur l'organisation et le contenu des formations d'ingénieurs sous statut étudiant qui doivent comporter :

- de 1 800 à 2 000 heures de formation encadrée durant les six derniers semestres ;
- un temps significatif de formation délivré par des professionnels issus du monde des entreprises ;
- un temps significatif de formation académique dans des disciplines non directement liées à la spécialité (langues, gestion, économie, communication, entrepreneuriat, éthique, propriété intellectuelle...) ;
- une partie de pédagogie par projet ;
- une possibilité importante de travail personnel et en groupe ;
- au moins 28 semaines de stages, prioritairement en entreprise ;
- une dimension d'ouverture à l'innovation et une initiation à la recherche ;
- une dimension internationale forte (enseignement des langues, mobilité des élèves, accueil des élèves étrangers, internationalisation de l'école).

Un niveau d'anglais doit être attesté par un test externe reconnu. Le niveau souhaitable pour un ingénieur est le niveau C1 du « cadre européen de référence pour les langues » du Conseil de l'Europe. En aucun cas, un diplôme d'ingénieur n'est délivré à un étudiant n'atteignant pas le niveau B2 certifié. Cette obligation de résultat ne dispense pas les écoles d'une véritable stratégie de l'enseignement des langues, basée sur les compétences attendues des futurs ingénieurs. En

³⁶ Cf. 4.5.

particulier, la pratique d'une seconde langue étrangère est vivement conseillée et est même obligatoire dans un certain nombre d'écoles.

La CTI considère que la formation des ingénieurs se fait sur une période globale de « dix semestres après l'obtention du bac », soit la durée totale de préparation d'un diplôme de master. Elle peut se faire soit :

- en cinq ans dans le même établissement pour les écoles recrutant au niveau du bac et ayant un cursus intégré ;
- en trois ans après une classe préparatoire spécifique à l'école ou commune à plusieurs établissements.

3.1.3.5 L'offre de formation en apprentissage

En septembre 2016, il y avait près de 180 spécialités du titre d'ingénieur accessibles par la voie de l'apprentissage³⁷ et 12 % des 31 000 diplômés annuels étaient des apprentis, ce pourcentage devant atteindre 15 % lorsque les promotions en cours de formation auront été diplômées. Cette croissance résulte principalement de la volonté de nombreuses écoles de s'ouvrir à de nouveaux publics et de développer des modalités de formation fondées sur un partenariat pédagogique avec les entreprises. 60 % des écoles d'ingénieurs proposent aujourd'hui des formations par l'apprentissage.

En fonction des établissements, les diplômes proposés par la voie de l'apprentissage sont soit les mêmes que ceux ouverts sous statut étudiant, soit d'autres diplômes, par création de spécialités nouvelles en plus de celles déjà habilitées.

La CTI a mené une réflexion de fond avec l'ensemble des partenaires et acteurs de la formation, qui l'a conduite à formaliser un référentiel pour l'habilitation de ces formations basé sur les principes suivants :

- mettre en œuvre une démarche pédagogique adaptée, plus inductive (partant de l'expérience et allant vers la formalisation et la synthèse) et imbriquant fortement la formation à l'école et en entreprise ;
- assurer à la formation par l'apprentissage la même légitimité et le même niveau de reconnaissance que la formation classique (éviter que l'apprentissage soit la voie d'accès des exclus de la voie classique sous statut d'étudiant) ;
- adopter une approche par compétences commune à la formation des étudiants et à la formation des apprentis, avec le même niveau d'exigences (par exemple, niveau d'anglais, expérience à l'international, sensibilisation à l'innovation scientifique et technologique) ;
- ouvrir les études d'ingénieurs à des publics nouveaux, notamment à des jeunes peu adaptés à la démarche déductive (de la théorie vers l'application) et contribuer à l'amélioration de la diversité sociale de l'enseignement supérieur.

³⁷ Cf. 4.5.

Pour satisfaire ces principes, la CTI a demandé que le cursus de formation par apprentissage soit un cursus dédié, conçu sur les trois dernières années de la formation, ayant les mêmes objectifs de compétences que la formation sous statut étudiant, avec des modalités de recrutement faisant une large place à un public nouveau (notamment aux titulaires de DUT et de BTS). Elle demande qu'une part très significative des compétences et connaissances associées soit acquise et validée en entreprise (typiquement 40 %), que l'alternance soit cadencée pour permettre à l'apprenti de participer à la conduite de projets en entreprise et de suivre un cursus en école s'appuyant sur son expérience professionnelle.

Elle recommande par ailleurs, d'une part la constitution d'une équipe pédagogique dédiée associant largement les industriels, et d'autre part l'établissement de partenariat avec la branche professionnelle afin de préciser les flux nécessaires et les compétences attendues par les entreprises concernées.

En dernier lieu, la CTI a fortement engagé les écoles à ne pas créer de « sous-marques » pour les diplômés apprentis, par exemple au travers d'instituts internes plus ou moins pilotés par l'école-mère et permettant de distinguer les intitulés des diplômes des apprentis de ceux des élèves classiques. Elle a aussi demandé aux écoles que les diplômés par l'apprentissage appartiennent de droit aux associations d'anciens élèves. Il est à souligner que, dans certains cas, les directions d'école ont eu à vaincre de fortes réticences de la part des anciens, soucieux de préserver la « valeur » de leur diplôme.

En pratique, le cadre de référence imposé par la CTI a impliqué de la part des écoles une réflexion très approfondie sur leur approche compétences et sur l'élaboration de modalités pédagogiques différenciées, permettant d'atteindre et valider les mêmes objectifs que pour la voie de formation sous statut étudiant.

La plupart des écoles s'appuient sur des partenariats avec des établissements spécialisés dans l'enseignement par alternance, notamment les ITII (instituts des techniques d'ingénieur de l'industrie) ou les CFA (centres de formation d'apprentis) qui se chargent des prospections en entreprise et de la négociation des contrats, les cours étant dispensés dans l'école qui reste responsable du diplôme délivré. Certaines écoles ont même décidé, avec le soutien des conseils régionaux, de créer de nouveaux CFA dédiés aux formations d'ingénieurs, comme le CFA « ingénieurs 2000 » en région parisienne, ou plus largement à l'enseignement supérieur, comme le CFA « MidiSup » en Midi-Pyrénées.

Le public en formation par apprentissage comporte effectivement une proportion très importante de titulaires de DUT et de BTS et cette voie attire de plus en plus d'apprenants d'excellent niveau. Une ancienne apprentie, témoignant des raisons qui l'ont conduite à choisir l'apprentissage, signale « *l'envie d'aller sur le terrain, de plonger dans la réalité du monde de l'entreprise* », indique « *bien sûr, il y a les stages, mais ce n'est pas comparable avec l'apprentissage* » et précise :

« En effet, nos passages en entreprise sous statut d'apprenti sont de plus longue durée, nous nous voyons donc confier plus de missions, nous acquérons par là même plus de connaissances, et nous avons plus de responsabilités qu'en tant que simple stagiaire. De plus, je pense que l'apprentissage est vecteur d'embauche, puisque par son biais, nous pouvons avoir une première expérience professionnelle. En résumé, selon moi, un apprentissage représente une véritable valeur ajoutée sur un CV ».

L'apprentissage présente en effet l'avantage de pouvoir préparer un diplôme de haut niveau en acquérant une expérience en entreprise et en étant rémunéré. Les études d'insertion montrent en outre que 90 % des apprentis trouvent un emploi dans l'année qui suit l'obtention du diplôme et qu'il n'est pas rare qu'un employeur embauche son apprenti en contrat de travail à durée indéterminée dès la fin de la période d'apprentissage.

Ces éléments combinés conduisent à une « sécurisation du parcours » de l'apprentissage qui peut constituer un élément déterminant dans le choix de cette filière par des jeunes que leur milieu familial n'incitait pas à des études longues.

3.1.4. Un parcours STEM du lycée à l'université

Si elle veut pouvoir faire face aux évolutions de l'économie et, en particulier, aux transformations technologiques et à l'internationalisation des échanges, l'industrie a besoin d'une main-d'œuvre qualifiée dans les domaines scientifiques et technologiques, à tous les niveaux de qualification. Il est en conséquence impératif d'apporter des réponses au manque d'attrait pour les lycéens de certaines études supérieures scientifiques et technologiques.

Pour y parvenir, la solution la plus pertinente, au sens de la mission, est celle de l'identification et de la mise en place d'un parcours STEM au lycée (cf. 1.1.2.2. La série S), articulé à une poursuite de parcours dans l'enseignement supérieur. Ce continuum concernerait, selon des modalités différentes, les bacheliers technologiques comme les bacheliers ayant suivi le parcours STEM au lycée préconisé par la mission. Il présenterait l'avantage d'améliorer la visibilité des formations technologiques et de les rendre plus attractives parce que plus directement conçues dans une perspective de poursuite d'études.

Concernant les bacheliers technologiques, il convient de souligner qu'ils s'inscrivent d'ores et déjà dans une logique de poursuite d'études. Depuis cinq ans, ils sont plus de 70 % parmi ceux-ci à s'orienter vers un BTS ou un DUT et leur taux d'inscription en licence continue de croître, au demeurant plus rapidement que leur taux de réussite. Ils constituent, à ce titre, un vivier de recrutement précieux de cadres intermédiaires, de techniciens supérieurs et d'assistants ingénieurs et, pour une fraction d'entre eux, d'ingénieurs. Leur taux de réussite dans l'enseignement supérieur est cependant problématique et doit conduire :

- à préciser mieux la liaison entre le second degré et l'enseignement supérieur, ce qui suppose, en amont, une évolution des enseignements offerts au lycée (cf. 3.1.2.2 La série STI2D) ;
- à organiser des parcours de licence adaptés au profil des bacheliers technologiques.

La conjonction d'une offre de formation STEM organisée dans un lycée modulaire dans le cadre « parcours choisis », délibérément tournée vers la préparation à l'enseignement supérieur et l'assurance d'une poursuite d'études permettant de développer une spécialisation progressive apparaissent comme les vecteurs les plus favorables au développement des formations technologiques.

Proposition :

- organiser un parcours STEM de bac – 2 à bac + 3, pouvant éventuellement conduire jusqu'au cursus master en ingénierie.

3.1.5. L'émergence des diplômes de bachelor

Un manque de diplômés de niveau bac + 3

Les représentants des entreprises entendus par la mission ont régulièrement souligné leur difficulté à trouver, sur le marché, des diplômés d'un niveau bac + 3 ou bac + 4 dont le besoin, pourtant, est grand pour assurer des fonctions de type assistant ingénieur³⁸.

Les réponses proposées par les universités

On l'a dit (cf. *supra*, 3.1.3.3.), les universités, au-delà de l'offre de formation à bac + 2 des IUT et en deçà de l'offre de formation à bac + 5 offertes dans les masters sciences et techniques, ont développé depuis quarante ans des structures et des formations centrées directement sur la finalité professionnelle des enseignements.

Ainsi, les instituts universitaires professionnalisés (IUP), créés en 1991 et portés par des enseignants particulièrement sensibles aux impératifs d'insertion professionnelle des jeunes et à l'intérêt du travail en partenariat avec le monde professionnel, ont apporté, avant la mise en place du LMD³⁹, l'une des réponses les plus pertinentes à ce besoin. Ils offraient la possibilité d'obtenir en trois ans, après un BTS, un DUT ou une première année d'enseignement supérieur, une maîtrise et, pour ceux qui avaient eu des résultats suffisants en dernière année d'études, le titre d'ingénieur - maître. À la fin de chacune des trois années de formation, l'étudiant admis recevait un diplôme (DEUG en fin de première année, licence en deuxième année puis maîtrise en dernière année et éventuellement le titre d'ingénieur - maître). Un tiers de la formation devait se dérouler en milieu professionnel et la moitié devait être dispensée ou encadrée par des acteurs du monde du travail. En outre, l'enseignement devait comprendre la pratique de deux langues étrangères. La mise en place des IUP a ainsi permis de proposer une formation de niveau bac + 4 répondant aux demandes de l'économie. Bien que devenus en 2005 des départements des universités, certains IUP ont conservé leur appellation mais le recrutement s'effectue deux ans après le baccalauréat pour conduire en un an à la licence puis en deux ans au master professionnel.

Ainsi encore, les licences professionnelles, créées en 1999, se sont-elles remarquablement développées (173 mentions de licence professionnelle en 2015, couvrant une large palette de métiers dans tous les secteurs professionnels). Accessibles après un bac + 2, elles peuvent être poursuivies en formation initiale comme en alternance, dans les facultés sciences et techniques, dans les IUT mais aussi dans des lycées ayant établi un partenariat avec une université. Conçues dans un objectif d'insertion professionnelle directe, elles répondent aux engagements européens qui

³⁸ Cependant, si on s'en réfère aux entretiens menés par la mission, les jeunes ne perçoivent, de leur côté, aucune véritable stratégie de promotion interne des salariés de ce niveau de la part des entreprises.

³⁹ Dans le cadre de l'harmonisation européenne des cursus d'enseignement supérieur dont l'objectif est de faciliter la mobilité des étudiants, l'enseignement supérieur français s'organise autour de trois diplômes nationaux : la licence, le master et le doctorat.

prévoient un cursus licence adapté aux exigences du marché du travail ainsi qu'à la demande de nouvelles qualifications, positionnées entre les niveaux technicien supérieur et ingénieur.

L'offre émergente de formations et de diplômes de bachelor

Néanmoins, l'offre universitaire existante ne comble pas le déficit, d'autant que la plupart des IUP ont allongé leur cycle de formation et préparent au master (bac + 5), même si des sorties à bac + 3 sont toujours possibles. Les licences professionnelles, quant à elles, qui ont fait la preuve de leur pertinence, se caractérisent par une spécialisation généralement pointue qui, certes, constitue un de leurs atouts mais peut être aussi un inconvénient pour certaines entreprises à la recherche de profils plus généralistes.

Ces différents éléments expliquent l'émergence d'une offre différente, plus récente, celle des bachelors.

Ces *bachelors*, reprenant le nom donné dans les pays anglo-saxons au premier diplôme universitaire, se sont largement développés depuis une dizaine d'années dans les écoles de commerce. Ne pouvant pas délivrer de licence, elles ont créé un diplôme d'établissement, accessible pour certains élèves en trois ans (à l'anglaise), pour d'autres en quatre ans (à l'américaine), voire en un an après un premier diplôme de niveau bac + 2 (dans une logique toute française).

Cette voie est expérimentée depuis peu par quelques écoles d'ingénieurs. Ainsi, l'École nationale supérieure d'arts et métiers (ENSAM) a-t-elle ouvert, à la rentrée 2014, un « bachelor de technologie » sur deux de ses sites (Châlons-en-Champagne et Bordeaux - Talence), destiné à former en trois ans des élèves de STI2D, avec l'objectif d'une intégration directe sur le marché du travail à l'issue de la formation. Elle permet cependant aux étudiants de poursuivre dans le cursus ingénieurs s'ils le peuvent et le veulent (en 2015, l'école a reçu 400 candidatures pour 24 places ouvertes sur chacun de ses deux sites). L'École polytechnique, quant à elle, ouvrira à la rentrée 2017 un bachelor destiné à des candidats à très haut potentiel. Dispensée en anglais, la formation sera fondée sur des enseignements en sciences et une ouverture vers les sciences sociales et les humanités. La vocation première de ce bachelor sera de conduire les étudiants à un niveau master, avec une incitation forte à poursuivre jusqu'au doctorat.

L'offre de bachelors déjà existante et les projets actuels manifestent une diversité de choix en termes :

- de recrutement (bacheliers technologiques à l'ENSAM, étudiants internationaux de haut niveau à l'École polytechnique) ;
- d'années d'enseignement (trois ou quatre ans) ;
- de frais d'inscription (184 € par an à l'ENSAM, plus de 10 000 € à l'École polytechnique, des niveaux médians dans les projets en cours).

Tous ces bachelors, en revanche, partagent un même objectif de qualité de la formation. Les établissements s'interrogent sur les meilleures procédures d'évaluation qui permettront de la vérifier⁴⁰. La CGE et la CDEFI y réfléchissent actuellement.

Du côté des universités, l'union des présidents d'IUT (UNPIUT) demandait, au début de l'année 2016, la création d'un « bachelor sous la marque IUT » tandis que l'assemblée des directeurs d'IUT (ADIUT) évoquait « une licence IUT en trois ans ». À ce jour, il semble que ce soit la voie du diplôme d'État qui soit suivie. Un cahier des charges devrait être présenté au MENESR le 5 décembre 2016 puis des expérimentations seront entreprises dans des IUT volontaires. Une phase de bilan serait prévue dans trois ans. L'objectif est de permettre une poursuite d'études automatique entre le DUT et la licence professionnelle, les sorties à bac + 2 n'étant pas pour autant remises en cause car la demande demeure forte du côté des entreprises. La CPU a, quant à elle, fait connaître ses vives réserves sur le sujet et a appelé l'État à réaffirmer clairement deux principes, à son sens, immuables : en France l'appellation licence est la seule – et doit demeurer la seule – pour les formations de niveau bac + 3, et les universités sont les seuls établissements habilités à délivrer ce diplôme national. Les écoles, à l'inverse, réclament que la licence puisse être délivrée sur le seul critère de la qualité de la formation, indépendamment du statut de l'établissement qui la délivre. Elles soulignent également que conférer le grade de licence aux bachelors permettrait de les inscrire plus aisément dans le cursus LMD et favoriserait leur prise en compte dans une logique de formation tout au long de la vie.

En tout état de cause, les initiatives se multiplient. Une large concertation sur la pertinence de ces diplômes est indispensable. La tutelle ministérielle vient de commander une mission à l'IGAENR sur la question dont les constats et les conclusions permettront de disposer d'un panorama précis de la situation et de recommandations étayées par l'observation des faits.

Propositions :

- engager les autorités ministérielles à organiser une étude, en lien avec les milieux économiques, permettant de préciser le besoin constaté et prévisionnel de diplômés STEM de niveau bac + 3 ;
- inciter les entreprises, qui réclament davantage de bac + 3, à afficher leur stratégie de promotion interne des salariés de niveaux bac + 2 ou bac + 3 ;
- développer des rencontres entre les étudiants et des salariés recrutés à bac + 2 ou bac + 3 et satisfaits de leur devenir et de leur évolution de carrière en entreprise.

⁴⁰ La qualité de ces diplômes – qui sont des diplômes d'établissement et non nationaux – n'est évaluée par aucun dispositif externe systématique. On signalera, par exemple, qu'aux États-Unis, c'est le critère du taux de recrutement par les entreprises qui fait vivre un *master of science* créé par un établissement ou, *a contrario*, conduit à le fermer très rapidement.

3.2. Une offre de formation tout au long de la vie sous-dimensionnée

3.2.1. Une offre de formation continue qui ne répond pas suffisamment aux besoins des individus et des entreprises

L'offre de formation continue, dans les universités comme dans les écoles, qu'il s'agisse d'offre diplômante ou d'offre qualifiante, se signale, hormis quelques belles exceptions, par sa faiblesse et, trop souvent, son inadaptation aux rythmes des salariés. Seuls le CNAM, de façon historique, quelques écoles d'ingénieurs et formations universitaires se démarquent en ce domaine.

