

Appétence et désaffection pour les études scientifiques et techniques en France : où en sommes-nous ?



François JEGER – Olivier PERALDI

Juillet 2018



Table des matières

Introduction	4
I.- L'attractivité des techniques et sciences	6
Des sciences et techniques devenues omniprésentes.....	6
Les sciences « dures » et... les autres	6
L'emploi scientifique selon l'INSEE	6
Les études scientifiques selon l'OCDE	7
Les sciences pour comprendre et agir	7
Une image dégradée de l'industrie.....	8
De la promesse de progrès au constat des risques	8
Industrie et travail : une démographie salariale en déclin	9
L'insuffisance de valorisation de l'innovation industrielle.....	9
Oser parler au « grand public ».....	11
S'imaginer « technicien » / « scientifique »	12
L'orientation scolaire en défaveur des études scientifiques et techniques	12
Une déconsidération de l'enseignement technique dans le subconscient collectif	13
Temps court de l'orientation, temps long d'une carrière	14
L'industrie résumée à sa caricature	15
Des générations et des valeurs	16
De la réponse aux besoins du système à celle... du besoin de changement du système..	16
Les conditions de la projection dans une carrière scientifique ou technique	18
Filières technique et scientifique : apprendre à « se vendre »	19
Des métiers genrés ?	20
Des perspectives salariales satisfaisantes	21
II.- Etudes techniques et scientifiques : passer de l'abstraction au concret.....	23
Du fondamental au pratico-pratique.....	23
L'abstrait : une passion française.....	23
Une pédagogie remise en cause par les comparaisons internationales.....	25

Des professeurs démunis	26
Mathématiques et citoyenneté	27
Une ambition citoyenne	27
Réhabiliter le concret	28
Ne pas écarter définitivement les études scientifiques	29
<i>Permettre</i> les « chemins de traverse »	29
Former à un métier, plus qu'à un diplôme.....	30
Formation continue : parfaire le bagage universitaire pour évoluer professionnellement	31
Des écoles de la deuxième chance aux passeports de compétences.....	31
Techniques et vie de tous les jours.....	32
Conclusion	33
Propositions	35
11 mesures à mettre en œuvre d'urgence	35
Annexes : la définition de l'OCDE	37

Introduction

La formation d'étudiants en sciences et technologie, en quantité et en qualité, est aujourd'hui un défi pour la France dans une économie mondialisée. L'Organisation de coopération et de développement économique (Océde) observe un déclin relatif de ces études propre aux pays industrialisés. En France, depuis plusieurs années, de nombreuses études font le constat d'une perte d'attractivité pour ces filières.

Un constat d'autant plus interpellant pour la France au moment où la Nation est engagée dans un processus de reprise économique dont les compétences techniques et scientifiques sont parmi les moteurs indispensables. Techniciens et scientifiques sont devenus des entrants indispensables à toute activité économique. L'agriculteur est connecté à des équipes expertes en génie génétique, en automatisme, en électrotechnique et en climatologie.

Les techniques, par construction fortement liées au progrès des sciences, sont désormais partout. Dans le monde du travail, dans les lieux de vie, dans les outils reliés les uns aux autres pour chaque activité humaine. La force économique d'un pays est plus que jamais liée à sa capacité d'alimenter la recherche et l'innovation.

A l'heure où l'intelligence artificielle ouvre des horizons inédits dans les sciences et les techniques, qui peut penser que l'industrie, les finances, le numérique, l'e-commerce, l'e-santé, etc., en bref la vie quotidienne, il est dangereux pour une Nation de se priver de l'expertise, de l'imagination et de la dynamique des techniques et des sciences.

La France doit s'inquiéter. En quarante ans, l'image de l'industrie s'est lentement mais continuellement dégradée dans l'esprit des Français. Les métiers techniques ont perdu leur prestige. Ils ont cédé le pas dans l'imaginaire collectif à des carrières paraissant plus « modernes », moins menacées, en un mot, plus rassurantes, voire valorisantes. Reconversions minières, fermetures d'usines et de sites d'exploitation, crises de l'énergie, catastrophes industrielles et environnementales, mais aussi délocalisation ont entamé la confiance des Français. Plus récemment, la concurrence en image de secteurs économiques nouveaux a fini de détourner un grand nombre de talents de l'aventure scientifique et technique. Après avoir fait les grandes heures de l'industrie toute puissante, l'innovation a été captée par l'économie immatérielle. Le numérique a chassé la mécanique. Aux bassins houillers a succédé l'image aseptisée d'une Silicon Valley triomphante.

Le phénomène est-il réversible ? Alors que la différence de coût d'un ingénieur français par rapport à celui de son homologue indien ou chinois s'estompe, l'Europe, et plus précisément la France, peut-elle saisir sa chance ? L'espoir repose sur la capacité à disposer des talents techniques et scientifiques pour faire « redémarrer la machine » de l'innovation.

Or, pénurie de vocations, de main d'œuvre qualifiée, mais aussi, à ne pas y prendre garde, d'enseignants en nombre suffisant, la France pourrait passer à côté d'un renouveau de son génie industriel. Il est permis d'en douter devant la faiblesse persistante des vœux d'études scientifiques et techniques ou encore la crise des vocations de professorat sur ces mêmes matières. Sur ce dernier point, des pistes pourraient être mises en œuvre. Des rémunérations plus valorisantes et des formations initiales des enseignants adaptées aux enjeux techniques et scientifiques en sont deux exemples parmi d'autres.

Techniques et sciences sont-elles suffisamment abstraites pour intéresser les Français ? Selon que nous nous trouvons d'un côté ou de l'autre de la Manche, les lois de Newton restent-elles les mêmes ? Il est possible d'en douter au regard des méthodes d'enseignement de la physique semblent différentes d'une nation à une autre. L'esthétique française de la démonstration prime sur le pragmatisme anglo-saxon. Combien d'élèves détournés d'une carrière scientifique par l'absence de lien entre l'abstraction et le concret dans le cursus scolaire ? Passer de l'abstrait au tangible est l'un des défis de l'enseignement technique et scientifique français.

A ce vice originel s'ajoute l'absence dans la vie quotidienne de mise en valeur des techniques et des sciences. Dans un monde baigné à chaque instant de technologies et d'applications, peut-on encore se passer de tout effort de réflexion et de raisonnement ? Cet effort paraît salutaire dans un monde où l'émotionnel investit jusqu'aux jouets et autres outils ludiques. Les jeux électroniques font essentiellement appel aux sensations instinctives et autres réflexes, caractéristique à laquelle s'oppose par nature l'esprit scientifique.

La désaffection pour les études et carrières techniques et scientifiques interpelle l'ensemble des acteurs de la formation, initiale et continue, scolaire, secondaire et universitaire, mais aussi ceux de l'insertion dans l'emploi. Il interroge aussi les institutions (médias, familles, etc.) en contact avec les jeunes en situation de réaliser des choix d'orientation et de répondre (ou non) à la nécessité de projeter un parcours professionnel.

Par ailleurs, l'écart de charges liées à la protection sociale des salariés entre les pays pèse encore significativement plus sur les entreprises françaises que celles d'autres contrées, particulièrement installées dans les BRICS. Il est connu que cet écart altère les marges des entreprises françaises et donc leur capacité à investir, notamment dans les compétences techniques et scientifiques. Cela même au moment, où les BRICS disposent désormais sur leur territoire désormais d'écoles et de filières de formation performantes. Ce dynamisme se double d'une montée en gamme des équipements de production qui offrent des perspectives jusqu'alors insoupçonnées de carrières aux diplômés de tous les pays.

I.- L'attractivité des techniques et sciences

Des sciences et techniques devenues omniprésentes

Au cours du temps le glissement sémantique entre « savant » et « scientifique » a eu pour corollaire un extraordinaire développement des disciplines dans leur nombre et leur complexité. Cette évolution sur deux siècles a eu comme point d'orgue le débat de spécialistes qui a présidé à l'établissement, en 1995, d'une nomenclature internationale, placée sous l'égide de l'OCDE.

Cette liste en rassemblant les différentes disciplines scientifiques en montre dans le même temps leur extrême diversité.