Dans les universités, comme l'ont montré deux rapports récents⁴¹ remis à la ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche et au secrétaire d'État à l'enseignement supérieur, l'offre globale de formation continue représente moins de 2 % de l'offre totale ouverte sur le territoire. Seule une vingtaine d'universités propose une offre importante, évolutive, maîtrisée financièrement et, en partie au moins, adaptée aux rythmes des salariés. Dans les écoles, plusieurs dispositifs coexistent, qui permettent d'accéder au titre d'ingénieur en formation continue : filière « Fontanet », alternance, partenariats. La filière « Fontanet » conduit au diplôme après une année de remise à niveau qui peut se faire en partie à distance, puis deux ans à temps plein dans l'établissement. Une cinquantaine d'écoles propose une formation d'ingénieurs en partenariat (FIP), en alternance et en formation continue. Parmi elles, une trentaine d'établissements sont partenaires d'un ITII (institut des techniques d'ingénieur de l'industrie). Les chiffres, là également, demeurent faibles au regard du nombre total d'ingénieurs diplômés annuellement. Ainsi, en 2015, 1 045 personnes ont décroché un diplôme d'ingénieur par la voie de la formation continue, alors qu'elles avaient en général un niveau de formation bac + 2 et quelques années d'expérience professionnelle.

Les freins sont multiples (offre de formation demeurant trop classique, prenant mal en compte les rythmes des salariés, non modulaire ; vivier de formateurs restreint ; manque de professionnalisme des services ; imprécision du modèle économique ; manque de compétences en matière de marchés publics ou de réponse adaptée aux appels d'offres...).

Ces éléments, joints au fait que la France présente une caractéristique forte de spécialisation des âges de la vie – la jeunesse étant consacrée aux études et l'âge adulte au travail – et au faible développement, dans l'enseignement supérieur, des dispositifs de validation des acquis (VAP, VAE), entravent le développement de la formation continue et, plus largement, l'intégration d'une logique de formation tout au long de la vie.

3.2.2. La formation continue diplômante et qualifiante est insuffisamment valorisée par les entreprises

Les démarches de formation continue sont menées le plus souvent à titre individuel dans le cadre des droits à formation dont dispose le salarié qui négocie en parallèle les modalités de mise en œuvre avec l'entreprise. Dans le meilleur des cas, l'entreprise permet réellement à son salarié de se

⁴¹ Rapport de l'IGAENR n° 2014-061 de juillet 2014 relatif à *La contribution des universités à la formation tout au long de la vie*. Rapport sur *Le développement de la formation professionnelle continue dans le supérieur* (dit « rapport Germinet ») de mars 2015.

consacrer la première année à sa formation à distance pendant les heures de travail et accepte de financer cette dernière. Mieux, elle lui offre à son retour dans l'entreprise, une fois la formation terminée et le diplôme obtenu, une valorisation salariale voire une promotion sur un poste de niveau ingénieur. Mais ces cas sont très rares.

Les entreprises se plaignent de ne pas trouver suffisamment de techniciens supérieurs et regrettent que de nombreux diplômés bac + 2 ne rentrent pas dans la vie active mais préfèrent poursuivre leurs études. Les entretiens que la mission a conduits avec les élèves montrent que ceux-ci, lorsqu'ils en ont la possibilité et les capacités, continuent leur formation pour obtenir un diplôme supérieur parce qu'ils pensent qu'il sera beaucoup plus difficile de le faire quelques années plus tard par la voie de la formation continue et que ce type d'initiative n'est pas encouragé, et encore moins valorisé, en entreprise.

Si les entreprises souhaitent que ce mouvement s'inverse et que ces étudiants acceptent à l'avenir de rentrer dans la vie professionnelle directement après un DUT ou un BTS, il faudrait qu'elles affichent, et démontrent, leur volonté de promouvoir et d'encourager la formation continue diplômante de leurs salariés et qu'elles valorisent, y compris en termes de rémunération, les parcours de ceux qui se sont ainsi qualifiés.

Proposition :

- inciter les entreprises à inscrire la formation continue diplômante et qualifiante comme un levier majeur de la gestion prévisionnelle des emplois et compétences.

3.2.3. Une initiative ministérielle récente visant à un changement d'échelle

À l'issue des deux rapports cités précédemment, les ministres en charge de l'enseignement supérieur et de la recherche ont lancé, en novembre 2015, un appel à manifestation d'intérêt (AMI) visant à constituer un réseau pilote d'établissements publics de formation et de recherche chargés d'expérimenter et de rendre rapidement opérationnelles les recommandations formulées et, en particulier, celles visant à doter les établissements d'un modèle économique fiable et soutenable en ce domaine. Ce sujet a constitué l'essentiel des travaux du groupe pilote toute cette année. Un second appel a été lancé le 8 octobre 2016, plus orienté formation tout au long de la vie.

Douze universités ou regroupements d'établissements pilotes ont été retenus par un comité de sélection en janvier 2016, dotés de un à trois emplois selon les situations afin de soutenir l'expérimentation. Ils devront notamment, en fin de parcours, avoir élaboré un guide des bonnes pratiques à l'usage des autres établissements.

Un groupe d'écoles d'ingénieurs a été retenu dans le cadre du premier AMI, l'association Toulouse Tech, sélectionné en particulier en raison de l'objectif partagé de développement entre ses membres (cf. annexe 3 / 3.2).

L'ambition de ces démarches est grande et les résultats attendus sont essentiels pour le développement des compétences des salariés et de l'économie.

3.2.4. Des évolutions indispensables tant dans l'offre de formation diplômante que qualifiante

Sans préjuger des résultats effectifs de ces démarches, il est d'ores et déjà possible de penser que les écoles d'ingénieurs évolueront, en passant d'une situation se caractérisant par une offre de formation standard et sur catalogue à une démarche visant à proposer, au cas par cas, une solution adaptée à la demande spécifique de chaque entreprise ou de chaque secteur professionnel. Cela suppose d'abord que l'entreprise identifie ses besoins en compétences nouvelles dans le cadre d'une gestion prévisionnelle des emplois et compétences. L'école doit être ensuite en mesure de mettre en œuvre son expertise en ingénierie pédagogique pour construire un plan de formation adapté aux besoins exprimés en termes de compétences par l'entreprise. Elle peut être amenée, le cas échéant, à s'adjoindre les ressources d'autres établissements dans des domaines ne relevant pas de sa compétence ou dans un champ multidisciplinaire. Ceci milite pour des démarches impliquant et regroupant plusieurs établissements de différentes disciplines, par exemple au niveau d'un site universitaire.

Du côté des universités, une meilleure intégration à leur environnement professionnel suppose de la même façon qu'elles s'adaptent mieux et en plus grand nombre à la demande de formation des entreprises, qu'elles reconsidèrent leurs habitudes académiques tant dans la durée des formations – l'attente est forte du côté des entreprises de formations courtes à haute valeur ajoutée – que dans leurs contenus ou les modalités d'organisation, et qu'elles développent une capacité à répondre rapidement et de façon adaptée aux appels d'offre.

L'offre de formations diplômantes de l'ensemble des établissements est appelée à évoluer et à prendre en compte, en particulier, tous les atouts ouverts par le passage au LMD qui favorise l'organisation des formations en modules d'enseignement capitalisables. C'est là, en effet, la voie qui permettra de répondre aux attentes des salariés dans la mesure où elle permet d'envisager l'obtention d'un diplôme sans contrainte de temps, voire de privilégier, au choix, un seul module, court, professionnalisant et non diplômant. Un certain nombre d'universités, et en particulier celles qui ont été retenues à la suite de l'appel à manifestation d'intérêt lancé par les ministres en 2015, commencent à réfléchir et, pour quelques-unes parmi elles, à développer une offre de formation continue diplômante plus adaptée au temps et au rythme des salariés par le biais de parcours flexibles, organisés en blocs de compétences, reposant sur des modules capitalisables dans le temps, optimisés par le recours plus volontaire aux dispositifs de VAE. Cette voie permettra aussi de répondre à la demande unanime des prescripteurs et des acheteurs de formation continue (Pôle emploi, OPCA, entreprises). Les établissements pourront alors enfin aborder une vraie logique de formation tout au long de la vie. La quasi-totalité des pays européens considère d'ailleurs l'enseignement flexible comme un élément clef de l'éducation et de la formation tout au long de la vie. Plus naturelle dans certains pays d'Europe du Nord où les allers-retours entre formation et vie professionnelle, parfois très tôt dans la vie d'un individu, sont simples et sans conséquence fâcheuse sur les parcours, cette logique demeure en France un défi à relever.

Encadré 5 : Un modèle intéressant, le bilan d'aptitude délivré par les grandes écoles

Le bilan d'aptitude délivré par les grandes écoles (BADGE) est un label attribué par la CGE à des diplômés d'établissement qui s'adressent aux salariés justifiant d'un niveau d'études bac + 2, voire d'un bac suivi d'une expérience professionnelle, désireux d'acquies un diplôme par la voie de la formation continue grâce à la capitalisation. Ils permettent de répondre à la demande des entreprises de disposer de moyens de renforcement et de reconnaissance des compétences de leurs collaborateurs. Les formations comprennent 250 heures de cours, de travaux pratiques et de projet en équipe.

Ce modèle intéressant est cependant encore peu développé puisqu'en 2014-2015, seules 14 formations étaient labellisées pour un total de 138 étudiants.

Enfin, au-delà de l'organisation d'une formation continue diplômante, les universités et les écoles gagneraient aussi à se positionner de façon plus visible en qualité d'opérateurs sur le marché concurrentiel de la formation professionnelle continue de courte durée, qualifiante, permettant l'élévation des compétences des individus (soucieux d'anticiper des ruptures professionnelles éventuelles) et la revitalisation des entreprises et des territoires (appelés à répondre à des défis technologiques sans cesse en évolution). Concernant les universités, hormis une vingtaine d'entre elles et spécialement leurs IUT ainsi que les universités technologiques, la grande majorité n'a pas pris, à ce jour, sa place sur ce marché (près de 400 000 personnes sont cependant déjà accueillies chaque année dans le cadre de formations qualifiantes de courte durée, sur des programmes co-construits ou en réponse à des appels d'offres d'entreprises, d'organismes, de branches professionnelles ou de collectivités territoriales).

L'offre pourrait néanmoins être singulièrement développée, notamment si les liens avec la recherche s'affirmaient. Le rapport de l'IGAENR⁴² avait d'ailleurs souligné que dans le domaine des sciences et des technologies, les universités en particulier, devaient se donner les moyens d'organiser une offre de formation continue davantage liée à l'activité de recherche. La valorisation de la recherche fondamentale fait, en effet, de plus en plus naturellement partie des activités des laboratoires. Les universités devraient en outre, on l'a dit, contribuer davantage qu'elles ne le font aujourd'hui à la formation continue des techniciens, des ingénieurs et des cadres, au bénéfice des grands groupes avec lesquels les plus volontaires d'entre elles ont déjà établi des liens mais aussi, plus largement, à celui des PME et des TPE. Outre le fait que cette offre nouvelle devrait représenter un avantage concurrentiel majeur pour le développement d'une offre de très haute qualité, elle permettrait de faire accéder les salariés à des connaissances de pointe indispensables.

Enfin, la validation des acquis de l'expérience (VAE) qui avait pris rapidement de l'ampleur au moment de sa création, stagne désormais dans l'enseignement supérieur, ne dépassant plus les 4 000 validations par an pour l'ensemble des universités. Il est essentiel de s'attacher à son développement et la faire mieux connaître en entreprise.

⁴² Rapport de l'IGAENR n° 2014-061 de juillet 2014 relatif à *La contribution des universités à la formation tout au long de la vie*, cité *supra*.

Propositions :

- développer une offre de formation continue diplômante plus adaptée au temps et au rythme des salariés par le biais de parcours flexibles, organisés en blocs de compétences, reposant sur des modules capitalisables dans le temps, optimisés par le recours plus volontaire aux dispositifs de VAE ;
- engager les écoles et les universités à confirmer leur positionnement sur le marché concurrentiel de la formation professionnelle continue de courte durée, qualifiante ;
- affirmer le lien entre la formation continue et la recherche pour construire et proposer une offre originale, attractive et à haute valeur ajoutée, en particulier dans les universités ;
- développer l'offre de formation continue reposant sur des dispositifs d'enseignement à distance évolués permettant l'organisation des apprentissages en temps réel et en temps différé.

3.3. Une offre de formation à ouvrir plus largement aux étudiants étrangers

Plusieurs raisons rendent essentielle la promotion de l'offre de formation française en sciences et technologies à l'international :

- compte tenu de sa qualité, elle favorise le rayonnement de la France à l'étranger ;
- elle répond aux besoins des entreprises françaises délocalisées, les étudiants locaux « formés à la française » étant immédiatement employables (qualité d'enseignement, absence de frais d'expatriation et de problème d'adaptation) ;
- elle contribue à la formation de cadres et de techniciens dont on peut légitimement espérer qu'ils seront les meilleurs ambassadeurs de la France lors de négociations de marchés futurs ;
- elle pourrait être, plus qu'elle ne l'est aujourd'hui, génératrice de ressources propres pour les établissements. La logique de marché, quasi-naturelle dans les pays anglo-saxons, demeure peu présente dans les choix des établissements français (hors écoles de management) mais gagnerait à être davantage prise en compte.

Les modalités d'organisation de ces formations sont diverses. Elles se traduisent :

- soit par l'accueil d'étudiants étrangers en France, dans les formations universitaires ou dans les écoles d'ingénieur ;
- soit par une forme de coopération universitaire privilégiant des formations sur place, parfois conçues pour permettre aux meilleurs étudiants d'être ensuite accueillis sur le territoire national :
 - dans le cadre d'une ouverture de structures françaises à l'étranger,
 - au sein de programmes français inscrits dans un cursus à l'étranger,

- assez souvent dans le cadre de partenariats avec des universités étrangères (modèle que certaines grandes écoles et universités ont développé en Chine en particulier).

Le nombre d'étudiants de nationalité étrangère inscrits dans l'ensemble des formations d'ingénieurs a globalement doublé

Le nombre d'étudiants de nationalité étrangère inscrits dans les formations d'ingénieurs a globalement doublé en dix ans et a augmenté de façon particulièrement significative ces dernières années dans les formations d'ingénieurs universitaires. En 2015⁴³, dans l'ensemble de l'enseignement supérieur français, 24 % des étudiants étrangers venaient du Maghreb, 20 % des pays d'Afrique subsaharienne et 9 % de Chine. Les étudiants maghrébins s'orientent en outre plus souvent dans les formations d'ingénieurs, universitaires ou non, que l'ensemble des étudiants étrangers (10 % contre 6 %). Concernant les écoles d'ingénieurs, ceci est particulièrement vrai pour les étudiants marocains qui choisissent pour 16 % d'entre eux d'y poursuivre leur scolarité et, dans une moindre mesure et avec des effectifs globaux plus faibles, pour les étudiants tunisiens avec 9 %. Il en est de même pour les étudiants chinois dont 11 % sont inscrits en formation d'ingénieurs.

La mobilité entrante est généralement individuelle, celle se déroulant dans le cadre de programmes d'échange étant estimée autour de 20 % des étudiants étrangers. Elle est majoritairement « diplômante » mais également dite de « crédits », c'est-à-dire constituée de parcours de formation ne conduisant pas à un diplôme français mais valorisé pour l'obtention d'un diplôme dans l'établissement d'origine de l'étudiant étranger, ou encore, parfois mais plus rarement, inscrite dans le cadre de stages.

Il est intéressant de noter qu'une enquête de Campus France⁴⁴ conduite en 2010 a montré que 40 % des étudiants ayant finalement choisi la France ont initialement hésité entre plusieurs pays. Il est donc impératif de veiller à améliorer les conditions de l'attractivité des formations françaises, y compris sur le plan des formalités administratives et des aspects purement logistiques. Des efforts doivent par ailleurs porter sur une diversification des origines géographiques des étudiants accueillis.

La projection à l'étranger d'établissements ou de programmes français

L'internationalisation de l'offre éducative française dans le domaine des sciences et des technologies s'est aussi traduite par l'implantation de structures ou de programmes d'enseignements à l'étranger, très généralement à la faveur d'initiatives individuelles des établissements et dont Campus France a élaboré une cartographie. Centrale Pékin (cf. annexe 3 / 3.3), l'Institut d'ingénierie sino-européen associé à l'INP Toulouse à Tianjin, l'Institut franco-chinois d'ingénierie et de management associé au CNAM à Wuhan, l'université des sciences et des technologies d'Hanoï proposant une formation d'ingénieurs d'excellence au Vietnam (PFIEV) fondée sur l'expertise française, représentent la diversité des stratégies en la matière.

⁴³ Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche, MENESR, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance.

⁴⁴ Créé par la loi du 27 juillet 2010, Campus France est un établissement public industriel et commercial chargé de la promotion de l'enseignement supérieur, de l'accueil et de la gestion de la mobilité internationale des étudiants et des chercheurs. Résultant de la fusion de l'ancien groupement d'intérêt public éponyme et de l'association Egide qui avait pour vocation l'accueil et l'accompagnement des mêmes étudiants et chercheurs, Campus France a repris ensuite les activités internationales du Centre national des œuvres universitaires et scolaires (CNOUS).

Campus France est chargé de la promotion de l'enseignement supérieur français à l'international. Un site web trilingue (français, anglais, espagnol) associé à une soixantaine de sites web locaux dans une trentaine de langues, présente les formations (par niveaux et par domaines) et les établissements dans leur diversité (universités, grandes écoles, communautés d'établissements). Il mériterait d'être complété dans certains domaines de formation (agronomie en particulier) ou pour certains cursus nouveaux (cursus master en ingénierie⁴⁵ par exemple). Le réseau des espaces Campus France est par ailleurs chargé de coordonner les réponses à apporter aux étudiants étrangers intéressés par l'offre de formation française, de la recherche d'information jusqu'à la préinscription universitaire. Campus France dispose de 155 espaces et de 78 antennes implantés dans 119 pays.

La question de la coordination entre les initiatives des établissements et la stratégie nationale ne semble pas avoir été traitée. L'autorité nationale gagnerait certainement à définir des zones géographiques prioritaires et à y orienter les actions des universités et des grandes écoles.

La reconnaissance du titre d'ingénieur à l'étranger

L'harmonisation européenne de l'enseignement supérieur a incité les écoles d'ingénieurs à s'ouvrir à l'international, du moins celles qui ne l'avaient pas déjà fait de leur propre initiative. Le diplôme d'ingénieur est aujourd'hui reconnu au niveau d'un *master of engineering* aux États-Unis par l'*American association of collegiate registrars and admission officers* (AACRAO) et est inscrit dans la base de données du catalogue EDGE (*Electronic database for global education*)⁴⁶. Par ailleurs en ce qui concerne les formations d'ingénieurs, le label EUR-ACE⁴⁷ (*Accreditation of european engineering programs*) est délivré depuis 2007 par la commission des titres d'ingénieurs (CTI) suite à son accréditation par ENAEE⁴⁸ (*European network for accreditation of engineering education*). Ce label facilite la mobilité des étudiants, en particulier dans l'espace européen et plus de 400 formations françaises l'ont obtenu. Cette reconnaissance internationale des diplômes français est évidemment essentielle dans la perspective d'un accueil large d'étudiants étrangers.