Les sciences « dures » et... les autres

Cette diversité peut parfois dévaloriser auprès des profanes les sciences qualifiées d'« exactes », de « dures » ou encore « de la matière », au profit de disciplines plus récentes tournées vers l'étude du fait sociétal ou vers l'humain, telles que l'économie, la sociologie, l'histoire, la géopolitique, ou encore... les sciences politiques. En outre, l'attractivité des sciences exactes pour les contemporains du XIX^e siècle, par l'inouïe modernité des découvertes dans la vie de tous les jours, par la capacité pour un autodidacte de s'inscrire dans une démarche d'invention, mais aussi par le regard admiratif porté par la société sur les réalisations techniques issues des recherches scientifiques, s'est diluée avec l'émergence de sujets de recherche concernant l'humain et la société. De fait, la physique et la biologie qui représentaient l'essentiel des sciences ont du partager leur superbe avec des matières de plus en plus séduisantes¹.

L'emploi scientifique selon l'INSEE

Le ministère français de l'éducation, par son service statistique la DEPP, donne une définition de l'emploi scientifique en référence aux familles professionnelles (nomenclature du Ministère du travail). Elle distingue deux groupes professionnels :

Le premier groupe correspond aux emplois de la recherche et de l'enseignement :

- enseignants du supérieur et chercheurs de la recherche publique ;
- ingénieurs et cadres ayant une activité de recherche et/ou de développement ;
- enseignants du secondaire et Techniciens ;
- ouvrier qualifié de laboratoire de recherche

Le second groupe correspond aux emplois technologiques du secteur productif :

- ingénieurs et cadres techniques ;
- techniciens et agents de maîtrise du secteur productif ;
- ouvrier qualifié du secteur productif.

¹ Voir notamment, F. Jeger et O. Peraldi, *Chiffres et Citoyenneté* : « jusqu'au milieu du XIX^e siècle, le terme de « science » était réservé à la physique et à la biologie. L'apport des mathématiques dans leur formalisation et surtout l'expérimentation leur apporta la rigueur, certes base de la démarche scientifique. Leur succès fut tel qu'elles en vinrent bientôt à exercer une extraordinaire fascination sur ceux qui travaillaient dans d'autres domaines ; ils se mirent rapidement à imiter leur enseignement et leur vocabulaire (...) »

Cet ensemble correspond à 3,3 millions d'emplois, soit 13 % de l'ensemble.

L'économie a besoin de plus en plus d'emploi scientifique : durant les vingt-cinq dernières années, il a progressé de 2 % par an ; rythme bien supérieur à celui des autres métiers.

Les indicateurs de tension du marché du travail

	Jun 2015	Jun 2017
Ensemble des métiers	0,44	0,55
Ingénieurs et cadres de l'industrie	0,47	0,69
Technicien et A M de la mécanique	1,25	1,7
OQ des industries de process	0,73	0,86

Source : DARES ministère du Travail

Les études scientifiques selon l'OCDE

Le groupe de travail n'a pas trouvé de définition universelle des études scientifiques et techniques. L'OCDE avait esquissé, lors d'un colloque à Canberra en 1995, une définition extensive combinant à la fois la spécialité et le niveau de formation.

Les spécialités sont les sciences exactes et naturelles, les sciences de l'ingénieur et technologiques, les sciences médicales et les sciences agricoles. Le niveau de formation minimal est bac + 2 (voir annexe 1). Le groupe de travail a décidé d'exclure les formations médicales de ses réflexions. En effet, le nombre de candidat au concours de médecine (six pour une place) montre que cette filière reste très attractive.

Les sciences pour comprendre et agir

Les compétences scientifiques et techniques sont devenues indispensables au maintien, voire au développement, des conditions de vie telles que souhaitées et attendues par la population. Pas de réponse aux besoins de la vie quotidienne aujourd'hui sans le recours aux savoirs techniques et scientifiques. A commencer par les plus quotidiens et élémentaires tels que l'accès à l'eau, à l'électricité, l'usage de transports, des communications, etc.

Tous les secteurs d'activités sont concernés par le développement, la modernisation, donc les ingénieurs exercent dans tous les domaines : l'industrie, l'agroalimentaire, l'énergie, les télécommunications, la sécurité, l'agriculture, le recherche, la finance, la santé, les matériaux, le transport, l'environnement, la construction, l'informatique, etc.

Une telle place dans la vie de tous les jours confère un rôle majeur aux compétences d'ingénierie, en ce qu'elles sont transverses et pas seulement appuyées sur une démarche empirique. L'ingénieur, en ce début de siècle, est plus que jamais le maillon indispensable à la bonne marche de l'environnement technologique de la société moderne. Parmi les nombreux vecteurs du ressenti de l'opinion, Wikipédia lui-même accorde à l'ingénieur les deux rôles essentiels de « gérer des projets d'ensemble » et de « résoudre des problèmes techniques »².

²:<https://wikipedia.org/wiki/Ingénieur>

Une image dégradée de l'industrie

De la promesse de progrès au constat des risques

D'abord résumé dans l'imaginaire social dès la fin du XIX^e siècle à une vision déprimante du labeur « à la chaîne » peu ou prou contrebalancée par une expression d'optimisme liée à la notion de participation au progrès technique et social, l'industrie gagna au fil du temps l'apaisement des représentations sociales à son encontre. L'innovation technologique et la rapidité inédite de l'évolution des modes de vie qu'elle induit, tant par l'allègement de nombreuses tâches laborieuses dans le monde du travail que dans la sphère privée, marqua l'apogée de la valorisation de l'industrie dans l'esprit des contemporains.

Même les scandales industriels des années 70³, d'ampleur inédite dans leurs effets et leur nombre, furent essentiellement perçus en tant que catastrophes environnementales ou écologiques plutôt que dus à des excès ou à une insuffisance de maîtrise d'une activité économique.

Pour autant, la succession et l'accélération d'abus systémiques et de drames socio-économiques ou sanitaires dans les décennies qui suivirent, finirent par entamer le crédit accordé jusqu'alors par l'opinion publique aux activités industrielles⁴. A l'impact dans l'opinion publique d'accidents industriels s'est ajoutée la conséquence de mutations du paysage économique - relevant souvent bien plus de l'évolution du droit ou du coût du travail que d'objectifs d'optimisation capitaliste – telles que l'émergence d'industries concurrentielles dans d'autres parties du monde, ou délocalisation en Europe ou ailleurs.

Ainsi, la vision largement commentée par les décideurs politiques et les médias dans les années 80 d'une « fin de la classe ouvrière » en France⁵ au profit de la notion de « classes moyennes » (au pluriel), alimentée par la tertiarisation de l'économie, ou, plus marquant encore dans le ressenti social, par les phénomènes de délocalisation, vint parachever les conditions d'un discrédit profond.

Par nature protéiforme et hétérogène, dans l'obligation de se réinventer sans cesse, l'industrie couvre un périmètre qui la met continuellement sous les feux des projecteurs. Elle découvre le prix médiatique - et parfois financier ou juridique -, d'être profondément ancrée dans le quotidien de l'opinion publique, via la production manufacturière, l'environnement numérique, la filière agro-alimentaire, la participation aux flux de toutes sortes dont les transports, mais aussi la santé et le bien-être, l'énergie, les réseaux, etc.

Les défis économiques, technologiques et environnementaux qui se posent à l'industrie sont de plus en plus complexes. La promesse de progrès de l'industrie pas sans risque, et la révélation de celui-ci peut faire douter de la promesse d'avenir meilleur. D'autant qu'à la complexité croissante intrinsèque à la recherche technologique et au maintien de la productivité, s'ajoute des enjeux croisés, voire des injonctions socio-économiques difficilement conciliables.

³ Tels que l'explosion le 10 juillet 1976 du réacteur chimique de Seveso (Italie), le naufrage le 16 mars 1978 de l'Amoco Cadiz (France), ou encore la fusion accidentelle le 28 mars 1979 du réacteur de la centrale nucléaire de Three Mile Island (USA).

⁴ Crises sanitaires dites de « la vache folle » et « tremblante du mouton », drame de Tchernobyl (avril 86), naufrage de l'Exxon Valdez (24 mars 89), l'explosion de l'usine AZF à Toulouse (21 septembre 2001), explosion de la centrale nucléaire de Fukushima (11 mars 2011), etc.

⁵ 37 % des actifs en 1981, 13 % en 2012. Voir notamment, De « classe ouvrière » à « classes moyennes », une réfection terminologique du champ social en France, *From "Working Class" to "Middle Classes", a Lexical Turn in the Social Field in France*, Marc Arabyan, ou encore parmi de très nombreuses interventions dans le débat, l'interview accordée par M. François Mitterrand, Président de la République, au journal "L'Expansion", sur les résultats de la politique gouvernementale depuis mai 1981, Paris, vendredi 16 novembre 1984.