Une demande forte de certains pays

L'intérêt pour les formations françaises est fort à tous les niveaux de diplôme : la Malaisie a ainsi fait connaître son intérêt pour les enseignements dispensés en IUT (cf. annexe 3 / 3.4), le Vietnam également ; au Pakistan où Campus France a récemment présenté l'offre française d'enseignement supérieur, la demande de formation d'ingénieurs est en forte progression ; par ailleurs l'université des sciences et des technologies de Hanoï (USTH) souhaite former en France 400 doctorants sur dix ans.

Dans la majorité des cas, la réponse aux attentes des établissements étrangers n'est possible que si les enseignements se déroulent en langue anglaise, ce qui était interdit jusqu'à la loi n° 2013-660 du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche qui rappelle dans son article 2 que « *la langue de l'enseignement, des examens et concours, ainsi que des thèses et mémoires dans les établissements publics et privés d'enseignement est le français* » mais introduit des exceptions en

⁴⁵ Voir 3.1.3.3.

⁴⁶ <http://edge.aacrao.org>

⁴⁷ www.cti-commission.fr/le-label-eur-ace-le-contexte

⁴⁸ www.enaee.eu

particulier « lorsque les enseignements sont dispensés dans le cadre d'un accord avec une institution étrangère ou internationale (...) ». Aujourd'hui, le catalogue Campus France présente près de 1 200 formations enseignées en anglais, les écoles d'ingénieurs proposent un large éventail de cursus en anglais et l'université Paris Saclay offre plus de 40 mentions de master en anglais.

Proposition :

- traiter la question de la coordination entre les initiatives des établissements et la stratégie nationale en définissant des zones géographiques prioritaires et en orientant les actions des universités et des grandes écoles au travers d'appels d'offres nationaux.

4. Mieux exploiter les viviers

Comme nous l'avons vu *supra*, si la France veut conserver à long terme sa place de nation innovante, il est indispensable de susciter des vocations scientifiques et technologiques en plus grand nombre.

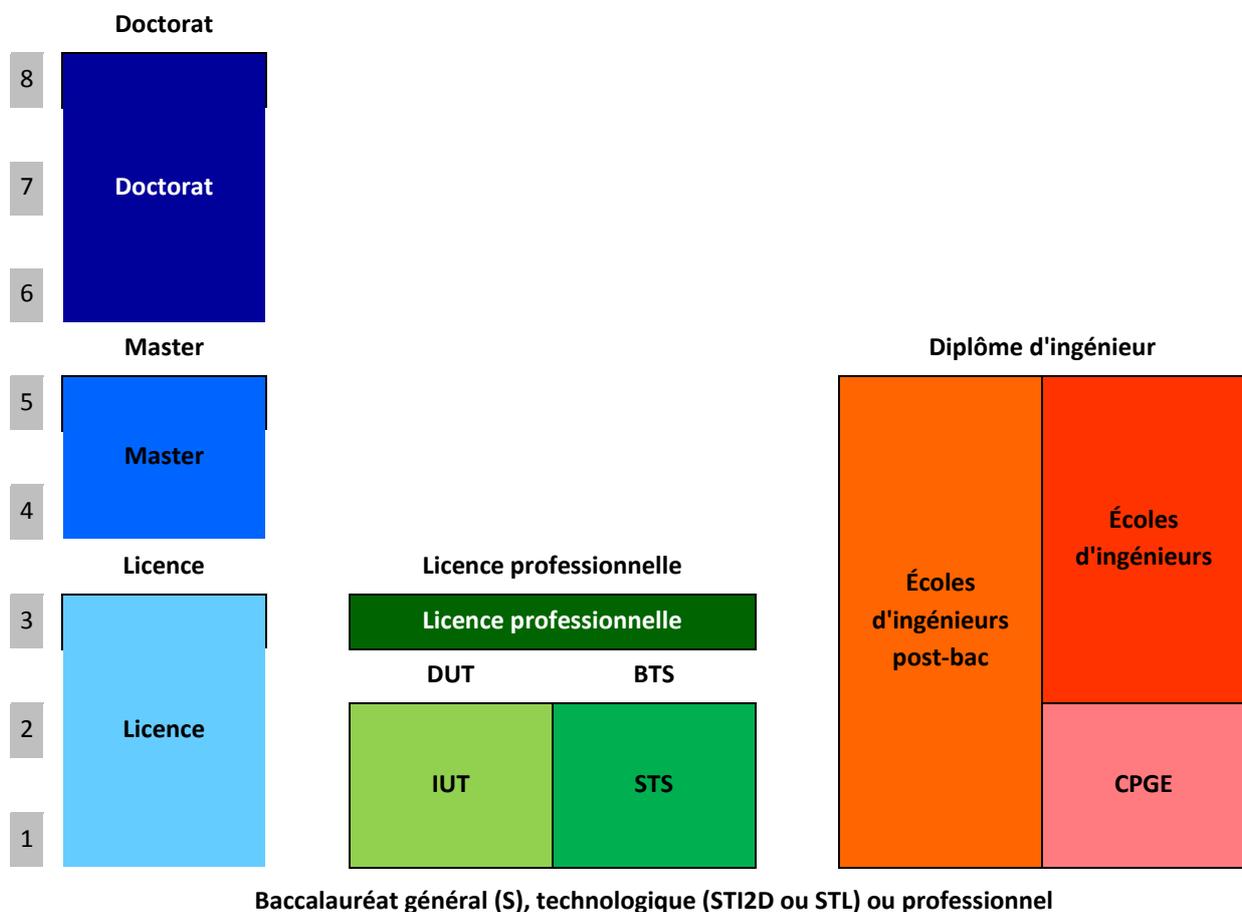
Plusieurs pistes gagneraient à être poursuivies :

- certes le baccalauréat professionnel est à vocation professionnalisante immédiate et les baccalauréats technologiques, à l'exception de STI2D, conduisent de fait pour la plupart vers des formations supérieures courtes. Cependant, cela ne doit pas empêcher certains élèves de découvrir qu'ils ont l'envie d'aller plus loin et disposent des compétences pour y parvenir. Il faut dans ce cas les accompagner dans cette démarche ;
- comme la plupart des bacheliers S continuent dans l'enseignement supérieur, générer une image positive des formations d'avenir permettrait d'y entraîner une partie de ceux qui s'orientent aujourd'hui dans d'autres filières de formation à débouchés plus faibles ; des actions de sensibilisation pourraient être développées spécifiquement pour les collégiens et lycéens que leur milieu familial, social et culturel ne conduit pas à se projeter naturellement dans l'enseignement supérieur ;
- alors que les taux de réussite des filles aux baccalauréats sont supérieurs à ceux des garçons, elles s'orientent peu vers certains cursus scientifiques et technologiques, considérés comme masculins. Les stéréotypes sous-jacents et les phénomènes d'autocensure doivent être corrigés ;
- les diverses formes d'alternance peuvent constituer une démarche pédagogique adaptée à certains publics qui préfèrent une approche inductive et concrète à la démarche déductive généralement utilisée dans l'enseignement et, en particulier dans le cas de l'alternance sous statut salarié, permettre de financer ses études ;
- enfin, la question de l'engagement plus large et de l'insertion professionnelle des docteurs dans les filières et métiers STEM est essentielle. En complément des viviers précédents qui pourraient mieux alimenter l'enseignement supérieur et les entreprises, les docteurs pourraient certainement être recrutés en plus grand nombre par l'industrie et les services. En tout état de cause, les organisations patronales elles-mêmes cherchent à convaincre leurs adhérents de l'intérêt à les recruter, compte tenu de leur capacité à s'engager dans des démarches d'innovation.

4.1. Les bacheliers technologiques ou professionnels et la poursuite d'études

Il existe trois types de baccalauréat correspondant aux trois voies des études au lycée, général, technologique et professionnel. Au sein du baccalauréat général, on trouve les séries économique et social (ES), littéraire (L) et scientifique (S). Au sein du baccalauréat technologique existent huit séries : sciences et technologies du management et de la gestion (STMG), sciences et technologies du design et des arts appliqués (STD2A), sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D), sciences et technologies de laboratoire (STL), sciences et technologies de la santé et du social (ST2S), sciences et technologies de l'agronomie et du vivant (STAV), musique et danse, hôtellerie. Enfin, le baccalauréat professionnel comporte près de 80 spécialités.

Graphique 5 : L'enseignement supérieur scientifique et technique



La série S du baccalauréat général, les séries STI2D et STL du baccalauréat technologique et certaines spécialités du baccalauréat professionnel peuvent conduire à des formations scientifiques et technologiques dans l'enseignement supérieur.

En effet, bien que les baccalauréats professionnels aient été conçus pour conduire à une employabilité immédiate, certains élèves découvrent, pendant la formation correspondante, qu'ils ont l'envie et les capacités de continuer leurs études. Le contexte général – européen – de promotion institutionnelle et la conviction des familles de l'importance de la poursuite d'études dans la perspective d'une insertion professionnelle de qualité les y incitent d'ailleurs.

Bien évidemment des passerelles existent entre les filières, y compris après un DUT, un BTS ou une licence professionnelle, bien que ces diplômes aient été créés aussi pour permettre une intégration directe dans le monde du travail :

- certaines écoles d'ingénieurs recrutent des titulaires d'un DUT ou d'un BTS ;
- une CPGE particulière dite « adaptation technicien supérieur » (ATS) permet aux titulaires d'un DUT ou d'un BTS de préparer en un an les concours d'accès à certaines écoles d'ingénieurs ;
- les titulaires d'un DUT ou d'un BTS peuvent être admis en licence « classique » ;
- après une CPGE, il est possible de s'inscrire en troisième année de licence ou de candidater pour un accès en troisième année des écoles d'ingénieurs post-bac ;
- les titulaires d'une licence peuvent concourir pour un accès en troisième année des écoles d'ingénieurs post-bac ou en première année des écoles post-CPGE ;
- de nombreuses écoles d'ingénieurs recrutent des « master 1 » en quatrième année pour les écoles post-bac ou en deuxième année pour les post-CPGE ;
- enfin, les diplômés des écoles d'ingénieurs qui souhaitent compléter leur formation peuvent demander à poursuivre en doctorat.

Il est cependant surprenant – si l'on tente l'expérience commune que ferait un utilisateur d'internet – qu'une recherche « ONISEP⁴⁹ passerelle » ne produise que des résultats concernant les possibilités de réorientation au lycée et que le premier résultat d'une recherche « passerelle enseignement supérieur », outre des sites belges, soit un article « rebondir en cas de décrochage ou d'échec scolaire »... De même, une recherche du mot « passerelle » sur le site www.enseignementsup-recherche.gouv.fr génère dix-huit items dont aucun ne correspond à la question.

Les bacheliers technologiques et professionnels poursuivant leurs études réussissent rarement sans un accompagnement spécifique. En effet, malgré les plans ministériels et les injonctions fortes faites aux opérateurs, les perspectives de réussite en licence par exemple, demeurent fortement corrélées au type de baccalauréat détenu : si pratiquement la moitié des bacheliers généraux obtiennent leur licence au bout de trois ou quatre ans (47,7 % exactement pour l'ensemble des bacheliers généraux et 50,2 % pour les bacheliers scientifiques), les bacheliers technologiques ne sont que 15,3 % dans ce cas et les bacheliers professionnels 5 % seulement (cf. annexe 3 / 3.5). De plus, 50 % des étudiants titulaires de baccalauréats technologiques et 60 % de ceux titulaires de baccalauréats professionnels ne se réinscrivent pas à l'université à l'issue de la première année. Ces abandons peuvent résulter d'une préparation insuffisante dans le secondaire mais aussi du fait que ces étudiants ont plus de difficultés à comprendre les attentes nouvelles qui leur incombent même si des efforts ont été faits pour développer le tutorat.

⁴⁹ Office national d'information sur les enseignements et les professions.

Notons que la question de l'accompagnement des étudiants qui le nécessitent et des possibilités d'acquisition différenciée des connaissances pourrait aussi être adressée, à un autre niveau, aux grandes écoles qui recrutent des titulaires d'un DUT ou d'un BTS ou des élèves issus des classes préparatoires ATS : peut-on demander à ces étudiants de disposer des mêmes prérequis en mathématiques et en physique que leurs camarades des classes préparatoires « classiques » ? Inversement, ne disposent-ils pas de connaissances supérieures à la moyenne en technologies et en sciences expérimentales qui font aussi partie des savoirs indispensables aux ingénieurs ?

Remarquons enfin que plusieurs branches professionnelles s'inquiètent – et l'ont fait savoir à la mission – des distorsions du profil des techniciens qui auraient un goût moins prononcé pour la technologie que par le passé.

Propositions :

- rendre plus accessible l'information concernant les passerelles existant entre les filières de l'enseignement supérieur ;
- en complément des procédures d'orientation active développées en amont, continuer à inciter les universités, lors du dialogue contractuel, à s'investir davantage dans le suivi des étudiants, et, en particulier, des étudiants en difficulté ;
- inciter les grandes écoles à développer des possibilités d'acquisition différenciée des compétences et connaissances associées, en particulier pour les étudiants issus des filières technologiques ;
- faire participer des représentants des entreprises et des branches professionnelles aux jurys de recrutement des filières technologiques du supérieur.

4.2. Le bac S et l'enseignement supérieur scientifique et technologique

Le baccalauréat S, on l'a vu, n'est pas toujours choisi par goût pour les sciences et les technologies mais aussi parce qu'il ouvre toutes les filières du supérieur. Le bac S, ainsi que chacun en convient aujourd'hui, n'est plus un bac scientifique mais un bac général qui s'impose aux élèves plus qu'il n'est choisi, « généralement parce qu'il préserve l'ensemble des possibilités et notamment les chances d'accès aux filières plus prestigieuses ». Le phénomène de hiérarchisation qui existe entre les voies générale, technologique et professionnelle, se poursuit donc au sein de la voie générale, la répartition des élèves entre les séries de cette voie n'étant pas toujours liée à un projet de formation.

Cette analyse est corroborée par l'étude de la répartition 2014 des nouveaux bacheliers S selon leurs filières d'inscription à l'université. En effet, au moins 20 % des bacheliers S inscrits dans une filière universitaire le sont dans un domaine qui n'a que peu à voir avec les sciences (cf. annexe 3 / 3.6).

La situation est similaire dans les CPGE puisque 42,5 % des entrants en première année de la filière économique et commerciale sont des bacheliers S et que ce pourcentage est de 23,0 % pour la filière littéraire. Globalement, près de 20 % des bacheliers S inscrits en CPGE ne sont pas en filière scientifique (cf. annexe 3 / 3.7).

Les bacheliers S poursuivent massivement dans l'enseignement supérieur. Du fait des inscriptions cumulatives, en particulier entre les CPGE et les premiers cycles universitaires, leur taux de poursuite d'étude est supérieur à 100 %. Cependant, certains domaines de formation sont à débouchés professionnels moins garantis que celui des sciences et des technologies. Il pourrait donc être pertinent d'inciter les jeunes à s'engager davantage dans les STEM. À cet égard, il conviendrait, d'une part, d'afficher les paramètres d'employabilité pour chaque diplôme de l'enseignement supérieur et, d'autre part, beaucoup plus en amont, d'organiser des opérations visant à compenser le manque d'attractivité des études correspondantes.

En effet, comme cela a été indiqué *supra*, il s'agit bien d'un manque d'attractivité des filières de formation et non d'une désaffection globale pour la science et la technologie. En outre, bien que l'influence des exemples de nocivité potentielle de la science (Tchernobyl en août 1986, AZF en septembre 2001, crise de la vache folle à la fin des années 90) soit parfois citée, l'étude des effectifs d'étudiants en classes préparatoires scientifiques ou du poids des formations scientifiques hors santé ne montre pas d'inflexion particulière après l'explosion de AZF⁵⁰ (cf. annexe 3 / 3.8).

Les actions de communication visant à compenser ce manque d'attractivité des filières scientifiques et technologiques, actuellement organisées majoritairement à la fin du secondaire, doivent être amplifiées et coordonnées tout au long du secondaire et plus particulièrement au collège. En effet, « de nombreuses recherches empiriques réalisées en France et dans les pays de l'OCDE⁵¹ attribuent à l'attitude des élèves envers les sciences en fin d'enseignement primaire et en début de secondaire un rôle déterminant dans le choix des études scientifiques qui se feront en fin d'études secondaires. [...] Les élèves qui, à l'âge de 14 ans, pensaient effectuer une carrière en science ont [...] plus de chances par la suite d'avoir effectivement un diplôme en science physique ou ingénierie. [...] Les aspirations de carrière et l'intérêt envers les sciences sont largement formés à l'âge de 13 ans ».

L'attractivité des sciences dans le secondaire détermine donc souvent la poursuite d'études scientifiques et technologiques dans le supérieur. Or, les méthodes pédagogiques traditionnelles doivent dans ce cadre laisser en partie la place à des projets de groupe « incluant des expérimentations, le choix de méthodes, la recherche de solutions, les échanges sur la problématique et les solutions possibles ». Des partenariats du type « la main à la pâteⁱ »,⁵² « sciences à l'écoleⁱⁱ » ou « science factorⁱⁱⁱ » avec des centres de recherche et des entreprises sont alors indispensables⁵³. En outre, la participation des élèves aux différents concours scientifiques^{iv} peut constituer un facteur de motivation.

⁵⁰ Peu de données sont accessibles pour mesurer les effets de la catastrophe de Tchernobyl sur les inscriptions dans les filières scientifiques et les conséquences de la crise de la vache folle sont difficiles à appréhender puisqu'elle s'est étendue sur une dizaine d'années.

⁵¹ Organisation de coopération et de développement économiques.

⁵² Les chiffres romains indiquent des notes de fin de document. Ces dernières figurent après les annexes.

⁵³ Cf. 3.1.

Par ailleurs, si la perception que les jeunes ont d'un métier est un des éléments qui orientent leur choix, leur image des professions scientifiques et technologiques est souvent incorrecte. Il importe donc de corriger ce déficit d'information et de montrer mieux la richesse des métiers possibles. Ainsi, par exemple, le Conseil wallon de la politique scientifique⁵⁴ préconise-t-il une information auprès des parents pour qu'ils puissent guider leurs enfants et indique « *les conseillers d'orientation peuvent eux aussi avoir une information incomplète sur les métiers et ne peuvent donc conseiller judicieusement les élèves* ». Les autres actions citées consistent à faire connaître les métiers grâce aux produits qu'ils contribuent à créer et à renforcer l'aspect métier dans les salons consacrés à l'enseignement supérieur que de nombreux jeunes visitent en fin de secondaire.

Propositions :

- indiquer sur les documents de communication et sur le site web de chaque formation diplômante supérieure, le taux net d'emploi⁵⁵ à six mois dans la filière et au niveau du diplôme, ainsi que la durée moyenne de recherche des emplois correspondants ;
- organiser des témoignages de jeunes professionnels, en primaire, pour familiariser les enfants avec les métiers, dans le 1^{er} cycle du secondaire pour informer les jeunes avant qu'ils ne choisissent leurs options et en fin de secondaire lors du choix des études supérieures. Engager les enseignants (professeurs de mathématiques, notamment) à y participer massivement ;
- inviter les centres de recherche et les entreprises à proposer aux enseignants des projets de groupe incluant des expérimentations, le choix de méthodes, la recherche de solutions, les échanges sur la problématique et les solutions possibles ;
- encourager la participation des élèves aux différents concours scientifiques, facteur de motivation à la poursuite d'études dans le domaine scientifique et technologique ;
- inciter les branches professionnelles à participer aux salons consacrés à l'enseignement supérieur et à y présenter les produits innovants qu'elles développent ;
- inviter personnellement les conseillers d'orientation à visiter ces salons et y organiser spécifiquement pour eux des rencontres avec de jeunes professionnels.