Quand l'automatisation industrielle, deux fois plus poussée en Allemagne qu'en France⁶, peut être perçue comme un avantage concurrentiel au profit de la production Outre-Rhin, elle peut être également vue comme un danger pour l'emploi.

Quand une diminution de 10 % des émissions de gaz à effet de serre pouvant, par exemple, être consécutive à une augmentation du prix de l'énergie, répond à un souci écologique, elle peut aussi être perçue comme négative par une baisse de 1 % de la productivité, et donc de l'emploi⁷. Quand l'intelligence artificielle promet une plus grande fluidité des interactions, elle suggère aussi au mieux la prudence au pire l'inquiétude ne serait-ce qu'au regard des libertés individuelles⁸...

Cette complexité peut parfois, auprès du grand public peu averti des réalités du monde industriel, technique et scientifique, tourner à un sentiment de contradiction peu soluble. Le malaise est palpable jusque dans l'ordonnancement des orientations gouvernementale, comme cela fut le cas avec la publication de la Stratégie nationale de la Recherche (SNR) en 2015 où le chapitre intitulé « grandes orientations stratégiques » commence par le défi du climat, suivi par celui des énergies propres, pour enfin aborder la question du « nouveau industriel ». Cela n'aide pas à une compréhension simple des engagements industriels, techniques et scientifiques et finit de nuire à l'image des carrières techniques et scientifiques d'autant plus, pour ces dernières, lorsqu'il s'agit de se projeter dans la recherche en sciences appliquées.

Industrie et travail : une démographie salariale en déclin

Sur les 25,8 millions de Français en activité professionnelle, près de 14 % travaillent dans le secteur industriel. A titre comparatif, ils sont 75 % à être salariés dans le secteur tertiaire⁹. En quarante ans, le rapport entre le monde industriel et celui des services s'est inversé avec pour conséquence une réduction de moitié de la part de l'industrie.

A ce phénomène s'ajoute en corollaire une « sédentarisation » et un « vieillissement » des salariés de l'industrie, dont 54 % sont en postes depuis plus de dix ans ; seule l'agriculture est dans une situation moins favorable avec près de six salariés ou exploitants sur dix ayant plus de dix ans d'ancienneté.

Le déclin de la part des personnes travaillant dans l'industrie a éloigné cette dernière des réalités familiales. Alors que la famille reste l'un des environnements les plus prescripteurs lors des choix d'orientation scolaire et d'études¹⁰, ce recul n'a pas été compensé par un surcroît de mise en lumière des techniques et des sciences dans leur application « de tous les jours ». La perte d'interface entre le milieu familial et le monde du travail scientifique et technique nuit à la capacité du jeune à se projeter dans des carrières manquant d'occasion d'être présentées, expliquées et valorisées.

L'insuffisance de valorisation de l'innovation industrielle

La nécessité de valoriser la culture scientifique, technique et industrielle est largement partagée par les décideurs publics sans que pour autant la mesure de l'urgence à agir emporte de décisions fortes. L'apport d'un livre blanc, dont la rédaction était certes inscrite dans la loi de

⁶ N. le Ru, *L'effet de l'automatisation sur l'emploi : ce qu'on sait et ce qu'on ignore*, France Stratégie, Note d'analyse n°49, juillet 2016.

⁷ F. Vona, *Transition énergétique : contrainte ou opportunité pour la croissance et l'emploi*, OFCE, Policy brief n°15, avril 2017.

⁸ R. Hindy, L. Janin, C. Berthet, J. Charrié, A-C. Cornut, F. Levin, *Anticiper les impacts économiques et sociaux de l'intelligence artificielle*, Centre national du numérique / France Stratégie, mars 2017.

⁹ Insee, *Emplois par activité*, mars 2016.

¹⁰ Voir notamment, *Académie de Toulouse : l'orientation post-bac largement influencée par la famille et le lycée*, Insee Analyses Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées n°22, mai 2016.

2013 relative à l'enseignement supérieur¹¹, fut trop tardif sa publication n'étant intervenue qu'en fin de mandat présidentiel¹² et passée quasiment inaperçue au moment où les Français étaient accaparés par une campagne d'élection présidentielle à rebondissement.

Malgré tout l'intérêt de l'élaboration d'une Stratégie nationale de la Recherche (SNR) mise en place en 2015, notamment dans l'orientation donnée au rapprochement avec les acteurs industriels, il a été regrettable qu'aucune mesure ne porte sur la valorisation des filières d'accès aux métiers techniques et scientifiques. A titre illustratif, lorsque les pouvoirs publics s'attachent à rapprocher les acteurs de la formation au monde économique, ils mettent d'abord en place des « conseils sectoriels » regroupant les représentants des uns et des autres, en commençant par le numérique, le transport, la logistique, puis en 2016 par le tourisme, venant compléter le comité sectoriel « sport et animation » déjà existant¹³. Parmi ces secteurs économiques l'absence de ceux relevant des sciences dites « dures » ou, plus simplement, des savoirs liés à l'innovation opérationnelle industrielle est criante.

Plus frappant encore, si parmi les quatre thématiques transversales ciblées dans le cadre de la Stratégie nationale de culture scientifique, technique et industrielle (Sncsti) sont cités les « sciences dures » et les « métiers techniques »¹⁴ ce n'est pas en tant que fin en eux-mêmes mais au regard de la résolution de problématiques sociétales auxquelles ils devraient participer, telles que l'égalité entre les hommes et les femmes, les enjeux du changement climatique, le développement durable ou encore l'épistémologie des savoirs. Si l'approche en tant que telle ne soulève aucune objection, elle ne doit pas pour autant occulter le besoin de mesures fortes pour, en amont et en priorité, valoriser sciences dures et études techniques auprès des publics afin d'en améliorer l'attractivité.

Par ailleurs, tout en affichant pour cœur de cible les jeunes de « 3 à 20 ans », et malgré ses cinquante premières mesures du ministère¹⁵, la Sncsti ne présente pas d'action concrète de valorisation des sciences, de l'industrie ou du savoir technique en tant que tels auprès des lycéens, des étudiants et de leur environnement social ou familial.

Si la prise de conscience par les responsables politiques de l'importance de la valorisation des techniques et des sciences d'application concrètes n'est plus à faire, l'absence de changement de cap concret doit être dénoncée. La réponse de la ministre de l'Education nationale à une question écrite d'un sénateur sur les difficultés de recrutement dans l'industrie alors que ses filières offrent de fortes perspectives de carrière est, de ce point de vue, particulièrement édifiante. En indiquant que les deux tiers des conventions de partenariat entre des écoles et des entreprises concernaient l'industrie, pour un total d'une... cinquantaine d'accords-cadres¹⁶, - à rapprocher donc des 4 200 lycées, 7 100 collèges et 51 5700 écoles que comptent les villes et campagnes françaises -, la ministre apporte une réponse manifestement pas à la hauteur des enjeux.

Plus récemment, un avis de députés membres de la commission des affaires culturelles et de l'éducation¹⁷ dressait un bilan mitigé des résultats de la loi de 2013 sur l'enseignement supérieur

¹¹ Article 17 de la loi n°2013-660 relative à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, du 22 juillet 2013.

¹² Remise du livre blanc le 31 janvier 2017.

¹³ *Livre blanc de l'Enseignement supérieur, et de la Recherche*, 2017, p.103.

¹⁴ Cf. p. 69.

¹⁵ Cf. *50 premières mesures de simplification pour l'enseignement supérieur et la recherche*, 28 avril 2016, ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

¹⁶ Question écrite au gouvernement n°02148 de Michel Doublet, sénateur de Charente-Maritime, Journal Officiel du sénat, 4 octobre 2012, réponse de la ministre du 10 janvier 2013.

¹⁷ P. Henriet, D. Héryn, députés, avis sur le projet de loi de finances pour 2018, tome IV, p. 24.

et la recherche¹⁸. Rappelant une « désaffection croissante des étudiants » pour les filières scientifiques, particulièrement pour les filles, et « qui pourrait, à terme, pénaliser la qualité de la recherche produite en France », les rapporteurs regrettent une baisse de crédits de l'Etat en matière de soutien à la recherche culturelle et culture scientifique, respectivement de 4,8 % et de 7,4 %¹⁹.

En outre, ils soulignent à juste titre la nécessité de mieux connaître les publics qui auraient bénéficié des actions menées par le CSTI, notamment par l'âge, le sexe, la condition socio-professionnelle, le lieu de résidence, etc., mais aussi du niveau d'impact que ces actions auraient eu, tel que le degré de satisfaction au regard des besoins ou attentes des publics concernés. Précisons néanmoins que, pour dresser un bilan de la loi de 2013, aucune personne du monde de l'entreprise, et encore moins des métiers techniques et industriels, ne figure parmi les personnalités auditionnées par la commission parlementaire. Une absence regrettable qui en dit long sur le chemin restant à parcourir.

Oser parler au « grand public »

Les écoles d'ingénieur communiquent²⁰. L'Insa de Lyon fait connaître la distinction reçue par l'un de ses directeurs pour ses travaux sur le traitement des déchets, Centrale-Nantes met en avant les échanges entre ses enseignants et les chercheurs du CNRS, l'Ecole Polytechnique développe une chaîne-vidéo d'interviews de ses professeurs,

Mais trop peu de messages positifs surfent encore sur les vecteurs d'information à destination du grand public, à l'instar du reportage présentant le parcours et les motivations d'étudiants-entrepreneurs inscrits à l'Institut polytechnique de Grenoble²¹ ou celui présentant sur France 2 le t-shirt « anti mal de dos » de cet étudiant ingénieur de l'Insa de Lyon. L'école retwitta comme le font bon nombre d'institutions, à juste titre fières de l'inventivité de leurs élèves, comme autant de mise en avant de la valeur de l'enseignement reçu.

Gagnant-gagnant, pour l'étudiant comme pour l'école ou l'université, mais si l'usage des réseaux sociaux permet de toucher ses pairs et l'environnement technophile de la Toile, les exemples d'initiatives et de réussites d'étudiants ingénieurs ou jeunes chercheurs sur les canaux de diffusion « grand public » restent trop rares.

Diffusions en direct de colloques et partages d'agendas événementiels animent la communauté des déjà convaincus de l'intérêt des études techniques et scientifiques, mais trouvent leur limite face à la difficulté de susciter l'intérêt des néophytes.

Le défi de conquérir l'intérêt des Français pour les études techniques et scientifiques requiert une approche décomplexée de l'usage de la communication. Dans un monde où la formation initiale d'ingénieurs, techniciens et scientifiques en nombre suffisant est désormais un enjeu concurrentiel entre les nations, il apparaît particulièrement irresponsable de se priver du bénéfice des outils d'information. Alors que les écoles de commerce ont compris depuis plusieurs décennies la logique de marque et l'appliquent avec un succès qui force l'admiration, il n'en va pas de même pour les institutions d'études supérieures techniques et scientifiques.

Tant pour les futurs managers, responsables de force de vente et autres traders, que pour le grand public, l'impact de marque pour une école de commerce est tel qu'il fait passer l'augmentation des frais de scolarité au second plan dans l'appréciation de sa pertinence.

¹⁸ Loi n°2013-660 du 22 juillet 2013.

¹⁹ Ligne de crédits consacrés à la CSTI au programme n°186.

²⁰ Voir notamment, *Comment les meilleures écoles d'ingénieurs communiquent-elles sur les réseaux sociaux ?*, C. Pellerin, 2018.

²¹ Reportage LCI/TF1, 16 février 2018.

Lorsque HEC s'adresse au public, la haute école voit grand et lance une campagne internationale. Pour être compétitive et être en phase avec son ambition d'excellence, elle résume sa marque par un *tomorrow is our business*²². Un slogan valorisant l'école comme l'étudiant. Une formule simple et qui n'en est que plus attractive. Et c'est une école de commerce qui occupe tout le terrain de l'avenir et des préoccupations d'une jeunesse éprise de valeurs éthiques et consciente du rôle qu'elle pourrait jouer, en l'interpellant par des termes que ne renierait pas l'industrie : « écologistes, créez des usines »²³. Pragmatiques et conquérantes, les écoles de commerce démontrent leurs ambitions sur un échiquier concurrentiel mondial. Elles se donnent les moyens de participer au grand jeu.

Concentrées sur leurs habitudes, cédant le pas sur leur propres platebandes sémantiques, les écoles d'ingénieurs peinent à intégrer la communication grand public, pourtant devenue incontournable dans un monde de surenchère de messages en tous genres.

S'imaginer « technicien » / « scientifique »

L'orientation scolaire en défaveur des études scientifiques et techniques

Les futurs bacheliers sont seulement 17 % à s'orienter vers un Bac L, quand ils sont 30 % à choisir le Bac ES et 53 % à tenter le Bac S²⁴. Cette propension des classes d'âge à favoriser un bac appuyé sur les maths et les sciences et restant le plus susceptible de préparer aux études techniques et scientifiques ne se retrouve pourtant pas dans l'expression des vœux d'études post-Bac. Sur les quelques 460 000 élèves ayant émis au moins un vœu sur la plateforme du ministère, seulement 10 % d'entre eux ont exprimé en 2017 le souhait de poursuivre en Classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE), sachant que sur les quelque 86 000 inscrits, un tiers suivra une autre filière²⁵ que technique et scientifique, ramenant en tout et pour tout le nombre de jeunes en préparation à des études poussées de la filière scientifique à moins de 55 000.

La faiblesse du taux de 4 % de vœux pour intégrer une école d'ingénieur est encore plus préoccupante²⁶. Surtout en comparaison des contingents d'étudiants en techniques et sciences dans des pays ayant déployé des efforts importants et soutenus en faveur de ces filières considérées comme stratégiques.

A titre illustratif, c'est aussi le cas pour les filières universitaires scientifiques et techniques où l'insuffisance de valorisation des métiers techniques et scientifiques se ressent dans l'expression des vœux des bacheliers. Alors que le pourcentage d'étudiants choisissant de suivre ce type de filières décroît au niveau national, les études en sciences et techniques des activités physiques et sportives (STAPS) comptabilisaient 11 % des vœux des bacheliers 2016 en Admission post-Bac (APB), en troisième position après les cursus menant aux métiers de la santé (17 %) et les études de droits (14 %).

²² « Après une première parution dans le numéro du *Financial Times* consacré au classement mondial des programmes masters, la campagne sera déclinée en print et en web dans la presse économique française et internationale (*Le Figaro*, *L'Express*, *Le Nouvel Observateur*, *The Economist*, *The Wall Street Journal*, *The Financial Times*, etc.)... », Communiqué de presse, HEC Paris lance sa nouvelle campagne de communication, HEC, novembre 2013.

²³ Slogan français de l'une des affiches de la campagne 2013-2014, HEC.

²⁴ Note d'information n°17.18, *Le Baccalauréat 2017, session de juin*, Direction de l'évaluation et de la prospective et de la performance (Depp), ministère de l'Éducation nationale, juillet 2017. Même si la tendance semble fléchir avec plus de 5 % d'inscription supplémentaires en série « L », et que 0,3 % de plus à s'orienter en série « ES » et 3,7 % vers la série « S ».

²⁵ Filière économie, ou littéraire.

²⁶ Note d'information n°18.01, *Choix d'orientation en terminale et mobilité géographique*, Système d'information et des études statistiques (SIES), ministère de l'Éducation nationale.

A titre d'exemple, l'académie de Versailles constatait un taux d'attraction des licences de 2,33 % pour les Staps, pour des taux de 0,60 % pour le génie civil, 0,50 % pour la chimie, 0,39 % pour la physique ou encore 0,20 pour l'électronique/énergie électrique/automatisme²⁷. L'engouement pour les Staps, dont le taux supérieur à 1 annonce les déconvenues des candidats puisqu'il indique l'existence de trois candidats pour une seule place, fait d'autant plus apparaître la désaffection profonde des jeunes à l'égard des études scientifiques et techniques.

Cet indice de la désaffection des jeunes pour les études techniques et scientifique est néanmoins interrogé par les résultats d'un sondage largement repris par le ministère de l'Enseignement et de la Recherche en 2017²⁸, qui affirment que 66 % des personnes sondées s'étaient déclarés « intéressés par l'actualité scientifique », contre seulement 42 % par l'actualité sportive²⁹ ; sauf à ce que les jeunes se démarquent résolument du reste de la population ou, à tout le moins, du panel de Français interrogés.