4.3. L'ouverture sociale et les nouveaux flux de diplômés

L'ambition scolaire ou professionnelle des enfants issus de familles non favorisées, socialement ou géographiquement, ou scolarisés dans des établissements relevant de l'éducation prioritaire s'étiolent souvent, faute d'un capital social et culturel approprié, d'une vision globale des enjeux de notre société et d'un accompagnement solide dans la complexité des choix nécessaires à une orientation à la mesure de leurs capacités. Ils se limitent donc et privilégient une entrée précoce sur le marché de l'emploi alors que certains pourraient poursuivre leurs études jusqu'aux plus hauts diplômes de l'enseignement supérieur.

⁵⁴ *Attractivité des études et métiers scientifiques et techniques*, Conseil wallon de la politique scientifique, 2013.

⁵⁵ Taux net d'emploi : pourcentage des diplômés en activité professionnelle ou en thèse CIFRE.

On rappellera qu'un enfant d'ouvrier ou d'employé a ainsi deux fois moins de chances qu'un enfant de cadre d'obtenir un baccalauréat général et ce phénomène de « distillation fractionnée » se poursuit tout au long de l'enseignement supérieur puisque 30 % des étudiants ont des parents cadres supérieurs ou exerçant une profession libérale tandis que 11 % sont enfants d'ouvriers. Certes, ce constat global est très contrasté selon le type de formation et les enfants de cadres représentent une part très forte des étudiants des classes préparatoires ou des grandes écoles (50 %). Cependant, les perspectives de réussite en licence, déjà fortement corrélées aux types de baccalauréat, le sont tout autant aux origines sociales : les étudiants défavorisés réussissent beaucoup moins bien en trois ans que les étudiants favorisés (20,3 % contre 30,4 %) mais, qui plus est, l'écart s'accroît lors de la quatrième année (30,8 % contre 43,5 %). Ils ont donc besoin d'un accompagnement personnalisé pendant les premières années de l'enseignement supérieur (cf. annexe 3 / 3.9).

La poursuite d'études longues à l'université est plus le fait de jeunes dont les parents sont cadres supérieurs, enseignants ou exerçant une profession libérale et leur part passe de 28 % en cursus licence à 34 % en cursus doctorat alors que celle des enfants d'ouvriers passe de 13 % à 5 %. Les entreprises sont en conséquence privées, en particulier dans le domaine des sciences et des technologies, des talents qui tardent à s'épanouir en raison des blocages sociaux ou de l'absence d'environnement économiquement fort ou culturellement porteur.

Par ailleurs, « *les recherches sur les élèves du niveau du secondaire ont montré que ce sont les relations interpersonnelles, les "significant others" de la vie privée et de l'école (parents, famille, pairs et, dans une moindre mesure, enseignants) qui exercent la plus grande influence dans le processus d'orientation*⁵⁶ ». Les conseillers d'orientation sont « *spontanément consultés par les élèves pour obtenir des informations sur les choix possibles en matière d'orientation* » mais « *sont souvent jugés peu au courant de l'intégralité des cursus existants et des débouchés sur le marché de l'emploi* » et internet « *offre un fort potentiel d'informations mais il est difficile, sauf aux plus initiés, de s'y retrouver lorsque les projets sont flous*⁵⁷ ». Les lycéens des milieux non favorisés dont la famille et les pairs ne connaissent généralement pas les filières de l'enseignement supérieur souffrent donc d'un déficit important d'information.

Les dispositifs d'accompagnement externes du type « cordées de la réussite », « résidence pour la réussite » ou « passeport Avenir » ont toute leur place pour simultanément motiver ces lycéens et les aider à s'orienter.

⁵⁶ Bonnard, Claire, Giret, Jean-François, *Quelle attractivité pour les études scientifiques dans une société de la connaissance*, L'Harmattan, 2014.

⁵⁷ APEC, *Le choix des études supérieures et le regard des jeunes diplômés sur leur cursus*, septembre 2010.

Encadré 6 : Cordées de la réussite, résidences pour la réussite, passeport Avenir

Les cordées de la réussite (eduscol.education.fr/cid76305/cordees-de-la-reussite.html) visent à accroître l'ambition scolaire des collégiens et lycéens issus de milieux sociaux modestes en levant les obstacles psychologiques, sociaux et culturels qui peuvent les freiner pour les accompagner sur le chemin de leur propre réussite. Une cordée repose sur le partenariat entre une « tête de cordée » (université, grande école, lycée à classes préparatoires ou à sections de techniciens supérieurs) et des établissements dits « sources » (collèges et lycées). Dans ce cadre, des actions hebdomadaires de tutorat individuel ou collectif sont menées soit par un étudiant tuteur d'un lycéen ou par un lycéen tuteur d'un collégien. Des activités d'ouverture culturelle et sociale peuvent aussi être développées (visites de musées, sorties au théâtre ou à l'opéra, participation à des conférences).

Les 375 cordées actuelles sont en moyenne composées d'un établissement du supérieur et de cinq établissements sources et encadrent chacune 90 élèves. Les bénéficiaires des années précédentes se sont très majoritairement inscrits dans l'enseignement supérieur, 38 % en études longues (université, classes préparatoires...) et 35 % dans des filières courtes.

Depuis la rentrée 2013, l'accent est mis sur les actions à destination des lycéens professionnels, mais les établissements sources sont toujours principalement implantés dans les quartiers de la politique de la ville au détriment des zones rurales où un accompagnement personnalisé des jeunes est pourtant tout autant nécessaire.

Les résidences pour la réussite s'inscrivent dans la continuité des cordées en proposant un cadre propice aux études. Les candidats sont sélectionnés sur leur motivation, leur volonté de réussir, leur projet professionnel, leur curiosité, leurs capacités mais l'éloignement du domicile des parents est aussi pris en compte.

Si les hébergements proposés sont confortables et de qualité, les résidences de la réussite intègrent aussi une dimension pédagogique sous forme d'un tutorat assuré par des étudiants volontaires ou des jeunes en service civique : suivi personnalisé pour les démarches de rentrée et les soucis de la vie quotidienne, soutien individualisé dans l'organisation du travail, ateliers de méthodologie de prise de notes, groupes de travail pour échanger sur les pratiques, aide aux révisions, accompagnement culturel (spectacles, conférences, expositions...).

Passeport Avenir (www.passeport-avenir.com) est une association créée en 2005 dont l'objet est d'accompagner des jeunes issus de milieux défavorisés, depuis le lycée jusqu'à un diplôme de grande école ou d'université, par le biais d'un tutorat assuré par les cadres salariés des entreprises membres de l'association ou des bénévoles.

Passeport Avenir anime des programmes par niveau d'études répondant aux attentes exprimées par les lycéens et les étudiants : développer son ambition professionnelle et sa persévérance scolaire, accéder aux formations menant aux métiers du management et de l'ingénierie, se préparer pour un parcours professionnel audacieux, s'affirmer en tant que leader différent par son histoire et son engagement, etc. Chaque année, l'association accompagne 4 300 jeunes d'origines sociale, ethnique ou territoriale diverses et mobilise 1 450 collaborateurs des trente entreprises partenaires et plus de 200 écoles et universités.

Les enfants de milieux non favorisés s'orientant (ou étant orientés) plus que les autres vers les baccalauréats professionnels et technologiques et les bacheliers S, indépendamment des catégories socioprofessionnelles de leurs parents, ne s'inscrivant pas forcément en filière scientifique lorsqu'ils intègrent l'enseignement supérieur, certaines propositions précédentes peuvent être reprises ici.

Propositions :

- organiser des témoignages de jeunes professionnels, en primaire pour familiariser les enfants avec les métiers, dans le 1^{er} cycle du secondaire pour informer les jeunes avant qu'ils ne choisissent leurs options et en fin de secondaire lors du choix des études supérieures ;
- mettre en évidence les passerelles existant entre les filières de l'enseignement supérieur en les présentant comme des parcours valorisant pour les jeunes dont le projet professionnel tarde à éclore ;
- faire indiquer sur les documents de communication et sur le site web de chaque formation diplômante, le taux net d'emploi à six mois dans la filière et au niveau du diplôme, ainsi que la durée moyenne de recherche des emplois correspondants ;
- inviter personnellement les conseillers d'orientation à visiter les salons consacrés à l'enseignement supérieur et y organiser spécifiquement pour eux des rencontres avec de jeunes professionnels ;
- développer les dispositifs d'accompagnement du type des « cordées de la réussite » ou de « passeport avenir » et inciter tous les établissements d'enseignement supérieur à s'inscrire dans l'un de ces dispositifs. Développer des cordées dans les zones rurales et augmenter le nombre des collèges participants aux cordées ;
- maintenir un certain nombre d'établissements d'enseignement supérieur « de proximité » au moins en cursus STS, CPGE, DUT, licence, et développer les capacités d'internat correspondantes, afin de minimiser les coûts d'hébergement et de transport des étudiants dont les parents ne pourraient supporter cette charge.

4.4. Les jeunes filles et les filières scientifiques et technologiques

La part des filles a considérablement augmenté dans les classes de terminales scientifiques et technologiques entre 1994 et 2011 pour atteindre 40 % au total et 44,9 % en terminale S⁵⁸. De plus, les taux de réussite des filles aux différents baccalauréats sont, depuis plusieurs années, supérieurs à ceux des garçons (92,3 % contre 89,3 % au baccalauréat général, 91,6 % contre 89,8 % au baccalauréat technologique et 85,8 % contre 79 % au baccalauréat professionnel).

Pourtant, alors qu'elles représentent plus de 58 % de la population étudiante, les femmes sont minoritaires dans les formations à sélection explicite à l'entrée (42 % en CPGE et 39 % en IUT, toutes filières confondues) et surtout dans les filières scientifiques (29 % en CPGE scientifiques, 27 % en écoles d'ingénieurs⁵⁹). Le domaine « médecine, odontologie, pharmacie » est cependant une

⁵⁸ Sauf mention contraire, les données de cette partie sont tirées de *Filles et garçons sur le chemin de l'égalité de l'école à l'enseignement supérieur*, direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, 2013, et de *Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche*, MENESR, direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance.

⁵⁹ D'après un article de l'Usine nouvelle en date du 11 mars 2015, la présence de filles dans les écoles d'ingénieurs varie de 5 à 75 % des effectifs selon la spécialité de l'établissement : les écoles de chimie et d'agro-alimentaire sont celles qui accueillent le plus grand nombre, les écoles tournées vers le numérique ou la mécanique sont celles qui en ont le moins.

exception notable puisque les femmes y sont majoritaires (64 %). Dans les parcours de licence, alors qu'elles sont majoritaires en sciences de la nature et de la vie (62 %), les femmes sont minoritaires en sciences fondamentales et applications (38 %). Les études de l'OCDE montrent que ce phénomène est international : « *les femmes sont moins de 30 % parmi les diplômés à l'issue d'une formation en rapport avec l'ingénierie, la production et la construction*⁶⁰ ».

Comme l'avait déjà souligné Marie Duru-Bellat⁶¹ en 1993, un manque de confiance dans leurs propres capacités conduit les filles à une autocensure vis-à-vis des formations scientifiques, considérées comme filières d'excellence. Ainsi seulement 64 % des filles qui se jugent très bonnes en mathématiques en fin de collège s'orientent vers un baccalauréat S. À jugement identique, 78 % des garçons intègrent cette série. L'OCDE conclut aussi que ce phénomène d'autocensure des filles est général : « *les filles ont moins confiance que les garçons en leurs capacités à résoudre des problèmes de mathématiques ou de sciences. [...] (Elles) nourrissent en général des aspirations plus élevées que les garçons à l'égard de leur carrière ; toutefois, en moyenne, dans les pays de l'OCDE, moins de 5 % des filles envisagent d'exercer une profession dans les domaines de l'ingénierie et de l'informatique* ».

Le Conseil wallon sur la politique scientifique déjà cité, dont les propositions ont semblé particulièrement intéressantes à la mission, rejoint ces conclusions, « *La persistance de stéréotypes sexués, tant dans la société que dans certains secteurs, confère aux études et métiers scientifiques et techniques une image très masculine qui dissuade les filles de s'y engager* ». Il indique : « *Agir sur ces aspects est particulièrement complexe car des actions doivent être mises en œuvre tout au long de leur scolarité et de nombreux acteurs doivent être sensibilisés : les jeunes filles, mais également leurs parents, les enseignants, les secteurs professionnels, les médias...* »

Le rôle des parents et des enseignants est confirmé par l'enquête OCDE : « *les parents (...) sont plus susceptibles d'attendre de leurs fils, plutôt que de leurs filles, qu'ils exercent une profession dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques – même lorsque leurs fils et filles de 15 ans font jeu égal en mathématiques. Les enseignants peuvent également jouer un rôle en prenant davantage conscience des préjugés qu'ils ont eux-mêmes vis-à-vis des garçons et des filles, et qui sont susceptibles d'influer sur la manière dont ils les notent* ».

En France, des textes visant à l'égalité entre filles et garçons à l'école existent pourtant depuis plus de 30 ans. Ils préconisent « *de faire prendre conscience aux élèves et à leurs parents, aux étudiants et à l'ensemble de la communauté éducative, des enjeux de l'orientation en termes d'insertion professionnelle, et de les mettre en garde contre les stéréotypes attachés aux rôles sociaux féminins et masculins qui déterminent les choix d'orientation*⁶² » et indique que « *la manière d'interroger, de donner la parole, de noter, de sanctionner et évidemment d'orienter, révèlent des représentations profondément ancrées sur les compétences supposées des unes et des autres*⁶³ ».

⁶⁰ Regards sur l'éducation, OCDE, 2011.

⁶¹ Marie Duru-Bellat, *Les processus d'auto-sélection des filles en première S, l'orientation scolaire et professionnelle*, 1993.

⁶² *Convention pour la promotion de l'égalité des chances entre les filles et les garçons, les femmes et les hommes dans le système éducatif* du 25 février 2000.

⁶³ *Convention interministérielle pour l'égalité entre les filles et les garçons, les femmes et les hommes dans le système éducatif 2013-2018* du 7 février 2013.

Mais modifier les stéréotypes et les préjugés de genre enracinés dans l'inconscient collectif exige une cohérence des efforts sur le long terme : l'évolution des représentations mentales communément acquises demande en effet de l'ordre d'une génération.

D'autres actions ont montré leur efficacité et doivent être développées : journées portes ouvertes réservées aux filles dans les établissements d'enseignement supérieur et de recherche, rencontres avec des femmes scientifiques ou ingénieures en particulier lors des forums des métiers organisés par les lycées, mise en évidence de l'utilité sociale de certaines professions scientifiques et techniques à l'aide d'exemples concrets.

De nombreuses associations de femmes scientifiques participent à ces différentes formes de rencontres avec les collégiennes et les lycéennes. Sans vouloir être exhaustif, on peut citer « femmes ingénieurs » (www.femmes-ingenieurs.org), « femmes et mathématiques » (www.femmes-et-maths.fr), « femmes et sciences » (www.femmesetsciences.fr), l'association « Elles bougent » ou encore la journée SIF (« sciences de l'ingénieur au féminin » organisée par l'UPSTI⁶⁴)... Sous l'impulsion de la MIPADI⁶⁵ certaines ont créé le site « elles-en-sciences.net » qui contient de nombreuses informations à destination des jeunes filles, des parents et des enseignants.

Cependant, pour que « l'effet modèle » ait un réel impact et pour que les jeunes filles puissent s'identifier aux techniciennes, ingénieures et scientifiques qu'elles rencontrent, il semblerait particulièrement efficace que ce soit des jeunes femmes qui viennent de débiter leur activité professionnelle, et qui doivent donc conjuguer leur vie en entreprise et leur vie privée, qui aillent dans les établissements scolaires. Pour en augmenter le nombre, il faudrait que cette activité, demeurant fondée sur le volontariat, soit comptabilisée, au moins pour partie, dans le temps de travail et soit considérée comme normale par les entreprises.

Il faut aussi éliminer les obstacles mis devant les filles qui souhaitent s'engager dans certaines filières d'études. Il existe en effet des inégalités flagrantes entre les filles et les garçons des classes préparatoires scientifiques pour l'accès aux internats des lycées : en Île-de-France⁶⁶ par exemple, sur les cinquante-six lycées publics correspondants, le site www.education.gouv.fr/annuaire/internat indique que dix-sept⁶⁷ disposent d'un internat au sein du lycée mais que onze seulement peuvent accueillir les jeunes filles. L'importance de l'hébergement pour la réussite des étudiants est pourtant confirmée par les meilleurs résultats aux concours des lycées qui disposent d'un internat ; certains établissements privés qui affichent 70 % d'intégration dans les grandes écoles de plus grande notoriété le rendant même obligatoire. La Haute autorité de lutte contre les discriminations et pour l'égalité (HALDE) qui s'était autosaisie du sujet en 2009 avait pourtant conclu qu'aucun des arguments avancés par les autorités concernées lors de l'enquête ne rendait légitime le fait de réserver les internats concernés exclusivement aux garçons et avait recommandé d'établir un plan d'action afin de mettre un terme à l'existence des internats non mixtes.

⁶⁴ Union des professeurs de sciences et techniques industrielles exerçant en CPGE.

⁶⁵ Mission pour la parité et la lutte contre les discriminations du MENESR.

⁶⁶ L'Île-de-France représente sensiblement 26 % des étudiants de l'ensemble du territoire national.

⁶⁷ Le lycée d'État Jean Zay (ex-Foyer des lycéennes) n'est en effet pas un lycée au sens classique du terme puisqu'il ne scolarise pas d'élèves dans la journée.

Il ne suffit pas cependant d'attirer les jeunes filles vers les formations scientifiques et technologiques et de leur donner la logistique nécessaire à leur réussite. Il faut ensuite leur permettre des carrières en rapport avec les compétences acquises. Si comme le montre une note du CEREQ⁶⁸, les jeunes femmes issues des filières scientifiques sont dès le début de leur carrière moins payées que les hommes, moins souvent en position d'encadrement, moins souvent sous statut cadre alors que la formation initiale suivie est la même, comment espérer qu'elles soient des ambassadrices convaincues auprès des générations suivantes ?

« Ces jeunes femmes subissent effectivement dès les premières années de vie active, une pénalité salariale par rapport aux hommes. Cette pénalité est associée à leur moindre accès à certains statuts, fonctions et domaines monétairement valorisés par le marché du travail. [...] De plus, leurs difficultés à intégrer les emplois les plus valorisés ne se résorbent pas avec le temps. Plus globalement, se dégage l'impression d'une difficulté persistante à intégrer le cœur des métiers du domaine professionnel auquel elles ont été pourtant préparées et, au sein de ce domaine, les positions les plus prestigieuses et rémunératrices ». En effet, « après sept ans d'activité, elles témoignent d'un désenchantement plus marqué que leurs homologues masculins ou que les femmes diplômées de filières plus féminisées ».