Le taux d'attraction est calculé en mettant en rapport le nombre des vœux placés en 1^{ère} position par les candidats avec les capacités d'accueil correspondantes (taux d'attraction = vœux 1 / capacité). Exemple : Si l'université X peut accueillir 300 élèves en « Licence STAPS » et si 900 élèves de l'académie formulent la demande « Licence STAPS » dans cette université X en 1^{er} vœu, le taux d'attraction s'élèvera alors à 3 (900 / 300). Un taux d'attraction supérieur à 1 exprime une tension entre la demande des élèves et l'offre de formation. Un taux d'attraction égal à 3 signifie que pour la spécialité en question et pour l'établissement d'accueil concerné, on compte trois candidats (ayant formulé cette spécialité en 1^{er} vœu) pour une place.

Source : Académie de Versailles.

Que s'est-il passé pour que tant de bacheliers S choisissent de ne pas entrer dans une filière technique ou scientifique ?

Une déconsidération de l'enseignement technique dans le subconscient collectif

Avec des effectifs qui auront diminué de 16 % depuis 2006, l'industrie aura perdu 500 000 emplois en dix ans³⁰. Destruction créatrice schumpétérienne ou non, l'impact du phénomène auprès de l'opinion publique, et donc des jeunes et de leurs familles, ne doit pas être négligé. D'autant que bien peu sont ceux qui pourraient se rassurer aux lumières de thèses économiques faute de les connaître. Que l'on puisse les juger optimistes ou non, dignes d'intérêt ou fumeuses, ni les unes ni les autres ne sont suffisamment abordées dans les programmes scolaires généralistes pour laisser espérer d'autres réactions qu'émotionnelles face à des phénomènes laissés dans l'ombre. Tout ce qui est mal connu est anxiogène. En toute chose, l'obscurantisme est facteur de fantasmes. Il amplifie les réactions. En matière de désaffection, la réaction est massive. En ce qu'elle s'appuie sur les destructions d'emplois et non pas sur les potentiels non pourvus, elle est irrationnelle et à courte vue.

Aussi, les bacheliers sont-ils en proportion de moins en moins nombreux à choisir de poursuivre des études techniques et scientifiques. Mais, la majorité de ceux qui se lancent le fait, sans complexe, en toute connaissance des différences de salaires entre une carrière issue d'études scientifiques et les autres. Une étude commanditée par le ministère de l'Education nationale, en partenariat avec plusieurs médias³¹, indique que peu nombreux sont les étudiants qui se retrouvent en cursus technique ou scientifique par défaut. Conscience de l'avenir et avoir les

²⁷ Repères académiques, *Admission post-Bac, taux d'attractivité*, Académie de Versailles 2016.

²⁸ Livre blanc de l'Enseignement et de la Recherche, 2017.

²⁹ *Les Français et les sciences participatives*, enquête Ipsos Sopra Steria pour La Recherche et Le Monde, mai 2016.

³⁰ Insee, Répertoire des entreprises et des établissements, Sirène, février 2018.

³¹ La Recherche, Le Monde, enquête *Science et vérité*, avril 2013, Ipsos.

meilleures chances de trouver un travail apparaissent être les deux premiers facteurs d'attractivité de ces études.

Cependant, des nuances existent sur la suite des études. Un étudiant sur deux en filière technique et scientifique (51 %) ne se projette pas dans une carrière à dominante scientifique. Il est à noter que cette réserve est moindre plus le jeune avance dans ces études. Les lycéens exprimant une appétence pour les études de ce type ne sont cependant que 41 % à envisager en faire une carrière. Sans surprise, les métiers d'ingénieurs restent le premier choix des étudiants en science, plus de quatre sur dix ambitionnant de le devenir, alors que le métier de chercheur n'en attire qu'un sur trois.

Il s'agit là de l'appétence d'étudiants déjà engagés dans un cursus technique ou scientifique jugeant à 95 % que leurs études les mèneront à des « métiers intéressants et épanouissants ». Pragmatiques, mais aussi informés, pour près de sept d'entre eux sur dix, la rémunération est l'un des premiers éléments déterminants de leur choix d'étude.

Mais que dire de tous ceux qui ne se projettent pas dans un avenir étudiant et professionnel technique ou scientifique, voire qui se détournent résolument de ces carrières ? L'image des techniques et des sciences a fortement évolué au cours du temps. Chaque siècle a sa représentation de la recherche, des inventions, de l'exploitation des découvertes et de l'activité économique et sociale qui en découle. L'aviation a fait rêver au début du XX^e siècle. Les premières décennies du siècle suivant auront plutôt été celles du codage sous toutes ses formes, et de ses applications les plus diverses, des jeux vidéos en 3 D, aux algorithmes appliqués à la recherche fondamentale.

Temps court de l'orientation, temps long d'une carrière

Dans un monde d'accélération technologique sans précédent, les perspectives du changement s'apparentent au jeu du « qui dit mieux » médiatique au détriment d'une réflexion posée sur les perspectives sociales des mutations en cours. Les chiffres les plus extrêmes occupent les esprits, alarment, et jettent le doute en toute chose. Quel étudiant peut sereinement s'imaginer un avenir professionnel quand une étude défraie les médias en affirmant que 60 % des métiers en 2030 n'existent pas encore, ajoutant que 45 % des métiers exercés en 2016 auront disparu d'ici là ?³² Peu importe la robustesse des prédictions, l'annonce est suffisamment anxiogène pour les personnes en emploi mais aussi celles qui en cherchent et pour celles censées s'y préparer pour que le débat porte plus sur l'effet d'annonce que sur la méthode. Le sujet est porteur. La surenchère l'est encore plus. A peine un an après, ce sont 85 % des métiers qui auront disparu en 2030 à en croire une étude d'ambition internationale³³.

D'autant que si les trois dernières décennies ont vécu l'émergence et l'installation de l'informatique et du numérique dans toutes les disciplines et tous les domaines économiques, les révolutions à venir de l'intelligence artificielle, ou encore du calcul quantique suggèrent des chambardements méritant des analyses prospectives approfondies et partagées au niveau international.

Trois décennies d'une mutation du monde du travail toujours en cours et en mode accéléré qui ont mis et mettent encore à l'épreuve la réactivité d'une institution scolaire et universitaire aux pesanteurs désormais non dissimulables.

L'impératif de réactivité demande autant de souplesse. Souplesse dans le contenu des enseignements, mais aussi dans la marge laissée aux élèves pour se déterminer, en s'appuyant

³² Etude Adecco group, *Digitalisation & robotisation : réinventer les métiers*, 2016.

³³ *Emerging technologies' impact on society & work in 2030*, Institute for the future, Dell Technologies, 2017.

sur l'acquisition des savoirs fondamentaux, sur l'apprentissage de la capacité à s'adapter, à trouver une solution à une problématique en faisant appel d'abord à l'esprit pratique plus qu'à des savoirs théoriques et non éprouvés, etc.

Tout le contraire de ce qu'attend le système éducatif français des lycéens devant se déterminer dès la seconde, parfois en fin de troisième, sans avoir eu le temps ou l'occasion, pour beaucoup, d'une « révélation » du plaisir des maths, ou d'autres sciences ou techniques. Aussi convient-il d'introduire plus de souplesse dans la période immédiate qui suit l'obtention d'un BAC, par la possibilité pour les bacheliers qui le souhaitent et en éprouvent le besoin, de parfaire un enseignement généraliste. Une année propédeutique non encore spécialisée mais comportant un enseignement général approfondi et préparatoire à une licence soit en cursus littéraire et matières assimilées, soit scientifique et technique. Supprimée en 1966, l'année propédeutique trouve une nouvelle pertinence alors que la réalité de la majorité des 80 % de bacheliers est celle d'un choix d'étude par défaut avec, pour beaucoup trop d'entre eux, une aversion devenue indéfectible envers les matières scientifiques et techniques. L'année propédeutique répond à la fois à la difficulté de cerner un avenir professionnel dans un contexte de mutation économique, et aux perspectives de carrières de plus en plus pluridisciplinaires.

L'industrie résumée à sa caricature

Les métiers techniques et scientifiques ont de beaux jours devant eux grâce à des orientations économiques plus en phase avec les valeurs annoncées par les jeunes, par une plus grande attention à l'impact environnemental par exemple. Des produits et « services industriels » tels que ceux portés par la recherche sur les batteries électriques, les matières plastiques capables d'alléger les véhicules grâce à des pièces moins lourdes que les actuels éléments métalliques, ou encore des offres issues d'une recherche chimique responsable trouvent de l'intérêt auprès de nombreux jeunes. Tout cela reste néanmoins insuffisant.