Propositions :

- poursuivre et amplifier les actions décrites dans les conventions successives pour l'égalité des chances entre les filles et les garçons, et en particulier vérifier que les formations à l'égalité et à la déconstruction des stéréotypes de genre figurent bien dans la partie obligatoire des enseignements dispensés dans les écoles supérieures du professorat et de l'éducation (ESPE) ;
- signaler aux entreprises l'intérêt qu'il y aurait à créer des décharges d'activité de service pour les jeunes salariées qui participent à des opérations de sensibilisation aux métiers scientifiques et techniques à destination des collégiennes et des lycéennes ;
- monter un plan d'action afin de mettre un terme à l'existence des internats non ouverts aux filles dans les lycées à classes préparatoires ;
- continuer à mettre en œuvre les mesures visant à résorber les inégalités de genre dans la vie professionnelle – et notamment salariales ou d'accès aux fonctions de direction – afin que, d'une part, les entreprises ne se privent pas de la moitié des compétences disponibles et, d'autre part, que les femmes puissent être des ambassadrices convaincues auprès des plus jeunes.

⁶⁸ Couppe, Thomas, Épiphanie, Dominique, *Les débuts de carrières des jeunes femmes diplômées des filières scientifiques*, CEREQ, mars 2016.

4.5. L'alternance, l'apprentissage et le contrat de professionnalisation

D'après une étude de l'APEC⁶⁹, près de 30 % des étudiants qui ne poursuivent pas en « master 2 » évoquent des raisons budgétaires. Bien que les différentes formes d'alternance soient fondées principalement sur la notion de partenariat pédagogique, elles répondent aussi à cette nécessité de financer ses études.

L'alternance peut désigner simplement un système de formation qui consiste à faire se succéder des périodes d'enseignement dans un établissement de formation et des périodes de mise en pratique en entreprise. Dans cette première acception du terme, les rôles de l'établissement de formation et de l'entreprise sont fondamentalement différents et un stage d'application en entreprise des compétences acquises dans l'établissement de formation relève de l'alternance.

Une autre définition, pédagogiquement plus riche, figure dans le *dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation* qui indique que « les formations par alternance sont des modes d'organisations de parcours éducatifs et formatifs qui articulent explicitement plusieurs lieux, plusieurs temps et plusieurs modalités d'apprentissages considérés comme proposant des contenus complémentaires... ». Cette conception fonde la « pédagogie de l'alternance » qui repose sur le partage d'un même projet pédagogique entre deux partenaires, l'établissement de formation et l'entreprise, chacun apportant à l'apprenant des compétences et les connaissances associées et non, comme certains le croient encore, uniquement des savoir-faire pour ce qui concerne l'entreprise.

Une formation en alternance peut s'effectuer sous statut scolaire⁷⁰ – elle est alors régie par une convention de stage relevant des articles L. 124-1 à L. 124-20 du code de l'éducation – ou sous statut salarié. Dans ce dernier cas, il peut s'agir d'un contrat d'apprentissage – relevant du livre II de la 6^{ème} partie du code du travail – ou d'un contrat de professionnalisation – relevant du livre III de cette même 6^{ème} partie.

Il existe donc trois façons de pratiquer l'alternance, dont deux sont régies par un « contrat d'alternance » et une seule par un « contrat d'apprentissage ». Cependant, le langage courant considère souvent que les expressions « alternance » et « apprentissage » sont interchangeables et s'appliquent aux deux cas relevant du code du travail.

L'alternance sous statut scolaire

Les modalités de l'alternance sous statut scolaire doivent être définies dans une convention de stage signée par l'établissement de formation, l'organisme d'accueil et l'alternant qui, étant, dans le cadre de ce rapport, étudiant d'un établissement d'enseignement supérieur, n'est pas salarié de l'organisme d'accueil, même s'il bénéficie de l'accès au restaurant d'entreprise ou aux titres-restaurants et de la prise en charge de la moitié d'un titre de transport. La convention doit indiquer les noms d'un « enseignant référent » au sein des équipes pédagogiques et d'un « tuteur » au sein de l'organisme d'accueil.

⁶⁹ APEC, *le choix des études supérieures et le regard des jeunes diplômés sur leur cursus*, septembre 2010.

⁷⁰ Le statut étudiant est un statut scolaire.

Toute entreprise ou association peut devenir signataire d'une convention de stage, la définition d'organisme d'accueil ne nécessitant aucune habilitation. Toutefois, l'organisme d'accueil est tenu d'attribuer « une gratification mensuelle » pour tout stage d'une durée supérieure à deux mois.

Par ailleurs, la durée de la période passée par un stagiaire au sein d'un même organisme d'accueil ne peut excéder six mois par année d'enseignement, la dérogation prévue au décret n° 2014-1420 du 27 novembre 2014 en particulier pour les « *formations préparant à un diplôme conférant le grade de master et qui permettent, dans le cadre d'une interruption volontaire et optionnelle du cursus, l'exercice d'activités en milieu professionnel destinées exclusivement à acquérir des compétences en cohérence avec les formations, d'une durée de plus de six mois* » étant maintenant caduque. La circulaire n° 2015-122 du 22 juillet 2015 du ministère en charge de l'enseignement supérieur et de la recherche précise les modalités d'exécution de la « période de césure » qui « *s'étend sur une durée maximale représentant une année universitaire pendant laquelle un étudiant, inscrit dans une formation d'enseignement supérieur, la suspend temporairement dans le but d'acquérir une expérience personnelle, soit de façon autonome, soit au sein d'un organisme d'accueil en France ou à l'étranger. Elle est effectuée sur la base d'un strict volontariat de l'étudiant qui s'y engage et ne peut être rendue nécessaire pour l'obtention du diplôme préparé avant et après cette suspension* ». Ce texte indique que l'alternant reste inscrit dans son établissement d'origine, continue à bénéficier du statut d'étudiant et peut effectuer sa césure soit sous le statut « de personnel rémunéré par l'organisme d'accueil », les tâches qui lui sont confiées relevant alors « exclusivement du contrat entre l'étudiant et l'organisme qui l'emploie », soit sous celui de stagiaire (y compris pour des césures de deux semestres universitaires « à cheval » sur deux années académiques). Cependant cette dernière possibilité semble mal comprise par certains établissements qui croient impossible une césure longue sous la supervision d'un enseignant référent ou qui souhaiteraient qu'elle puisse concerner une année académique complète, ce qui est effectivement interdit.

L'alternance sous statut salarié

Dans certains pays comme l'Allemagne ou la Suisse, cette forme d'alternance joue un rôle clé pour insérer les jeunes dans l'emploi^v, en particulier ceux qui sont peu ou pas diplômés. Ce n'est pas le cas en France puisque les enquêtes de la DARES indiquent, en 2014, 265 000 nouveaux contrats d'apprentissage, soit 3 % de moins qu'en 2013, et, en 2013, 141 000 nouveaux contrats de professionnalisation, soit une baisse de près de 10 % par rapport à 2012. Ces baisses concernent les fonctions des niveaux V (ouvrier) et IV (agent de maîtrise) alors que la tendance est à la hausse dans les niveaux supérieurs.

Les deux formes de contrat d'alternance diffèrent sur un très grand nombre de points comme le montre l'encadré figurant en annexe 3 / 3.10.

Notons, en particulier, que les règles de rémunération des contrats d'apprentissage et des contrats de professionnalisation sont tellement compliquées, alors que certaines formations peuvent relever simultanément des deux formes de contrat d'alternance, que des sites web spécifiques se sont créés, permettant aux alternants et aux employeurs de faire des simulations en fonction du type de contrat, éventuellement de sa durée, du niveau de formation, de l'âge de l'alternant, du caractère privé ou public de l'entreprise...

Le fait que la durée du CDD ou de la période d'apprentissage du CDI doivent correspondre à celle de la formation signifie que la période d'apprentissage d'une formation d'ingénieurs couvre la totalité

du cycle pour les écoles en trois ans et les trois dernières années pour les formations en cinq ans. Pourtant, il peut être utile de donner aux candidats issus par exemple des classes préparatoires, une formation académique de base au domaine avant qu'ils puissent bénéficier des apports de l'entreprise qui les accueillera comme apprenti. Dans ce cas de figure une durée d'apprentissage de trois ans semble impossible. La commission des titres d'ingénieur (CTI) indique cependant dans le document « références et orientations » que « *certains élèves peuvent intégrer en deuxième année, sous contrat de travail en apprentissage de deux ans, une formation en apprentissage construite sur trois ans (...) au même titre que les écoles accueillent des admis sur titre en deuxième année du cycle ingénieur sous statut étudiant* ». Certaines écoles regrettent néanmoins cet état de fait et certaines entreprises indiquent qu'elles seraient prêtes à signer d'avantage de contrats d'apprentissage s'ils étaient plus courts.

Par ailleurs, le Conseil d'analyse économique indique que « *le circuit de la formation professionnelle en alternance est très complexe. De nombreux acteurs y interviennent. Ces intervenants, dont les actions sont mal coordonnées, n'ont pas tous des incitations à développer l'apprentissage, surtout pour les jeunes peu ou pas diplômés⁷¹* » et que « *l'apprentissage peine encore à être perçu par les enseignants, les acteurs de l'orientation et les familles comme une solution positive d'orientation* ».

Propositions :

- étudier les modifications simples du code du travail qui permettraient d'harmoniser certaines modalités des deux formes d'alternance sous statut salarié ;
- remplacer les présentations actuelles du contrat d'apprentissage et du contrat de professionnalisation, souvent rédigées pour être exhaustives et couvrir l'ensemble des publics en un seul document, par des présentations simplifiées globales adaptées chacune à un type de public ;
- informer les établissements d'enseignement supérieur que la circulaire n° 2015-122 du 22 juillet 2015 du MENESR permet les années complètes de césure à condition que chacun des semestres dépende d'une année académique différente ;
- recommander d'augmenter l'offre globale des formations en alternance (stages, périodes de césure, contrat d'apprentissage, contrat de professionnalisation) dans les établissements d'enseignement supérieur ;
- utiliser les résultats de l'employabilité des diplômés des formations supérieures en alternance (durée moyenne de recherche d'emploi, taux net d'emploi à six mois, salaires en fin de formation, comparaison de ces données avec celles concernant les diplômés des mêmes formations sous statut étudiant) pour développer une image d'excellence de l'alternance sous statut salarié à tous les niveaux de qualification ;
- positionner l'alternance sous statut salarié comme un élément de sécurisation des parcours de formation ;

⁷¹ Cahuc, Pierre, Ferraci, Marc, Tirole, Jean, Wasmer, Etienne, *L'apprentissage au service de l'emploi*. Conseil d'analyse économique. Décembre 2014.

- développer l'apprentissage « au féminin » et le décloisonner en termes de filières métiers (un tiers seulement des apprentis sont des femmes et ce pourcentage n'évolue pas au fil des années mais varie selon les métiers).

La situation pose peut-être plus largement la question du périmètre des enseignements qui pourraient, qui devraient, relever respectivement des écoles et universités versus des entreprises. Pour suivre le mouvement et l'évolution des métiers, la formation technologique ne devrait-elle pas être organisée par l'entreprise elle-même, sur la part évolutive, tandis que les écoles et les universités se concentreraient sur les enseignements généralistes ? C'est là, en tout état de cause, une alternative à la professionnalisation plus poussée des enseignements qui mérite d'être posée.

4.6. La question des docteurs

Les titulaires d'un doctorat, spécialement formés à la recherche, sont considérés comme les personnes les plus qualifiées pour produire et diffuser le savoir scientifique et donc comme des acteurs clés de la recherche et de l'innovation. Ils pourraient cependant être plus nombreux à exercer en entreprise.

En 2011, le taux d'obtention d'un doctorat dans le domaine des sciences et de l'ingénierie par rapport à la cohorte d'âge de référence⁷² plaçait la France dans le peloton de tête des pays de l'OCDE avec 0,9 %, derrière la Suisse et la Suède (1,4 %), la Chine (1,2 %), l'Allemagne (1,1 %), le Royaume-Uni, la Finlande et l'Irlande (1 %), mais loin devant les États-Unis (0,6 %) qui affichaient un taux identique à la moyenne des pays de l'OCDE. L'OCDE ne dispose pas de la répartition des titulaires de doctorat par secteur d'emploi de chacun des pays et, lorsqu'elles existent, les données ne permettent pas un focus sur le domaine des STEM. Cependant, on peut noter qu'au Royaume-Uni et aux États-Unis, 33 % des titulaires d'un doctorat travaillent en entreprise alors qu'ils ne sont que 27 % en France.

D'après une étude de l'APEC⁷³, 84 % des titulaires d'un doctorat étaient précédemment titulaires d'un master universitaire, 12 % possédaient un diplôme d'ingénieur et le taux d'emploi quatre à six ans après une thèse scientifique est de l'ordre de 90 %. Cependant, alors que, pour la plupart des doctorants démarrant leur thèse, il semble naturel de se diriger vers la recherche publique à l'issue de leur diplôme, ils doivent souvent diversifier ensuite leur recherche d'emploi et parfois renoncer à la recherche, y compris privée. Cependant, les docteurs en sciences parviennent plus souvent à atteindre leur objectif, les trois quarts d'entre eux travaillant dans le secteur de la recherche et développement, 43 % dans la recherche publique, 31 % dans la recherche privée.

Les docteurs CIFRE⁷⁴ sont un cas particulier intéressant. La quasi-totalité d'entre eux sont issus des disciplines scientifiques, leurs projets professionnels se situaient souvent dans la recherche privée, et ils sont, en effet, proportionnellement plus nombreux à être dans le secteur privé (six sur dix, contre un docteur sur deux dans l'ensemble), en CDI (huit sur dix, contre sept sur dix dans l'ensemble), et sous statut cadre (93 % contre 86 % au global).

⁷² OCDE (2013), *Science, technologie et industrie : Tableau de bord de l'OCDE 2013*.

⁷³ APEC, *Les jeunes docteurs, profil, parcours, insertion*, janvier 2015, p. 7.

⁷⁴ Le dispositif CIFRE (convention industrielle de formation par la recherche) permet à un doctorant de réaliser sa thèse en entreprise dans des conditions analogues à celles pratiquées pour les salariés.

Une autre étude de l'APEC, plus qualitative⁷⁵, indique que de nombreux jeunes docteurs, malgré l'information qui peut être assurée par les écoles doctorales, envisagent uniquement le monde de la recherche publique pour débouché et qu'ils sont contraints de se tourner vers le secteur privé par la raréfaction des postes dans les structures publiques et la concurrence qui en découle. Les jeunes docteurs se trouvent alors désarmés par leur faible connaissance des codes et des modes de fonctionnement des entreprises, à laquelle s'ajoutent parfois des représentations fortement polarisées du milieu académique et du secteur privé : dans le premier, le chercheur disposerait d'une totale liberté intellectuelle et, à l'inverse, le second se caractériserait par une totale dépendance aux impératifs financiers et aux échéances.

Inversement, les entreprises ont souvent une image assez floue du chercheur, parfois vu comme un pur esprit incapable de travailler sur des sujets concrets ou de s'insérer dans une équipe. Lorsqu'ils recherchent un docteur, les recruteurs des entreprises s'adressent le plus souvent aux écoles d'ingénieurs, établissements avec lesquels des relations ont déjà été établies puisque des salariés en sont issus ou interviennent dans les formations dispensées. Les ingénieurs leur apparaissent mieux formés en aptitudes personnelles que les universitaires, correspondent plus qu'eux aux attentes des entreprises et en particulier des responsables des grands groupes. Ces derniers, eux-mêmes très généralement issus des écoles, préfèrent souvent un ingénieur à un docteur formé à l'université, y compris pour un poste en recherche et développement. En revanche, quand des docteurs sont recrutés, les stéréotypes généralement se dissipent et les capacités d'expertise poussée et de créativité des chercheurs sont alors reconnues et appréciées.

Devant ces constats, les écoles doctorales ont mis en place des modules destinés à préparer l'insertion professionnelle des docteurs et des rencontres aux périmètres plus ou moins larges entre les employeurs et les futurs docteurs. Cependant, si l'on se réfère à l'étude de l'APEC citée précédemment, ces modules animés par des enseignants-chercheurs ne seraient pas toujours adaptés aux besoins et disposeraient d'un volume horaire trop faible pour être réellement efficaces. Par ailleurs, de nombreux doctorants leur préféreraient les séminaires en rapport avec leurs travaux de recherche. Les organisations patronales cherchent aussi, comme la mission a pu le constater lors de ses entretiens, manifestant là un intérêt plus récent, à convaincre leurs membres de l'intérêt à recruter des docteurs compte tenu de leur capacité à porter une démarche d'innovation et à maîtriser des problèmes complexes, particulièrement utile pour les grandes entreprises comme pour les PME. Fruit d'une collaboration entre l'association Bernard Grégory (ABG⁷⁶), la CPU et le MEDEF, le portail « Mydocpro.org » vise à rendre plus visibles les compétences des docteurs et se fixe pour objectif de compter 100 entreprises et 1 000 doctorants inscrits. En outre, le « pacte d'engagement pour le supérieur » du MEDEF prévoit de doubler en un an le nombre d'écoles doctorales labellisées « parcours compétences pour l'entreprise » qui comprend 70 heures de formation par des professionnels du privé et 30 heures d'expérience en entreprise. Ce parcours, issu des réflexions de la CDEFi, est expérimenté dans neuf établissements d'enseignement supérieur et de recherche.

⁷⁵ APEC, *Le devenir professionnel des jeunes docteurs. Quel cheminement, quelle insertion cinq ans après la thèse*, octobre 2014.

⁷⁶ Le but de l'association ABG est de faciliter l'insertion et la mobilité professionnelle des jeunes scientifiques formés par la recherche (www.intelligence.fr).

Enfin, les chefs d'entreprises et certains responsables d'organismes de recherche ou d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche (ENSAM et universités technologiques en particulier) s'intéressent de plus en plus à un profil encore relativement confidentiel, celui d'un docteur disposant d'une forte culture technologique. La demande se précise ainsi d'un « doctorat technologique » qui conjuguerait les normes académiques du doctorat et une orientation marquée vers les applications exploitables à court terme en entreprise. Son objectif serait de permettre aux étudiants de contribuer à l'avancement des connaissances dans le domaine de l'ingénierie, de les doter des qualités de synthèse, d'innovation et d'objectivité technique, et de les sensibiliser aux problèmes socioéconomiques et managériaux. Ces formations nécessiteraient un encadrement par des enseignants-chercheurs issus de disciplines telles que le génie électrique, le génie mécanique, le génie de la production automatisée, le génie de la construction, le génie logiciel ou les technologies de l'information, simultanément experts de leur domaine de recherche et fortement impliqués dans des activités de transfert technologique.

Propositions :

- poursuivre et préciser encore l'information des doctorants sur la réalité des emplois possibles dans la recherche publique et sur les possibilités de carrière dans les entreprises privées ;
- développer encore les thèses sous contrat CIFRE qui permettent aux entreprises d'appréhender concrètement les compétences d'un futur docteur ;
- envisager la création d'un « doctorat technologique » réclamé par un certain nombre d'entreprises et organismes de recherche ;
- inciter les écoles doctorales à communiquer sur la possibilité d'obtenir un doctorat au titre de la validation des acquis de l'expérience afin de favoriser la reconnaissance de la valeur de ce diplôme par les entreprises ;
- poursuivre et développer l'information des doctorants sur le fonctionnement des entreprises et organiser des rencontres entre les employeurs et les futurs docteurs ;
- inviter des intervenants issus de l'industrie pour apporter aux doctorants une expérience de terrain en matière de culture d'entreprise et de gestion de projet ;
- intégrer plus largement des compétences non-scientifiques et un travail sur les savoir-être attendus par les entreprises dans les cursus des doctorants ;
- apprendre mieux aux doctorants à valoriser leurs compétences et leurs expériences en dehors du milieu académique.

5. Valoriser l'image des sciences et des technologies, des filières et des métiers

5.1. La représentation et l'image de la science et de la technologie

La diversité des métiers exercés par les ingénieurs est immense : ingénieur télécoms, ingénieur financier, ingénieur logistique, ingénieur qualité, ingénieur d'affaires, ingénieur en génie civil, ingénieur en mécanique, ingénieur en informatique, ingénieur en agroalimentaire... Beaucoup de jeunes n'imaginent pas cette variété alors qu'ils disposent d'une information pléthorique auprès de l'ONISEP, sur internet (sites des écoles, sites d'orientation, sites dévolus aux étudiants, etc.) et qu'il existe de nombreux salons qui permettent de s'informer sur son avenir professionnel, y compris dans certaines filières spécifiques.

Produire et diffuser de l'information sur le regard des Français sur la science, la technologie et l'industrie.

Les métiers STEM, et en particulier le travail de nombreux ingénieurs, contribuent à l'innovation et au progrès, deux valeurs qui mériteraient d'être mieux mises en évidence. Les dimensions positives des sciences et des technologies sont trop souvent négligées, voire rejetées, par les médias. Bien sûr des accidents, parfois dramatiques, se produisent dans les activités industrielles, pour autant il serait partial de ne retenir que les dimensions négatives. Pérenniser des études comme celle de 2010 sur les regards sur l'industrie, l'énergie et les technologies en France⁷⁷, ou des sondages comme celui réalisé en 2013 par Ipsos / CGI pour Le Monde, *La Recherche et le MESR*⁷⁸, et communiquer autour des résultats permettraient de montrer que l'image dominante des sciences et des technologies véhiculée par les médias ne reflète pas l'opinion positive générale.

Encadré 7 : Points saillants de l'étude 2010 sur les regards sur l'industrie, l'énergie et les technologies en France

- le progrès technologique est un facteur d'amélioration de la vie quotidienne pour 93 % des personnes interrogées ;
- l'école contribuerait à une mauvaise image des métiers de l'industrie pour 58 % des personnes interrogées ;
- trois personnes interrogées sur quatre recommanderaient aux jeunes de chercher un emploi dans l'industrie ;
- pour 71 % des personnes interrogées, travailler dans l'industrie donne le sentiment d'être utile à la société.

Proposition :

- réaliser en 2017, puis de manière récurrente, une étude comme celle de 2010 sur les regards sur l'industrie, l'énergie et les technologies en France.

⁷⁷ www.credoc.fr/pdf/Rapp/R272.pdf.

⁷⁸ Cf. *supra*, note de bas de page n° 6.

Donner une image positive des sciences, des technologies et des métiers d'ingénieurs au sein du système éducatif

Pour donner une image positive des sciences et des technologies, il faut agir auprès des jeunes tôt dans leur scolarité : « la main à la pâte », « sciences à l'école », citées *supra*, et d'autres initiatives, sont unanimement reconnues comme des actions extrêmement positives. Par ailleurs, « *tous les experts interrogés admettent qu'il faut communiquer largement pour changer l'image des sciences et des technologies. Cette communication doit être destinée à la fois aux élèves et aux parents d'élèves, mais aussi aux praticiens de l'éducation et de l'orientation* »⁷⁹. Un rapport⁸⁰ recommande d'identifier en outre des « ambassadeurs » des carrières scientifiques et technologiques auprès des établissements d'enseignement.

Propositions :

- conforter les dispositifs existants et les orienter vers des métiers précis ;
- faciliter les visites de sites techniques et industriels ;
- intensifier les présentations des métiers d'ingénieurs dans les collèges et les lycées.

Donner une large information et une image positive des métiers scientifiques et technologiques

Pour donner une meilleure vision des métiers scientifiques et technologiques, s'appuyer sur les dispositifs préexistants en la matière est indispensable. Les pouvoirs publics promeuvent déjà les activités et les métiers scientifiques et technologiques dans leur ensemble. Les entreprises, leurs fédérations et leurs représentants promeuvent de leurs côtés leurs secteurs spécifiques et leurs métiers respectifs.

Par exemple, l'union des industries chimiques (UIC), en partenariat avec le ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, a créé un site internet pour aider les jeunes et leurs familles à mieux connaître le secteur des industries chimiques et ses métiers grâce aux témoignages de professionnels⁸¹ et un répertoire des métiers et certifications professionnelles⁸². Un site spécifique aux enseignants leur permet de trouver de l'information sur les métiers de la chimie et les formations correspondantes⁸³.

L'objectif des « semaines de l'industrie⁸⁴ » est de valoriser l'industrie auprès de l'ensemble de la population et de renforcer son attractivité, et celle de ses métiers, auprès des jeunes. La sixième édition a eu lieu en mars 2016 autour du thème de *l'industrie du futur*.

⁷⁹ *Attractivité des carrières scientifiques et technologiques* – CEREQ – Rapport de l'étude pilotée par le Haut conseil de la science et de la technologie – novembre 2013.

⁸⁰ *Attractivité des carrières scientifiques et technologiques* – Haut conseil de la science et de la technologie.

⁸¹ www.lesmetiersdelachimie.com

⁸² www.jetravailledanslachimie.fr

⁸³ www.mediachimie.org

⁸⁴ www.education.gouv.fr/cid55491/la-semaine-de-l-industrie.html

Propositions :

- instaurer une journée de l'ingénieur au cours des semaines de l'industrie ;
- appuyer le partenariat avec la journée nationale des jeunes (JNDJ)⁸⁵ et les initiatives similaires ;
- du côté des autorités de tutelle, soutenir la communication des écoles d'ingénieurs pour faire connaître leurs formations et leurs débouchés (participation aux manifestations, prise de parole dans les documents de communication...);
- faciliter la diffusion des informations fournies par les entreprises et leurs fédérations.

Valoriser les métiers scientifiques et technologiques

Les outils qui permettraient de valoriser les métiers scientifiques et technologiques n'ont pas encore été tous mis en œuvre. La notoriété des ingénieurs en exercice est donc insuffisante et les pouvoirs publics pourraient leur accorder une reconnaissance médiatique plus importante.

Propositions :

- créer une médaille d'honneur des ingénieurs pour mieux reconnaître leur contribution au rayonnement de la France et au développement économique et scientifique⁸⁶ ;
- coordonner la production et la diffusion sur internet de vidéos financées par les fédérations professionnelles ciblant les jeunes (univers des séries ou des super-héros par exemple) pour vanter les métiers d'ingénieurs.

Dans le second degré

Les sciences et technologies de l'ingénieur, curieusement, sont oubliées ou délaissées par les jeunes dans leurs projets. Les raisons en sont multiples.

La promotion des sciences et technologies de l'ingénieur n'existe pas réellement en France. Parallèlement, le regard des jeunes a progressivement évolué et d'une manière générale, l'industrie ne fait plus rêver, même si, comme cela a été souligné *supra*⁸⁷, il n'existe pas, à proprement parler, de rejet ou de suspicion envers les sciences et les technologies. Les jeunes ont plutôt une attirance pour les métiers des services et du commerce.

L'école française de mathématiques, très performante, est régulièrement récompensée par l'attribution de la médaille Fields. Avec quinze médailles, la France est en tête des pays formateurs de mathématiciens et une partie significative des recherches en mathématiques contient, au moins en germe, des applications industrielles. Ce constat peut aussi être fait pour les prix Nobel

⁸⁵ <http://jndj.org> - Pour les jeunes, l'objectif est de démystifier le monde du travail, comprendre la réalité et la diversité des métiers ; pour les entreprises, susciter des vocations, communiquer sur les compétences dont elles auront besoin prochainement.

⁸⁶ Il existe déjà le *prix des ingénieurs de l'année* (www.usinenouvelle.com/prix-des-ingenieurs-de-l-annee), initiative privée. Il conviendrait de créer aussi une récompense publique.

⁸⁷ Cf. *supra*, note de bas de page n° 6.

scientifiques. En ingénierie et en technologie, la reconnaissance des chercheurs français au niveau international n'a pas l'impact des médailles Fields et des prix Nobel. On peut penser qu'une médiatisation pourrait avoir des effets sur les projets des jeunes et conduire à une augmentation des flux vers les filières STEM même s'il convient de souligner que, par exemple, l'Allemagne n'a qu'une seule médaille Fields et que son industrie est pourtant performante et reconnue.

De nombreux concours et prix sont organisés chaque année pour les collégiens et lycéens (olympiades, concours robotique, « C. Génial », « Batissiel »...). Certains sont promoteurs pour les STEM et attirent chaque année l'attention de ministres qui viennent encourager les élèves, leurs professeurs et les organisateurs. Ces dispositifs méritent d'être pérennisés.

Propositions :

- organiser, à l'instar des opérations de communication organisées de longue date par l'armée ou la gendarmerie, après simulation de leur coût, des campagnes ambitieuses de promotion visant à valoriser les métiers de l'industrie ;
- demander aux médaillés Fields, aux prix Nobel scientifiques et plus largement aux acteurs reconnus de la science dont les travaux s'y prêtent, d'assurer des interventions de vulgarisation devant des collégiens et des lycéens, ou de mettre à disposition des enseignants les enregistrements correspondants, afin de développer leur motivation pour la science et la technologie ;
- médiatiser les travaux de recherche en ingénierie et en technologie par la création d'un prix ou d'une médaille à reconnaissance internationale ;
- encourager de manière institutionnelle tous les concours et prix qui s'appuient sur les sciences et les technologies.

5.2. L'évolution du rôle de l'ingénieur

Un métier devenu plus transversal que celui du bâtisseur du début du XX^{ème} siècle

Il y a une trentaine d'années, les ingénieurs avaient un rôle essentiellement technique et leur métier était concentré sur l'outil de production. On avait surtout des ingénieurs d'étude et de développement et des ingénieurs de production. Le Conseil national des ingénieurs et des scientifiques de France (CNISF, devenu « Ingénieurs et scientifiques de France – IESF ») définissait alors le métier de l'ingénieur comme étant « *fondé sur l'utilisation de compétences à dominante scientifique ou technique, pour concevoir et mettre en œuvre la transformation de la matière, en ayant pour objectif la conception, la réalisation, l'exploitation ou la maintenance d'équipements, de produits ou de procédés répondant à un besoin d'utilisation défini, dans un contexte technologique, économique et social donné* ».

Les fonctions confiées aux ingénieurs se sont diversifiées au fil du temps pour devenir « multisectorielles » et « polyvalentes ». Actuellement, la commission des titres d'ingénieur (CTI) indique que :

« le métier de l'ingénieur consiste à poser, étudier et résoudre de manière performante et innovante des problèmes souvent complexes de création, de conception, de réalisation, de mise en œuvre et de contrôle de produits, de systèmes ou de services – éventuellement leur financement et leur commercialisation – au sein d'une organisation compétitive. Il intègre les préoccupations de protection de l'homme, de la vie et de l'environnement, et plus généralement du bien-être collectif. L'activité de l'ingénieur mobilise des ressources humaines et des moyens techniques et financiers. Elle contribue à la création, au développement, à la compétitivité et à la pérennité des entreprises et des organisations, dans un cadre international. Elle reçoit une sanction économique et sociétale. Elle s'exerce dans les secteurs publics, associatifs et privés, dans l'industrie et les services, le bâtiment et les travaux publics ainsi que dans l'agro-alimentaire au sens large. » Dans les faits il y aurait lieu de parler au pluriel de « métiers d'ingénieurs ».

Du domaine technique au commercial et au management

L'objectif du métier s'est élargi des « équipements, produits ou procédés » aux « produits, systèmes ou services » et l'on est passé de la notion de « contexte technologique, économique et social donné » à celui de « financement et commercialisation » desdits produits, systèmes ou services.

Si l'on se place dans la position d'un jeune désireux de s'informer sur les métiers d'ingénieurs, on interrogera Wikipedia. On y lira alors une définition assez proche de celle de la CTI puisqu'un ingénieur y est décrit comme :

« un professionnel concevant des projets, si possible, par des moyens novateurs, et dirigeant la réalisation et la mise en œuvre de l'ensemble : produits, systèmes ou services impliquant de résoudre des problèmes techniques complexes. Il crée, il conçoit, il innove dans plusieurs domaines tout en prenant en compte des facteurs sociaux, environnementaux et économiques. Il lui faut pour cela, non seulement des connaissances techniques, mais aussi économiques, sociales, environnementales et humaines reposant sur une solide culture scientifique et générale ».

Ces changements s'accompagnent d'une évolution des formations elles-mêmes. Les entreprises rémunèrent généralement mieux un commercial ou un financier qu'un « ingénieur classique » ce qui rejaille sur la perception que les étudiants, et leurs parents, ont des métiers d'ingénieurs. Les écoles d'ingénieurs ont accompagné cette évolution, en offrant une formation de plus en plus généraliste, intégrant une dimension commerciale et économique. Les partenariats développés avec des écoles de management leur permettent de répondre aux attentes des employeurs, mais aussi d'attirer les élèves. La différence entre un ingénieur et un cadre formé dans une école de gestion réside cependant essentiellement dans le fait que les connaissances techniques, économiques, sociales et humaines de l'ingénieur s'appuient sur une solide culture scientifique et technologique.

Un terme qui renvoie à de nombreux métiers et à de nouvelles compétences

Le terme « ingénieur » renvoie, on l'a vu, à de nombreux métiers différents. Il peut aussi faire référence à des domaines scientifiques particuliers qui correspondent à des compétences acquises pendant la formation ou à des domaines technologiques dans lesquels s'exerce l'activité. On parle alors d'ingénieur chimiste, d'ingénieur en mécanique... L'IESF fournit un certain nombre de fiches pour illustrer les métiers d'ingénieurs dans leur diversité et permettre aux jeunes de mieux les appréhender concrètement. Dans la liste des qualités nécessaires aux ingénieurs, ces fiches ne mentionnent plus les compétences scientifiques et technologiques mais insistent sur la capacité d'analyse et de synthèse, la curiosité, la créativité, la rigueur, l'esprit d'équipe, la pratique de l'anglais et si possible d'une autre langue étrangère, la maîtrise des techniques de communication...

Les ingénieurs doivent donc prendre conscience qu'au-delà de leurs grandes connaissances techniques, un savoir-être doit être acquis. Ils doivent en effet être préparés à évoluer dans des organisations profondément transformées. Leurs responsabilités élargies et la nouvelle structuration des entreprises supposent qu'ils animent des équipes aux compétences multiples. Ils doivent donc savoir écouter, observer, conceptualiser, créer et comprendre les langages et prérequis des différents spécialistes.

L'ingénieur de demain

S'il est difficile de prédire l'avenir avec précision, l'évolution sociale, économique et environnementale de notre société ainsi que les modifications au sein des entreprises permettent de prévoir, en partie, les mutations futures du métier de l'ingénieur.

L'évolution de l'organisation des entreprises influe notablement sur la conduite des projets et a, de ce fait, un impact important sur les qualités attendues des ingénieurs. Plus encore qu'aujourd'hui, il faudra que les ingénieurs aient une capacité d'innovation ou plutôt une capacité à favoriser l'innovation au sein de leur équipe et dans leur entreprise, et que celle-ci ne soit pas seulement technique. Dans un contexte de plus en plus mondialisé, les ingénieurs devront être aussi capables de comprendre les différences de culture et d'intégrer cette dimension dans leur approche et dans la conduite de leurs projets. Par ailleurs, avec la montée en puissance des démarches collaboratives, l'influence va prendre le pas sur l'autorité et, selon de nombreux professionnels, l'ingénieur de demain devra s'entourer d'un important réseau de professionnels extérieurs à son domaine d'action pour mener ses objectifs à bien, provoquant une « horizontalisation » de la hiérarchie.

Les qualités humaines occuperont donc une place aussi importante que les connaissances, faisant de l'ingénieur un entrepreneur, un passeur, un facilitateur, un intégrateur et un communicant.

Dans un futur proche, la flexibilité intellectuelle sera déterminante

La largeur d'esprit ou l'ouverture au monde sera donc une qualité majeure de l'ingénieur du futur. Sa capacité de prise en compte des thèmes de l'environnement, de la biodiversité, de la sécurité ou de l'éco-mobilité lui permettra de concevoir des solutions dépassant la simple maîtrise technique à court terme et la logique de rentabilité immédiate. Comme le souligne le livre blanc de l'IESF, les sociétés humaines prennent conscience depuis le début du XXI^{ème} siècle de la réalité d'un monde fini, où la croissance démographique va poser des problèmes de ressources. Il s'avère indispensable

d'inscrire les actions humaines, et donc celles des entreprises, dans une logique de développement responsable ou durable. Pour l'IESF, les ingénieurs et scientifiques sont directement concernés :

- pour mesurer la réalité des faits et mettre en œuvre des techniques de suivi ;
- pour concevoir et mettre en œuvre des solutions concrètes face aux nouveaux problèmes rencontrés ;
- pour accepter une modification en profondeur des pratiques du métier de l'ingénierie et de son positionnement dans les processus décisionnels.

L'ingénieur de demain devra donc être capable d'avoir une approche globale et systémique de toutes les problématiques qu'il sera amené à traiter. En outre, la mutation technologique entraînée par la révolution numérique, la transition énergétique et la santé connective seront des nouveaux défis de taille pour les futurs ingénieurs qui devront se mouvoir dans un milieu incertain, fluctuant, avec des rythmes d'évolution rapides dans un environnement mondial en constante mutation.

Les ingénieurs et les scientifiques devront apprendre « à poser les problèmes » dans leurs différentes dimensions, autant « qu'à les résoudre ». Leur compréhension des phénomènes (physiques, chimiques, biologiques, écologiques) issue de leur formation initiale sera indispensable pour apporter des solutions pragmatiques pouvant techniquement être mises en œuvre, dans leur environnement et à des coûts économiquement acceptables.

Les établissements de formation, écoles d'ingénieurs, universités, ont déjà commencé à intégrer ces nouveaux enjeux et le développement de ces nouvelles compétences dans la formation des ingénieurs de demain. Ils doivent être incités à amplifier leurs réflexions tant sur le plan des contenus que sur celui des méthodes pédagogiques.

Proposition :

- Engager les établissements d'enseignement supérieur et de recherche à intégrer mieux les enjeux du monde de demain dans la définition des contenus de formation et dans les réflexions concernant les méthodes pédagogiques (classe inversée, *fablabs*, *design thinking*, *buzz groupes...*), considérant que cette orientation en aval est fondamentale pour rendre plus attractives les formations en sciences et technologies dès le lycée.