Perçus comme « sales », « masculins », « rigides »... les métiers techniques et industriels sont stigmatisés. Une perception qui a pris racine à la confluence de nombreuses réalités et de quelques glissements malheureux. L'industrie n'a certes pas toujours été écologiquement « propre », et il ne faudrait pas aller bien loin pour trouver de multiples exemples de dévoiement technico-économiques pour illustrer l'absence d'éthique environnementale dans bon nombre d'activités industrielles. Pourtant, l'industrie ne peut être résumée à ces débordements. Et l'impression générale ne doit pas laisser sous silence les prises de consciences, pour certaines déjà largement engagées, et les évolutions notamment en Europe de tout un secteur.

La masculinité industrielle est, certes, encore une réalité et la rigueur propre au contexte technique et scientifique de l'industrie doit à la fois être bien comprise et certainement compensée par un surcroît de qualité dans les relations humaines. Pour cela, l'industrie serait bien avisée de mettre l'accent sur les parcours professionnels qu'elle permet, sur les performances d'équipe, mais aussi sur les réussites individuelles. L'industrie doit se trouver une nouvelle façon d'être incarnée. Donner des visages aux métiers de l'industrie, et des parcours de vie professionnelle dans lesquels se projeter sont les orientations plus susceptibles d'attirer les jeunes générations. Des initiatives telle que la Journée nationale des jeunes, qui les invite à découvrir le milieu professionnel sur les lieux de travail mériteraient d'être plus mises en avant.

Des générations et des valeurs

2,6 millions d'étudiants en France³⁴, pour la plupart ressortissants de ce que certains chercheurs qualifient de « génération y » à laquelle ils associent des valeurs telles que « la recherche de sens dans le travail », le « besoin d'accomplissement », le souhait de « gratification rapide » voire un certain « opportunisme », ou encore la préférence pour un nomadisme professionnel au détriment de la notion de fidélité³⁵. Pour autant, ces caractéristiques seraient accompagnées de technophilie, d'intérêt pour le travail en équipe, et d'ouverture au changement. Si tant est que ces classifications par construction non exemptes de partialité puissent être vérifiées sur un grand nombre et dans la longueur de temps, la génération doit pouvoir y trouver sa place dans le contexte de forte tension sur le recrutement des métiers techniques et scientifiques en ce que celui-ci est favorable à des rémunérations et des carrières plus dynamiques que d'autres, des défis sociétaux et environnementaux à surmonter, des promesses de sens et de réalisation de soi dans une vie professionnelle pensée en conciliation avec la sphère privée.

Encore faut-il que le potentiel des carrières techniques et scientifiques, ainsi que les valeurs de l'industrie leur soient présentées à un moment ou à une autre de leur apprentissage scolaire et étudiant.

Entre le risque de perdre des talents en devenir du fait d'une orientation trop précoce à celui d'en perdre du fait d'une jachère trop longue des appétences, se trouve toujours la même question : où placer le curseur ?

L'objectif affirmé du Conseil scientifique de l'Education nationale de prise en compte de la diversité des profils d'élèves est autant un constat d'échec des décennies précédentes qu'une intention louable et urgente³⁶. Mais le questionnement ne serait pas complet sans porter simultanément sur la temporalité de la procédure d'orientation et sur l'évolution des profils des élèves.

De la réponse aux besoins du système à celle... du besoin de changement du système

Certaines aspirations d'une jeunesse née il y a vingt ans - en même temps que l'accord de Kyoto -, restent ignorées dans les enseignements supérieurs, où sont si peu traitées, que cela devient un marqueur d'incompréhension entre le système de l'enseignement post Bac et les jeunes. L'écoconception, pourtant introduite dans le cahier des charges des formations par la Commission des titres d'ingénieurs, peine à se faire une place à côté des matières correspondant aux fondamentaux appris par les professeurs il y a plusieurs décennies et insuffisamment encore à des attentes, des considérations, des enjeux, voire des réalités, survenus ces dernières années à un rythme soutenu. Il apparaît que c'est plus dans l'exécution des recommandations que dans la prise de conscience que se situe le décalage entre l'émergence et l'installation d'une exigence éthique, économique ou sociale, et l'effectivité d'un corpus correspondant.

Ainsi, si la Conférence des grandes écoles préconise depuis 2003 (!) l'intégration des enjeux du développement dans les formations, encore indiquait-elle avec prudence que cela pouvait « *se faire progressivement* ». Le Plan Vert a donné un cadre légal à l'introduction du

³⁴ Hors apprentis et scolarisation dans les établissements de santé. Source : *Effectifs d'élèves et d'étudiants en France*, Insee, parution novembre 2017.

³⁵ Voir notamment *Génération y, génération post-moderne ? Les enjeux pour la GRH*, in *Revue Management & Avenir*, n°90, décembre 2016.

³⁶ « *Aider notre institution et les professeurs à mieux saisir les mécanismes d'apprentissage des élèves et ainsi mieux répondre à la diversité de leurs profils (...)* », Jean-Michel Blanquer, ministre de l'Education Nationale lors du lancement du Conseil scientifique de l'Education nationale, 10 janvier 2018.

développement durable dans les enseignements des études supérieures³⁷. Dix à quinze ans plus tard, des cours ont vu le jour, des conférences et séminaires sont organisés sur les campus les plus avancés³⁸, mais l'essentiel est encore devant. L'Europe vise une chute de 40 % de la consommation de gaz à effet de serre d'ici 2030... Quel ingénieur, quel technicien, quel citoyen, n'est pas concerné par la question environnementale ? Quel étudiant en sciences et en technique peut se permettre de passer à côté du sujet ? Quel établissement peut s'affranchir de sa responsabilité en la matière ?

Le monde économique intègre cette mutation. Airbus a une moyenne d'embauches de 3 000 ingénieurs par an, Engie en annonce plus de 2 000 par an, Veolia et d'autres plusieurs centaines... Les compétences manquent cependant. Experts en matériaux métalliques pour le bâtiment, ingénieurs en génie climatique, techniciens de maintenance, et tant d'autres métiers techniques sont recherchés activement par les employeurs. De nouveaux métiers émergent à la croisée de domaines et compétences jusqu'alors séparés tels que les géomaticiens, ou encore les Building Information Modeling manager. Les premiers rapprochent compétences en système informatique et maîtrise de la géographie ; les seconds combinent l'ensemble des connaissances liées à la construction et au bâtiment : coordination et modélisation autour des compétences en génie civil, de l'utilisation de la 3D, de l'expérience des divers corps de métier, etc.

Les périmètres concernés sont nombreux : traitement des déchets et des rejets, approvisionnement en eau, mise en valeur des sols, énergies renouvelables, systèmes embarqués, hydraulique, réhabilitation de sites... Mais combien d'étudiants, qui plus est de lycéens connaissent les métiers afférents ? chef de projet, directeur d'usine, responsable d'exploitation, consultant-expert...

Il convient de replacer l'environnement en haut des préoccupations des acteurs universitaires et des grandes écoles, sauf à perdre une chance d'intéresser les générations en devenir étudiantin et professionnel, tout en laissant passer celle d'une évolution socio-économique majeure.

Considérer sa place dans un ensemble qui dépasse sa seule personne. Porter un regard global sur son action, sur l'ambition et l'impact de l'action de l'entreprise pour laquelle travailler, en un mot : prendre de la hauteur. Les motivations d'engagement de la génération née entre 1980 et 2000 – génération « Millénaire » ou génération « Y » – ont bien souvent défrayé la chronique. Y aurait-il un effet « génération » dans la façon de se projeter dans le monde du travail ? La réponse peut se révéler plus complexes qu'attendues.

Commission des titres d'ingénieurs (extrait)³⁹

Lorsque l'école aborde la formation de l'ingénieur sous l'angle des acquis de l'apprentissage, elle doit se poser les questions suivantes : des acquis de l'apprentissage pour :

- quels types de profil et de projets **personnels** (cadre de grande entreprise, de PME, de sociétés étrangères, chef de projet, créateur d'entreprise) ?
- quels besoins et possibilités futurs des **organisations** ? Quels secteurs technologiques ou intégrateurs ?

³⁷ Loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement.