Norbert Perrot



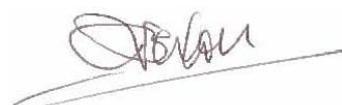
Christine Szymankiewicz



Matthias de JOUVENEL



Christian MARGARIA



Bruno VERLON

Annexes

Annexe 1 :	Lettre de saisine.....	77
Annexe 2 :	Liste des personnes rencontrées.....	80
Annexe 3 :	Tableaux, graphiques et textes complémentaires.....	84

Lettre de saisine



Paris, le **03 AOUT 2015**

La Ministre de l'Education nationale, de
l'Enseignement supérieur et de la Recherche

Le Ministre de l'Economie, de l'Industrie
et du Numérique

Le Secrétaire d'Etat chargé de l'Enseignement supérieur et de
la Recherche

à

Monsieur le Doyen de l'Inspection générale de l'Education
nationale

Monsieur le Vice-président du Conseil général de l'Economie,
de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies

Monsieur le Chef du service de l'Inspection générale de
l'Administration de l'Education nationale et de la Recherche

Objet : Mission sur la contribution des formations scientifiques, techniques et industrielles
au développement de l'industrie

Monsieur le Doyen,
Monsieur le Vice-président,
Monsieur le Chef de service,

Les sciences et technologies « de l'ingénieur » jouent un rôle clef dans la compétitivité des pays
développés comme dans la formation des cadres de l'industrie.

Dans le contexte de leur réflexion sur la réindustrialisation, les pays anglo-saxons désignent ces
disciplines sous l'acronyme « STEM », qui renvoie à la fois aux initiales des principales sciences et
technologies de l'ingénieur (*Sciences, Technology, Engineering, Mathematics*) et au sens anglais du mot
« stem » (souche).

Aux Etats-Unis, au Canada, au Royaume-Uni et dans d'autres pays occidentaux, un déficit de vocations
scientifiques et technologiques fragilise le développement industriel et technologique : il présente des
risques stratégiques de perte de compétitivité et de dépendance vis-à-vis des autres régions du monde.

Les Etats concernés développent depuis quelques années des politiques publiques visant à attirer davantage d'étudiants vers des carrières technologiques et scientifiques (sensibilisation, bourses, soutien « fléché » aux formations correspondantes), mais aussi à faciliter l'accueil d'immigrants porteurs des compétences correspondantes.

Pour sa part, la France, où les études scientifiques ont conservé un attrait certain, et où les formations d'ingénieurs se sont développées notablement dans les dernières décennies – le nombre d'ingénieurs diplômés par an est ainsi passé de 13 000 en 1985 à 31 000 en 2013, suivant en cela l'évolution globale de l'effectif dans l'enseignement supérieur –, est aujourd'hui dans une situation incertaine : d'une part, la stagnation du salaire d'embauche des ingénieurs depuis cinq ans et la stabilité du taux de chômage six mois après la sortie d'école conduisent à estimer que le nombre de diplômés répond à la demande ; d'autre part, certaines filières signalent régulièrement l'existence d'une « pénurie ».

L'émergence en France de nombreuses « start-up » dans le secteur numérique dépend directement de la qualité et du nombre de jeunes cadres formés dans des profils « STEM », incluant les études d'ingénieur mais aussi plus généralement celles liées à l'ingénierie ainsi que le doctorat.

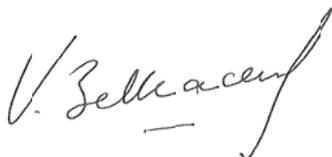
C'est pourquoi il apparaît important de développer une réflexion stratégique sur la formation aux compétences scientifiques, techniques et industrielles afin d'adapter en volume et en contenu ces formations aux besoins actuels et futurs de notre industrie. Plusieurs aspects méritent ainsi d'être approfondis :

- Quel constat chiffré peut être fait de l'équilibre entre offres et demandes de diplômés en sciences et technologies en France, de l'évolution de ce marché au cours des dernières années ? Comment cela se compare-t-il aux cas allemand, britannique et nord-américain ?
- Quels secteurs industriels spécifiques présentent un déficit de compétences ou nécessiteront dans les années à venir des compétences mal couvertes par le dispositif de formation actuel ?
- Les formations réalisées en France, qui font l'objet d'efforts constants des organismes pour les adapter aux réalités des entreprises, devraient-elles davantage avoir recours à l'apprentissage et/ou l'alternance, sur le modèle de l'Allemagne ou de la Suisse, pour mieux correspondre aux attentes des secteurs industriels ?
- Est-il utile de relancer des opérations de sensibilisation sur l'attrait de ces formations et métiers, tout particulièrement pour les femmes, qui y sont notablement sous-représentées ? Quelles sont les bonnes pratiques en matière de corrélation des besoins de l'industrie et de l'offre de formation à l'échelle régionale ? Comment les diffuser ?

Nous souhaitons donc que l'Inspection générale de l'Education nationale, le Conseil général de l'Economie, de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies et l'Inspection générale de l'Administration de l'Education nationale et de la Recherche réalisent conjointement une mission pour analyser la situation des formations aux disciplines STEM dans l'enseignement supérieur en France et son adéquation, en volume et en nature, aux besoins actuels et futurs des entreprises. Vous veillerez à englober dans votre analyse l'ensemble de l'offre de formations en ingénierie, publique et privée, en école et en université. Sur la base de ce constat, vous vous attacherez à émettre des recommandations pouvant être reprises et mises en œuvre rapidement.

Pour réaliser cette mission, vous prendrez notamment l'attache des différentes fédérations industrielles concernées, ainsi que des responsables des principales entreprises industrielles, des entreprises de services étroitement liées à la compétitivité industrielle ou leurs représentants et l'association IESF. Il sera également utile que vous échangiez avec l'OPECST et l'Académie des Technologies ainsi qu'avec la Conférence des grandes écoles, la Conférence des présidents d'universités et la Conférence des directeurs d'écoles françaises d'ingénieur. Vous articulerez également vos travaux avec ceux du Conseil national de l'industrie, visant à identifier les besoins en compétence des filières françaises à moyen et long terme.

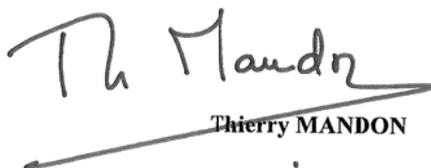
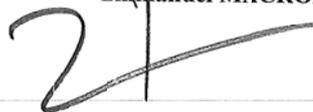
Vous pourrez vous appuyer sur les services de l'INSEE, de la direction générale des entreprises, de la direction générale de l'enseignement scolaire, de la direction générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle, et de la direction générale du Trésor. Votre rapport nous sera remis sous 6 mois, et une note d'étape nous sera transmise d'ici 2 mois.



Najat VALLAUD-BELKACEM



Emmanuel MACRON



Thierry MANDON

Liste des personnes rencontrées

Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche

Gérard Huot, conseiller spécial du secrétaire d'État, Thierry Mandon.

Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, direction générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle

Rachel-Marie Pradeilles-Duval, chef du service de la stratégie des formations et de la vie étudiante

Franck Jarno, sous-directeur des formations et de l'insertion professionnelle

Catherine Malinie, cheffe du département des écoles d'ingénieurs et écoles d'enseignement supérieur privé

Christine Bruniaux, responsable du département du lien formation-emploi

Laurent Régnier, responsable du département des formations des cycles master et doctorat

Ministère de l'économie et des finances, direction générale des entreprises

Grégoire Postel-Vinay, responsable de la mission stratégie

Agnès Zobel, cheffe du bureau de la coordination, des relations extérieures, des études et de la logistique.

Ministère de l'économie et des finances, direction générale du Trésor

Benjamin Delozier, sous-directeur, service de politiques publiques

Guy Lalanne chef de bureau, politique industrielle, recherche et innovation.

Mouvement des entreprises de France

Sandrine Javelaud, directrice de mission éducation et enseignement supérieur

François Gonord, chargé de mission senior, direction des affaires économiques, financières et TPE-PME-ETI

Patrick Schmitt, directeur de la recherche et de l'innovation.

Confédération générale des petites et moyennes entreprises - deux représentants.

Fédération SYNTEC - Max Balensi, délégué général.

Union des industries et des métiers de la métallurgie

Gilles Lodolo, directeur emploi-formation

Maurice Pinkus, directeur délégué

Séverine Delavernhe, cheffe du service « éducation nationale / enseignement supérieur / ITII / professionnalisation » à la FIEEC (Fédération des industries électriques, électroniques et de communication).

Syntec numérique

Guy Mamou-Mani, président

Laurent Baudart, délégué général.

Union des industries chimiques

Jean Pelin, directeur général

Laurent Selles, directeur du département social, emploi et formation.

Association professionnelle des métiers du numérique MUNCI - Régis Granarolo, président.

Association des ingénieurs et scientifiques de France

François Lureau, président

François Blin, délégué général

Gérard Duwat, président du Comité observatoire des ingénieurs

Comité d'études sur la formation d'ingénieurs - Évelyne Bouchon, déléguée générale.

Académie des technologies

Alain Bugat, président

Alain Bravo, vice-président

Patrick Maestro directeur scientifique de Solvay

Conseil national éducation économie

Pierre Ferracci, président

Benjamin Marteau, délégué général

Conseil national de l'industrie

Jean-François Dehecq, président

Isabelle Martin, membre du Conseil au titre de la CFDT

Odile Kirchner, secrétaire générale

Haut conseil de la science et de la technologie

Jean Jouzel, ancien président

Robert Pamphile, ancien secrétaire général

National STEM Platform - Initiative Jet-Net, Pays-Bas - Émilie De Vries Schultink et Hans Van Der Loo.

Conférence des grandes écoles - Francis Jouanjean, délégué général.

Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs - François Cansell, président.

Conférence des président d'universités - Pierre Mutzenhardt, président de la commission de la recherche et de l'innovation et président de l'université de Lorraine.

Conférence des doyens et directeurs d'UFR scientifiques - Jean-Marc Broto, président et doyen de la faculté des sciences et de l'ingénierie de l'université Toulouse III.

Campus France

Nourredine Manamanni, directeur du département des relations extérieures et institutionnelles

Sylvie Brutalout Conway, directrice adjointe

Nicolas Poussiègue, études doctorales & recherche direction des relations extérieures et institutionnelles

Jean-Luc Ito-Pages, responsable de l'offre de formation, service des établissements d'enseignement supérieur et de la recherche.

École Centrale Supélec - Hervé Biauxser, directeur.

École polytechnique

Jacques Biot, président du conseil d'administration

Frank Pacard, directeur de l'enseignement et de la recherche

Concours commun polytechnique - Jean-Marie Roncin, directeur.

AgroParis Tech - Gilles Trystram, directeur.

INSA Toulouse

Bertrand Raquet, directeur

Claude Maranges, directeur des études.

INPG Grenoble

Mireille Jacomino, vice-présidente Cevu et formation

Pierre Benech, vice-président du CA, de la stratégie, des finances et des projets immobiliers

Gaëlle Calvary, vice-présidente adjointe au conseil scientifique en charge de la valorisation

Lorena Anghel, vice-présidente adjointe en charge des relations entreprises

Hélène Dessaux, directrice entreprise, formation et international.

Écoles d'ingénieurs de l'académie de Toulouse

Olivier Simonin, président de l'INP Toulouse

Jean-François Rouchon, directeur de l'ENSEIHEIT

Laurent Prat, directeur de l'ENSIACET

Talal Masri, directeur de l'ENI de Tarbes

CNAM

Olivier Faron, administrateur général

Michel Terré, professeur, directeur de l'école d'ingénieurs.

Université Pierre et Marie Curie

Vice-présidents et directeurs d'UFR (Nathalie Drach-Temam, vice-présidente formation et insertion professionnelle, Fabrice Chemla, vice-présidente ressources et moyens, Jean-Marie Chesneaux, directeur de l'École polytechnique universitaire UPMC et vice-président numérique, Yves Berthaud, directeur de l'UFR d'ingénierie, Hervé Le Dret, directeur de l'UFR de mathématiques.

Responsables de masters : Fabrice Bethuel - mathématiques, Bruno Gas - sciences et technologies industrielles, Bruno Escoffier - informatique, Denis Cote - physique et applications.

Étudiantes et étudiants de master.

Université de Lorraine

Frédéric Villiéras, vice-président du conseil scientifique, Yves Granjon, directeur du collegium Lorraine INP, Dominique Sauter, directeur du collegium sciences et technologies, Bernard Heulluy, directeur du collegium technologie, Jamal Bougdira, directeur du pôle M4, Dominique Mery, directeur de l'école doctorale IAEM, Thierry Zimny, directeur de l'IUT Moselle-Est et responsable de

la plate-forme de transfert de technologie PLASTINNOV, Évelyne Boonen, sous-directrice des ressources applicatives à la direction de la formation, de l'orientation et de l'insertion professionnelle, Vincent Queudot, directeur des partenariats, Éric Favre, directeur du pôle EMPP, Corinne Leyval, directrice du pôle OTELO.

Université de Cergy-Pontoise - François Germinet, président.

Université de technologie de Troyes - Dominique Barchiesi, directeur de la formation et de la pédagogie.

Réseau FIGURE - Yves Bertrand, président et doyen de la faculté des sciences fondamentales et appliquées de l'université de Poitiers.

Lycée Étienne Mimard, Saint-Étienne - Équipe de direction, des professeurs et des élèves.

Lycée Escaut, Valenciennes - Équipe de direction, des professeurs et des élèves.

Lycée du Hainaut, Valenciennes - Équipe de direction, des professeurs et des élèves.

Lycée Joliot Curie, Rennes - Équipe de direction, des professeurs et des élèves.

Lycée La Prat's, Cluny - Équipe de direction, des professeurs et des élèves.

Lycée Livet, Nantes - Équipe de direction, des professeurs et des élèves.

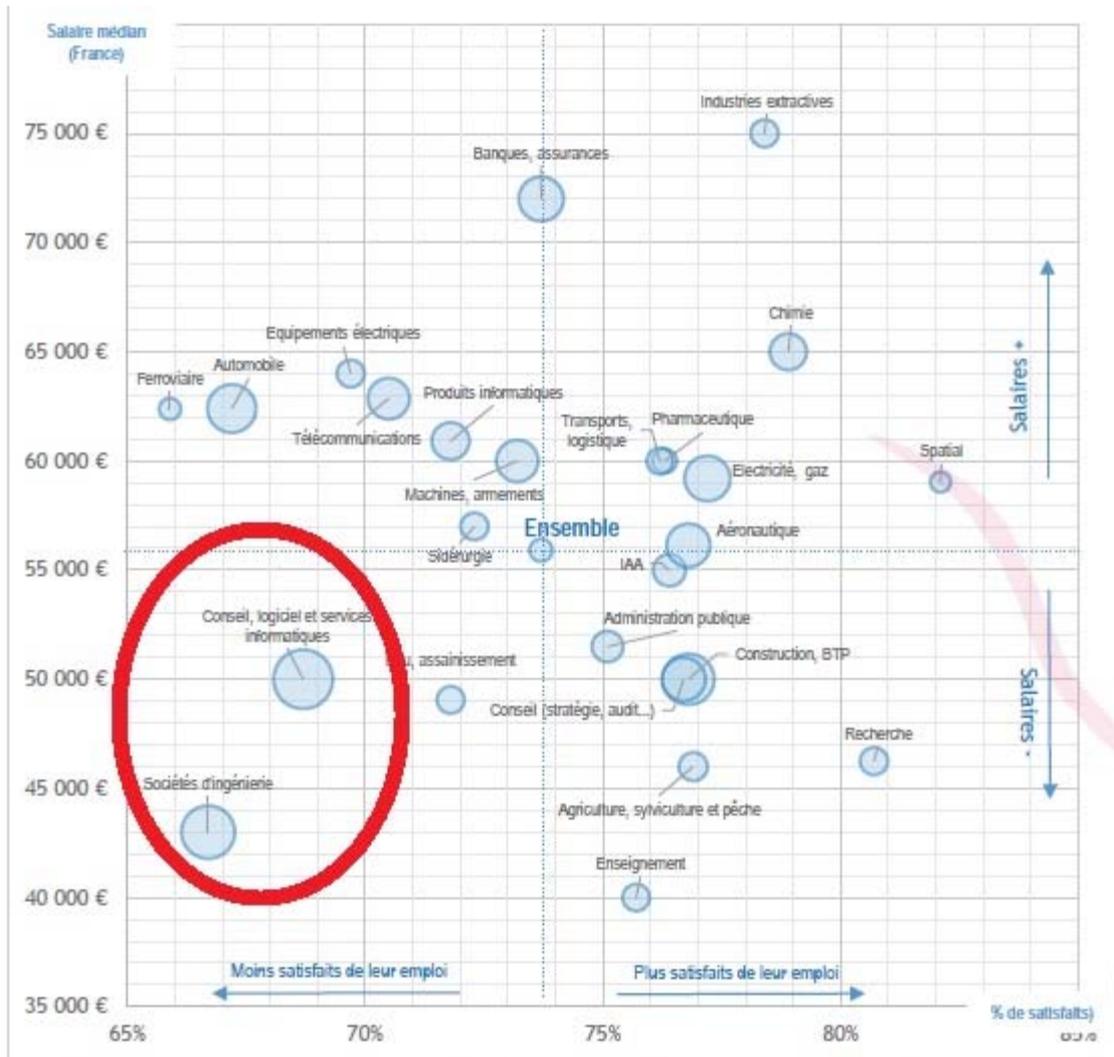
Lycée Pierre-Gilles de Gennes, Paris - Équipe de direction, des professeurs et des élèves.

Lycée Philippe de Girard, Avignon - Équipe de direction, des professeurs et des élèves.

Lycée Louis Thuillier, Amiens - Équipe de direction, des professeurs et des élèves.

Tableaux, graphiques et textes complémentaires

3.1 : Salaire et satisfaction selon les secteurs d'activité



Hormis « Ensemble », les rayons des cercles sont proportionnels aux effectifs : « Industries extractives » 15000 ingénieurs, «Automobile »45 000.

Source : 26^{ème} enquête nationale sur les ingénieurs (2015), IESF

3.2 : L'exemple de Toulouse Tech formation professionnelle

Toulouse Tech formation professionnelle » est un service commun de l'Institut national des sciences appliquées (INSA) de Toulouse et de l'Institut national polytechnique (INP) de Toulouse qui regroupe lui-même trois écoles, l'École nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT), l'École nationale supérieure électronique électrotechnique informatique hydraulique de Toulouse (ENSEEIH) et l'École nationale d'ingénieurs de Tarbes (ENIT).

« L'enjeu dépasse de loin la question des ressources que la formation continue permettrait d'apporter » souligne Olivier Simonin, directeur de l'INP Toulouse, dans un entretien au journal *Le Monde*, « en réalité, il s'agit de faire de la formation continue une de nos activités principales ».

Toulouse Tech entend en effet mieux répondre aux attentes du monde professionnel qui demande de plus en plus des cursus sur mesure ce qui impose aux établissements de s'adapter grâce à leur forte proximité avec les entreprises, les écoles de Toulouse Tech étant très impliquées dans la dynamique industrielle toulousaine.

Un axe de travail prioritaire consiste à établir le coût réel des formations en prenant en compte tous les services impliqués afin de pouvoir répondre efficacement aux appels d'offres des entreprises. Une nouvelle dynamique interne doit aussi être enclenchée car « pour démarcher les entreprises, il faut disposer d'une force de vente ». Un premier commercial a donc été embauché récemment et le consortium envisage également de recruter des spécialistes de l'ingénierie de formation chargés de construire des offres répondant aux besoins spécifiques exprimés et de passer d'une offre sur catalogue à une réponse personnalisée.

Toulouse Tech réfléchit aussi à la façon d'identifier et de reconnaître l'activité des enseignants-chercheurs en matière de formation continue au même titre que pour la formation initiale, cette reconnaissance ne devant pas être seulement financière mais aussi se traduire aussi en termes de carrière. La complexité du sujet est accrue par le fait que la formation continue fait largement appel aux cours en ligne et à l'enseignement à distance, activités difficiles à quantifier.

3.3 : Centrale Pékin

En 2003, le gouvernement chinois, convaincu par le côté généraliste de la formation des ingénieurs à la française et par sa proximité avec les entreprises, propose au Groupe des Écoles centrales (GEC), qui entretenait des relations historiques avec les grandes universités chinoises, de créer une telle formation en Chine. Après une étude de faisabilité, la création de Centrale Pékin fut officialisée par la signature d'un accord cadre en novembre 2004, suivie par celle d'un accord de coopération entre le GEC et l'université Beihang (*Beijing University of Aeronautics and Astronautics*) en avril 2005.

Soutenue par les ministères français en charge de l'Éducation nationale, des affaires étrangères et de l'industrie, l'actuelle Centrale Supélec, avec l'appui des autres écoles du GEC, devenait alors la première école d'ingénieurs française à exporter son modèle pédagogique à l'étranger.

Centrale Pékin est l'un des 28 instituts composant l'université Beihang et, de ce fait, n'est pas dotée de la personnalité juridique. Elle jouit cependant d'une totale autonomie dans la définition de ses objectifs pédagogiques et de ses programmes d'enseignement, dans le recrutement de ses professeurs et dans la sélection des étudiants. Son rang d'intégration est parmi les meilleurs des composantes de l'université.

Les étudiants chinois rejoignent l'école après l'obtention du GaoKao (concours national chinois ponctuant les études secondaires) et après avoir réussi à entrer à l'université Beihang. Après quatre années d'études, incluant une année de français intensif et deux années de classes préparatoires intégrées, Centrale Pékin délivre à ses élèves un diplôme de *bachelor*. Après deux années complémentaires, elle remet un *master* de l'université Beihang, accrédité par la Commission (française) des titres d'ingénieur.

La formation allie compétences techniques et managériales résolument tournées vers l'entreprise et l'international. Centrale Pékin compte actuellement un peu plus de 650 élèves et la cinquième promotion a été diplômée en janvier 2016. 60 % des diplômés sont embauchés dans des entreprises chinoises ou internationales privées. Les autres se dirigent vers des institutions d'État (10 %) ou poursuivent en doctorat (30 %). Plus de 400 *alumni*⁸⁸, dont la moitié a étudié en France au moins un an, se retrouvent aujourd'hui dans l'ensemble du tissu industriel et des services.

De fait, Centrale Pékin forme la future élite chinoise et l'initie à la culture française pour favoriser des attitudes francophiles. Inversement, l'école a souhaité ouvrir son recrutement aux étudiants français pour qui la Chine constitue la troisième destination d'études après les USA et le Royaume-Uni. En 2016, Centrale Pékin a ainsi recruté six élèves qui poursuivront dans un premier temps le cycle *bachelor* et auront la possibilité de continuer en *master*. À présent, Centrale Pékin entre dans une nouvelle phase de développement de ses activités afin de renforcer son rapprochement du milieu académique et des entreprises.

Cette implantation a aussi permis aux écoles centrales de développer leur expérience internationale ce qui a favorisé les ouvertures en 2014 de Mahindra École centrale en Inde et Centrale Casablanca au Maroc.

Centrale Pékin a aussi servi de modèle à d'autres initiatives comme SJTU-ParisTech, école d'ingénieurs créée en 2012 dans le cadre d'un partenariat entre les écoles de ParisTech et l'université Jiao Tong de Shanghai, l'école nationale d'ingénieurs sino-française de NUST, fruit de la collaboration entre l'école d'ingénieurs de Metz (ENIM) et la Nanjing University of Science and Technology, le Sino-French Institute for Engineering Education and Research (SFIEER) ouvert à Canton par Polytech Nantes et la South China University of Technology (SCUT), et, dans une moindre mesure, à des écoles spécialisées comme IFCEN pour le nucléaire à Zhuhai et SIAE pour l'aéronautique à Tianjin.

⁸⁸ Le terme *alumni* (pluriel du latin *alumnus* qui signifiait « élève »), bien que contraire aux recommandations de l'Académie française et aux dispositions de la loi d'août 1994 dite « loi Toubon », est couramment utilisé au plan international pour désigner les anciens élèves d'un établissement d'enseignement supérieur. Le réseau social destiné aux anciens étudiants étrangers ayant fait des études en France, lancé le 26 novembre 2014 par le ministre des affaires étrangères et du développement international et la secrétaire d'État à l'enseignement supérieur et à la recherche, porte d'ailleurs le nom de « France Alumni » (voir www.francealumni.fr/fr).

3.4. Malaisie - deux programmes de formation d'ingénieurs avec la France

La mobilité des étudiants malaisiens en France se fait principalement dans le cadre de programmes spécifiques d'échange, la mobilité individuelle, bien que non négligeable, étant minoritaire. La Malaisie dispose de deux programmes de formation d'ingénieurs principalement financés par le JPA (Jabatan Perkhidmatan Awan, une structure publique) et le MARA (Majlis Amanah Rakya, une fondation royale). Ces programmes sont opérés, d'une part, par Campus France en collaboration avec le Malaysia-France Institute (MFI) de l'Université de Kuala Lumpur (UniKL) et, d'autre part, par la société française d'exportation des ressources éducatives (SFERE, un bureau d'études spécialisé dans le développement de système éducatif).

Le premier programme qui finance des formations pour les jeunes Malaisiens, a été créé en 2000 par un accord intergouvernemental. Depuis plusieurs institutions ont décidé de financer des étudiants ou d'accorder des bourses, dont le MARA et de grandes sociétés publiques (Petronas et Telekom Malaysia). Ce programme permet à des étudiants malaisiens de l'université d'UniKL de rejoindre les IUT de Nice, Aix-en-Provence, Toulon et Toulouse à l'issue d'une préparation spécifique de 16 mois en Malaisie et de 4 mois en France. À l'issue de leur formation en IUT, les étudiants peuvent poursuivre leurs études en licence professionnelle puis en master ou en école d'ingénieurs.

Dans le cadre du second programme, les étudiants d'UniKL partent directement en France sous la supervision de SFERE et effectuent en général cinq à sept ans d'études pour obtenir un diplôme d'ingénieur.

Si une vingtaine d'étudiants seulement bénéficiait de ces programmes au début des années 2000, une forte augmentation du nombre des bourses a permis qu'ils soient de l'ordre d'une centaine actuellement.

3.5. Réussite en licence des étudiants issus de la cohorte 2009

Caractéristiques des étudiants	Réussite en 3 ans (%)	Réussite en 4 ans (%)	Réussite cumulée en 4 ans (%)
Ensemble des baccalauréats généraux	33,2	14,5	47,7
Scientifique	35,8	14,3	50,2
Ensemble des baccalauréats technologiques	8,7	6,6	15,3
Ensemble des baccalauréats professionnels	3,0	2,1	5,0
Ensemble des baccalauréats	26,8	12,3	39,0
Non-bachelier	21,8	9,7	31,4
Total	26,5	12,1	38,6

Source : Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche, MENESR, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance.

3.6. Répartition 2014 des nouveaux bacheliers S selon les filières universitaires

Type de diplôme	Nombre	% du total
Droit sciences politiques	5 599	5
Économie, administration économique et sociale	4 348	3,8
Arts, lettres, langues, sciences humaines et sociales	11 165	9,9
Sciences	27 856	24,6
STAPS	6 307	5,6
Profession de santé	34 413	30,4
DUT Production	13 685	12,1
DUT Services	6 688	5,9
Autres (*)	3 033	2,7
Total	113 090	100

(*) Dont cycles préparatoires intégrés et première année des écoles d'ingénieurs en 5 ans.

Source : Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche, MENESR, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance ; calculs mission.

3.7. Origine scolaire des étudiants entrant en CPGE en 2014-2015

	Bacs généraux			Bacs techno	Autres origines	Total	Effectif d'entrants
	S	ES	L				
Filière scientifique	93,9	0	0	5,1	1	100	25 172
Filière économique et commerciale	42,5	45,9	0,4	10,1	1,1	100	9 961
Filière littéraire	23	22,2	53,6	0	1,2	100	6 887
Total	70,1	14,5	8,9	5,5	1,1	100	42 020

Source : Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche, MENESR, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance ; calculs mission

3.8. Évolution des formations scientifiques après l'explosion d'AZF

Les étudiants entrant dans le supérieur en 2010 étaient en fin d'école élémentaire au moment de l'explosion de AZF et donc en âge d'en percevoir la gravité.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Effectif CPGE scientifiques	44 690	44 511	44 853	45 947	46 858	47 285	47 851	48 731	49 326	49 053
Poids des formations scientifiques hors santé (%)		23,6	23,3	23,1	23	23	23,1	24	23,9	24,4

Source : Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche, MENESR, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, diverses éditions.

3.9. Réussite en licence des étudiants issus de la cohorte 2009

Caractéristiques des étudiants	Réussite en 3 ans (%)	Réussite en 4 ans (%)	Réussite cumulée en 4 ans (%)
Très favorisé	32,1	13,6	45,7
Favorisé	30,4	13,1	43,5
Assez défavorisé	27,3	12,5	39,8
Défavorisé	20,3	10,5	30,8
Non réponse	17,7	9,3	27
Total	26,5	12,1	38,6

Source : Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche, MENESR, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance.

3.10. Comparaison des deux formes de contrats d'alternance

	Apprentissage	Professionnalisation
Formation	Initiale	Continue
Financement	Taxe d'apprentissage (0,68 % de la masse salariale)	Prélèvement au titre de la formation continue (1 % de la masse salariale)

	Apprentissage	Professionalisation
Qualification	Diplôme enregistré au RNCP ⁸⁹	Diplôme ou titre enregistré au RNCP, Certificat de qualification professionnelle (CQP) engageant une branche professionnelle, Qualification reconnue dans les classifications d'une convention collective nationale de branche.
Modalités pédagogiques	Formation dispensée en centre de formation d'apprentis (CFA) Durée minimale 400 heures par année universitaire NB : la durée du CDD ou de la période d'apprentissage du CDI doit correspondre à la durée standard du cycle de formation	Formation dispensée par un organisme de formation Durée minimale 150 heures Durée comprise entre 15 et 25 % de la durée totale du contrat de professionnalisation Plafond de 25 % pouvant être dépassé pour des jeunes ayant arrêté leurs études au lycée si l'accord de branche le prévoit
Âge	De 16 à 26 ans Au moins 15 ans et ayant achevé la scolarité du collège 30 ans si diplôme précédent obtenu en apprentissage Pas de limite pour les travailleurs handicapés et les entrepreneurs	De 16 à 25 ans Au-delà, réservé demandeurs d'emploi et aux bénéficiaires du revenu de solidarité active (RSA), d'un contrat unique d'insertion (CUI) et des allocations « spécifique de solidarité » (ASS) et « adulte handicapé » (AAH)
Contrat de travail	CDD d'une durée comprise entre 1 et 3 ans CDD pouvant durer 4 ans pour des apprentis reconnus travailleurs handicapés CDD de 6 à 12 mois pour préparer un diplôme de niveau égal ou inférieur à un titre déjà détenu CDI	CDD d'une durée comprise entre 6 et 12 mois Dans certains secteurs, CDD pouvant aller jusqu'à 24 mois pour des jeunes sans qualification CDD pouvant aller jusqu'à 24 mois pour les moins de 25 ans qui ont arrêté leurs études au lycée ou avant CDI
Employeur	Privé Public industriel et commercial Public	Privé Public industriel et commercial Interdit à l'État, aux collectivités locales et à leurs établissements publics à caractère administratif

⁸⁹ Répertoire national des certifications professionnelles

	Apprentissage	Professionalisation
Rémunération	<p>Dans le secteur privé ou public industriel et commercial</p> <p>16 à 18 ans</p> <ul style="list-style-type: none"> * 25 % du SMIC la 1^{re} année * 37 % du SMIC la 2^e année * 53 % du SMIC la 3^e année <p>18 à 20 ans</p> <ul style="list-style-type: none"> * 41 % du SMIC la 1^{re} année * 49 % du SMIC la 2^e année * 65 % du SMIC la 3^e année <p>21 ans et plus</p> <ul style="list-style-type: none"> * 53 % du SMIC la 1^{re} année * 61 % du SMIC la 2^e année * 78 % du SMIC la 3^e année <p>Dans le secteur public, ce salaire est augmenté de 10 % lorsque le diplôme préparé est de niveau du baccalauréat, et de 20 % lorsqu'il est de niveau supérieur</p>	<p>Jusqu'à 25 ans révolus</p> <p>Aucune qualification</p> <ul style="list-style-type: none"> * Moins de 21 ans : 55 % du SMIC, * De 21 ans à 25 ans révolus : 70 % du SMIC, <p>Qualification au moins égale à celle d'un baccalauréat professionnel ou d'un titre ou diplôme à finalité professionnelle de même niveau</p> <ul style="list-style-type: none"> * Moins de 21 ans : 65 % du SMIC * De 21 ans à 25 ans révolus : 80 % du SMIC <p>Au-delà de 26 ans, et indépendamment de la qualification professionnelle de l'alternant, la rémunération ne peut être inférieure ni au SMIC ni à 85 % de la rémunération minimale prévue par les dispositions conventionnelles applicables dans l'entreprise</p>

i « La main à la pâte » (www.fondation-lamap.org) lancée en 1995 par l'Académie des sciences à l'initiative de Georges Charpak et de Pierre Léna, est une fondation qui vise à améliorer la qualité de l'enseignement de la science et de la technologie à l'école primaire et au collège. Elle aide les enseignants à stimuler chez les élèves esprit scientifique, compréhension du monde et capacités d'expression. Près de 400 activités pour la classe sont disponibles en ligne.

ii « Sciences à l'École » (www.sciencesalecole.org) est un dispositif créé en 2004 par le ministère de l'éducation nationale à l'initiative de Pierre Encrenaz et de Jean-Yves Daniel, pour soutenir les projets scientifiques dans l'enseignement du second degré et contribuer ainsi au développement des vocations scientifiques chez les jeunes. Les actions financées, fondées sur des partenariats entre les laboratoires de recherche, les entreprises et le monde scolaire, sont conçues pour favoriser l'interdisciplinarité et l'innovation pédagogique.

iii « Science Factor » (www.sciencefactor.fr), initiative parrainée le MENESR et Universcience (www.universcience.fr), a pour objectif de susciter des vocations scientifiques chez les collégiens et les lycéens. Elle comprend une journée de rencontres entre élèves et professionnels des secteurs scientifiques et technologiques et un concours qui met en lumière les projets innovants que les jeunes aimeraient réaliser une fois diplômés d'une filière scientifique.

iv Il existe un très grand nombre de concours scientifiques et les principaux au niveau national sont :

– Les Olympiades de la Chimie (eduscol.education.fr/cid45596/olympiades-nationales-de-la-chimie.html), de géosciences (eduscol.education.fr/cid46899/olympiades-academiques-des-geosciences.html), de mathématiques (eduscol.education.fr/cid46901/olympiades-academiques-de-mathematiques.html), de physique (eduscol.education.fr/cid45598/olympiades-nationales-de-physique.html) et de sciences de l'ingénieur (eduscol.education.fr/cid54641/olympiades-sciences-ingenieur.html) ;

– le concours « C. Génial » (www.cgenial.org/82-nos-actions/145-concours-c-genial) ;

– le concours « Faites de la Science » (www.faitesdelascience.fr) ;

– « le kangourou des mathématiques » (www.mathkang.org) ;

– le tournoi français des jeunes mathématiciennes et mathématiciens (www.tfjm.org/accueil) ;

– les concours des « Régionale de l'APMEP » (Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public) ;

– le Concours « Découvrir l'univers » (decouvrirlunivers.sf2a.eu) ;

– le « prix Perrin de Brichambaut » (meteoetclimat.fr/prix-scolaire) ;

– le « Rocketry Challenge » (www.rocketry-challenge.fr) ;

– le concours « Prologin » (prologin.org) ;

– « les trophées de robotique » (www.planete-sciences.org/robot) ;

– « les savanturiers » (les-savanturiers.cri-paris.org) ;

– le concours « Batissiel » (la description et le règlement 2017 du concours figurent à l'adresse <http://batissiel.information-education.org/2017/fichiers/REGLEMENT.pdf>).

v En Allemagne, l'organisation du système d'apprentissage a été définie en 1969 par la loi sur la formation professionnelle qui régit l'ensemble des formations en alternance pour les métiers de l'artisanat, de l'industrie, du commerce, de l'administration, de l'agriculture et de l'économie domestique. Cette loi répondait à la préoccupation d'améliorer la qualité de la formation professionnelle jusqu'alors conçue comme une simple préparation à un métier précis largement organisée par le patronat. Dans les dernières décennies, ce système dit « dual » a connu des évolutions importantes, une majorité des entreprises d'accueil sont maintenant des PME du secteur des services, le niveau d'éducation au moment de l'entrée en apprentissage s'est élevé et les parcours se sont donc différenciés pour mieux s'adapter au profil des candidats. Le texte d'origine n'a cependant pas connu de réformes majeures depuis son vote : l'alternance est une filière à part entière au sein d'un système éducatif fortement segmenté, elle constitue souvent la seule voie d'accès à certains métiers qualifiés et la quasi-totalité de la formation pratique est à la charge des entreprises.

Plus d'un million de jeunes (soit 1,2 % de la population) est actuellement en apprentissage.

En Suisse, le système dual de formation est régi par la loi fédérale de 2004 sur la formation professionnelle et constitue, comme en Allemagne, la principale voie de formation professionnelle et technologique. Bien qu'une tendance au développement des enseignements théoriques au détriment de la pratique commence à se faire sentir, ce modèle est généralement considéré comme jouant un rôle clé pour soutenir l'économie du pays et son succès est principalement dû à la bonne coopération entre tous les acteurs. Cependant l'expression « formation professionnelle initiale » est plus courante que celle de « formation duale » car elle exprime simultanément l'idée de la finalité de la formation et celle de son inclusion dans un parcours de formation. Le système suisse offre en effet de réelles perspectives d'évolution individuelle car il propose des passerelles systématiques entre les filières de formation initiale et toutes les formations duales débouchent sur la possibilité de suivre des formations à temps plein ou en alternance dans les hautes écoles ou les universités. Un quart des titularisés de la formation professionnelle initiale poursuit ainsi ses études dans l'enseignement supérieur.

Près de 80 000 jeunes (1 % de la population) sont inscrits en formation duale.

En France au contraire, le diplôme initial est perçu comme déterminant souvent une grande partie de la carrière et l'offre de formation tout au long de la vie comme généralement insuffisante d'une part et comme insuffisamment valorisée par les entreprises d'autre part. Cela conduit les enseignants, et les parents, à encourager les jeunes à s'orienter dans les filières générales qui faciliteront la poursuite des études.

Ainsi, 400 000 jeunes (0,6 % de la population) sont concernés par l'apprentissage et les contrats de professionnalisation.

Sources :

Delautre, Guillaume, *Le modèle dual allemand*, DARES, 2014.

Chochard, Yves, *La formation initiale suisse vue de l'intérieur*, Observatoire compétences emplois de l'UQAM, 2015.

Toubal, Louisa, Bidet-Mayer, Thibaud, *La formation professionnelle en Suisse*, La fabrique de l'industrie, 2016.