³⁸ Telles par exemple l'École nationale supérieure de l'énergie, l'eau et l'environnement (ENSE3, Grenoble), ou l'université Pierre et Marie Curie qui propose trois licences pros et un master en apprentissage.

³⁹ Présentation extraite de la page d'accueil du site internet de la commission.

- quels besoins et possibilité futurs de **la société et du monde** ? Quels nouveaux domaines scientifique ou technique ?

au sein de sociétés où les enjeux économiques, sociaux et environnementaux s'entremêlent, à des niveaux d'échelles de temps et d'espace parfois très différents, pour favoriser l'émergence de plus en plus rapide de problématiques complexes, se posant aux organisations comme aux individus.

Le champ de réponses pédagogiques à ces questions est extrêmement vaste et il ne relève évidemment pas de l'entière responsabilité de l'école tant dans la durée impartie des cursus qu'au niveau des valeurs transmises. Néanmoins l'école doit chercher à faire acte de proposition, à être acteur d'évolutions.

(...) Cette démarche, quel que soit le projet pédagogique défini par l'école, répond à des constats largement partagés:

- L'école doit transmettre de nouveaux acquis relativement à la culture traditionnelle scientifique et technique de l'ingénieur. Ces nouveaux acquis relèvent notamment de champs aussi variés que les Sciences Humaines et Sociales, les Sciences de la Vie et de la Terre, l'éthique de responsabilité, la conduite du changement, les questions de santé et de sécurité au travail, etc. ;
- L'école doit prendre acte des évolutions en cours des comportements et ambitions générationnelles et mettre l'élève ingénieur au centre de son projet pédagogique. L'école doit aussi préparer le futur ingénieur, hors périodes de stages, à travailler dans un environnement professionnel complexe et évoluant rapidement.

(...) la CTI incite chaque école à :

- **Réévaluer régulièrement l'équilibre entre les modes inductifs et déductifs de ses formations.** Favoriser ainsi l'acquisition intégrée de connaissances, de savoir être et de savoir-faire pour faire face à la complexité ;
- Se concevoir comme un lieu de recherche pédagogie globale couvrant l'ensemble de son périmètre de responsabilité.

Plus généralement, il y a donc lieu, notamment dans une démarche compétences, d'opérer un véritable basculement vers une nouvelle vision des enjeux de l'entreprise et du monde et d'aller vers de nouvelles pédagogies beaucoup plus inductives, mettant en jeu les interrelations entre disciplines, entre acteurs et responsabilisant l'élève ingénieur quant à son rôle au sein de la société et des entreprises plus particulièrement.

Les conditions de la projection dans une carrière scientifique ou technique

L'extraordinaire accélération du monde, le raccourcissement des temps d'échanges et de transport, et donc de l'effet des distances, mais aussi les prises de consciences sur les impacts de l'activité humaine, etc., en bref, les besoins annoncés et déjà prégnants en savoirs techniques et scientifiques face aux mutations technologiques, écologiques, économiques, n'ont jamais été aussi cruciaux. Pour que la France espère jouer un rôle dans le grand jeu des régulations en cours, il est urgent de mettre en œuvre une politique favorable aux études scientifiques et techniques. A en croire, la Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs, il faut sans attendre passer de 35 000 étudiants diplômés chaque année à 50 000. D'autant que le défi est immense. Il est enthousiasmant. Il est urgent. Les services prospectifs du Premier Ministre précisent l'ampleur des besoins en termes d'emplois pour les métiers scientifiques et techniques qui « *devraient bénéficier de nombreuses créations d'emplois, portées par le développement des nouvelles technologies (technologies de l'information et de la communication, nanotechnologies, etc.) et les efforts en matière de recherche-développement. Sur les dix*

prochaines années, ces trois familles professionnelles pourraient offrir au total 220 000 emplois supplémentaires, soit un taux de création nette de 2 % par an en moyenne (...) »⁴⁰

Comme pour les autres secteurs économiques, l'apprentissage est une solution insuffisamment mise en œuvre en France. Il représente pourtant l'une des pistes qui paraît la plus accessible immédiatement. La France est passée de 2004 à 2016 de 1,5 % d'ingénieurs formés par la voie de l'apprentissage à plus de 15 % ; preuve que le dispositif correspond bien à une attente, à la fois des étudiants et des employeurs. Cela reste pourtant largement insuffisant.

Filières technique et scientifique : apprendre à « se vendre »

Qui a déjà arpenté les travées des salons et forum pour étudiants a expérimenté les différences d'approche « marketing » entre les écoles de commerce et les autres. Université et école d'ingénieur souffrent d'une réserve de bon aloi mais aujourd'hui devenue particulièrement pénalisante. Dans un monde de communication et d'instantanéité, les étudiants en recherche de parcours sont habitués à un environnement décomplexé. L'attitude avenante des acteurs des filières commerciale, publicitaire ou journalistique - pour ne mentionner que celles-ci -, fait de l'ombre aux sergents recruteurs plus intériorisés des institutions d'enseignement technique et scientifique.

L'insuffisance des moyens marketing pour valoriser les écoles, les filières, etc. est criant. Une culture des écoles éloignée des outils marketing actuels (contrairement à d'autres secteurs tels que la communication, la finance, etc.) doit pouvoir s'exprimer. Instituts universitaires technologiques (IUT), écoles d'ingénieurs fac de sciences et bien sûr grandes écoles d'excellence devraient être présentes sur les réseaux sociaux, particulièrement ceux utilisés par les jeunes.

Il est regrettable que la performance des IUT ne soit pas mieux mise en avant en France. Or, 90 % des élèves titulaires d'un DUT scientifique ou technique sont en emploi vingt-quatre mois après son obtention. Cela n'est pourtant pas récent. Le succès du modèle développé par l'IUT historique de Compiègne a produit un réseau d'établissements remplissant la mission de former des têtes bien faites qui trouvent des débouchés dans l'emploi.

D'ailleurs, le modèle développé pour former les futurs techniciens nécessaires à l'industrie, est devenu à partir des années 70, une référence pour d'autres établissements sur de nombreux domaines tels que le commerce, la gestion, l'informatique, etc.

Pour autant, si le titulaire d'un DUT d'ingénieur, fort de ses études à BAC + 2, trouve mieux que d'autres un emploi aujourd'hui en France, ce sont les diplômes de niveau BAC + 3 qui sont reconnus à l'international. Pour résoudre ce décalage, des licences professionnelles ont été créées à partir des années 2000 qui permettent par une année supplémentaire d'atteindre ce niveau.

Or, il reste difficile après un bac technologique - et pratiquement impossible après un bac professionnel -, de poursuivre des études universitaires au niveau minimal reconnu dans l'UE, à savoir Bac + 3 ; seul un bachelier technologique sur cinq y parvient.

En outre, il subsiste une incohérence dans l'orientation : 65 % des étudiants d'IUT sont titulaires d'un bac général ! 32 % d'un bac technologique et seulement... 2 % d'un bac professionnel⁴¹. Dans la réalité de la sélection, il est paradoxal de constater que les lycéens ayant suivi un cursus technique se trouvent concurrencés par des élèves issus de BAC

⁴⁰ *Les métiers en 2022*, France Stratégie, juin 2015.

⁴¹ Ministère de l'Éducation DEPP 2016

généralistes. Autrement dit, il n'existe pas encore de filière technique dès le lycée qui garantisse d'atteindre un niveau d'ingénieur, avec les mêmes chances qu'une filière « générale ».

On comprend ainsi mieux la propension des parents à privilégier des filières généralistes pour leurs enfants. Dans cette hiérarchisation conjointe du système d'orientation scolaire et du jugement « pragmatique » qu'en font les parents, l'enseignement technique en sort (une fois encore) dévalorisé.

Des métiers genrés ?

Le constat d'une différence d'appétence pour les études techniques et scientifiques n'est pas nouveau. Un rapport remis au ministre de l'Education nationale en 2002⁴² suggérait que le déséquilibre des genres en défaveur des étudiantes résultait de la faculté à se considérer « capable » ou « incapable » notamment au regard des connaissances mathématiques, de s'engager dans une filière d'études scientifiques.

Quinze ans après ce premier rapport d'envergure, et les constats réguliers du phénomène, mis à part quelques progrès notamment au sein des filières santé et sciences de la vie⁴³, le problème reste entier. Il s'aggrave même sur certains points.

Ainsi, la sous-représentation des femmes perdure dans « *les spécialités industrielles telles que la mécanique, l'électricité, l'automatisme ou l'informatique* » en ne dépassant pas 17 % des effectifs⁴⁴.

De façon plus globale, sur l'ensemble des carrières scientifiques et techniques, les femmes souffrent d'une évolution professionnelle plus lente que leurs homologues masculins, l'étude du ministère affirmant que « *la probabilité pour un jeune homme issu d'une filière technique d'occuper un emploi en correspondance avec sa spécialité de formation (...) est 1,8 fois plus élevée que celle d'une jeune femme issue des mêmes filières.* »⁴⁵ Un écart qui, toujours selon le ministère, s'accroît au fil des ans. Ce constat semble corroboré avec l'affirmation par seulement 36 % des femmes en carrière scientifique ou technique qu'elles se réalisent « tout à fait » professionnellement (46 % des hommes).

Des différences d'appréciation existent également entre lycéens et lycéennes engagés dans les séries techniques et scientifiques. Interrogés sur leur ressenti envers les différents secteurs économiques, tous et toutes placent sans surprise les entreprises technologiques en haut de liste avec 93 % de bonnes opinions, loin devant tous les autres, y compris l'industrie (77 %) ⁴⁶. Si garçons et filles sont proches dans leur appréciation du monde technologique (95 % de bonnes opinions pour eux, 90 % pour elles), ils diffèrent sensiblement sur l'industrie, les lycéens accordant 83 % de bonne opinion pour seulement 69 % du côté des lycéennes.

Des avancées méritent cependant d'être soulignées telle la progression qualifiée de « *spectaculaire* » par la Société des ingénieurs et scientifiques de France (IESF) se félicitant du passage de 600 femmes ayant obtenu un diplôme d'ingénieur en 1973 à 11 000 en 2015⁴⁷. Cette

⁴² M. Porchet, *Les jeunes et les études scientifiques, les raisons de la désaffection, un plan d'action*, mars 2002.

⁴³ Respectivement 45 % et 64 % des étudiants, *Les début de carrières des jeunes femmes diplômées des filières scientifiques*, Net.Doc n°155, p.5.

⁴⁴ *Ibid.*

⁴⁵ *Ibid.*, p.16.

⁴⁶ *Les lycéens et l'industrie, étude auprès de lycéens en série scientifiques et technologique*, opinion Way / Arts et métiers ParisTech, février 2017.

⁴⁷ Enquête nationale IESF sur les ingénieurs, *Plus entrepreneur, plus féminin et très actif, l'ingénieur est un acteur majeur de l'économie française*, juin 2016.

performance doit cependant être nuancée. Si les femmes ingénieurs représentaient 10 % des personnes diplômées en fin d'études en 1980, elles ne sont encore que 29 % en 2015.

Le débat sur la différence d'appétence pour les études et carrières scientifiques et techniques selon les sexes a été bousculé récemment par une étude qui propose d'y voir plutôt le résultat d'inégalités sociales que la marque d'une inégalité liée au genre⁴⁸. Relevant que les pays où les filles obtiennent une moindre réussite en mathématiques que les garçons, sont aussi ceux où elles réussissent moins bien en lecture, des chercheurs français avancent l'hypothèse d'une relation entre, d'un côté, l'inégalité sociale et, de l'autre, l'inégalité scolaire selon le sexe au détriment des filles.

Il apparaît un tropisme typiquement français lié à la dichotomie entre la recherche fondamentale, perçue en France comme relevant d'abord de prérogatives publiques, et la recherche privée, naturellement tournée vers les attentes du marché. Ce partage tourne trop souvent à l'opposition entre, d'une part une approche sur le statut des acteurs, d'autre part, l'origine des financements. Dernière conséquence de la valorisation de la théorie, la perception d'une recherche « noble » déconnectée des contingences pratiques immédiate, et l'autre recherche, liée à des intérêts perçus comme seulement économiques. Néanmoins, l'appétence pour la recherche fondamentale dans le secteur public reste forte en France puisqu'en dépit des contraintes budgétaires, une majorité de docteurs choisissent le secteur public.

Des perspectives salariales satisfaisantes

Les perspectives salariales d'un ingénieur ou d'un scientifique sont attractives, à l'exception des secteurs de la recherche et de l'enseignement. Actuellement de 56 000 € brut en moyenne⁴⁹, le salaire médian d'un ingénieur est supérieur de 17 % à la rémunération moyenne des cadres en France. En entrée de carrière, le salaire varie selon le prestige de l'école dont est issue le jeune ingénieur ou chercheur. Pour autant, le principal facteur déterminant reste l'ancienneté. Ainsi, le salaire médian est de 34 500 € pour un débutant, 78 000 € à 45 ans et 97 000 € en fin de carrière. Sur l'ensemble du salariat en France, le salaire d'un ingénieur se classe dans la partie supérieure des rémunérations à niveau de diplômés équivalents. Plus que le salaire de départ, la progression salariale assure un rendement appréciable aux quelques années d'études, et à l'investissement de la préparation d'un concours. La grille de rémunérations est un peu moins favorable pour les scientifiques non ingénieurs, percevant respectivement 31 000 € pour les débutants et 45 000 € à la mi-carrière.

Le secteur public de l'enseignement ou de la recherche apparaît encore moins attractif en début de carrière, mais garanti des progressions à l'ancienneté. Ainsi, un maître de conférences débutant à 25 000 € brut, percevra 45 000 € brut après vingt ans d'ancienneté. S'il devient professeur d'université, il atteindra 72 000 € en fin de carrière. Les salaires des chercheurs publics sont comparables.

L'enquête « génération » du Cereq portant sur l'ensemble des étudiants montre que les filières plus prisées⁵⁰ conduisent à des premiers emplois un peu moins rémunérés que ceux des scientifiques. Par exemple, 1 500 € net par mois pour un master en lettres, gestion-droit, versus 1 700 € pour un master en sciences et 2 000 € pour une école de commerce ou d'ingénieur.

⁴⁸ T. Breda, E. Jouini, C. Napp, *Societal inequalities amplify gender gaps in math*, Science, mars 2018.

⁴⁹ Enquête nationale IESF de 2017 www.iesf.fr

⁵⁰ E. Gaubert, V. Henrard, A. Robert, P. Rouaud, enquête 2016 auprès de la Génération 2013, *Pas d'amélioration de l'insertion professionnelle pour les non-diplômés*, Céreq Bref n°356, juin 2017.

S'il est à identifier une cause dans le désamour pour les études scientifiques, ce n'est pas dans le champ de la rémunération qu'il faut la chercher.

La question est moins favorable lorsqu'il s'agit de la rémunération des personnels enseignants une fois intégrées les primes et les heures supplémentaires. De nombreux rapports font état de la relative faiblesse des salaires pour la majeure partie des catégories d'enseignants français. L'OCDE souligne un écart de salaire de 9 % en moyenne en défaveur des enseignants français exerçant en primaire par rapport à celui de leurs homologues des pays comparables, mais aussi de 7 % supérieur pour les professeurs du deuxième cycle secondaire⁵¹.

⁵¹ *Regard sur l'éducation*, OCDE, 2017.

II.- Etudes techniques et scientifiques : passer de l'abstraction au concret

Les piètres résultats des élèves français dans les comparaisons internationales de compétences en maths et sciences⁵² conduisent à s'interroger sur l'efficacité des méthodes d'enseignement des sciences. Le Ministère de l'Education, autrefois certain de l'excellence des enseignements – qui ont conduit à pas moins de dix médailles Fields – regarde maintenant vers les écoles de Finlande ou de Singapour dont les élèves arrivent en tête de ces classements. Dans son rapport sur l'amélioration de l'enseignement des maths⁵³, le mathématicien et député Cédric Villani prône une approche basée, dès l'école primaire, sur l'expérimentation. Au-delà de ce rapport, il convient de s'interroger sur les conséquences d'une certaine brutalité de la sélection par les mathématiques, notamment lors de l'année de Seconde au lycée.

Une sélection à double peine lorsque l'on considère la quasi exclusivité du prisme mathématique pour juger du potentiel de l'élève, auquel s'ajoute une approche des mathématiques essentiellement appuyée sur les capacités d'abstraction. Ces doubles fourches caudines laissent devant elles la majeure partie des élèves dégoûtés à jamais des maths et, par extension, de toute application des mathématiques à d'autres disciplines.

Associée à une temporalité scolaire trop soutenue par rapport au développement physiologique des adolescents, l'abstraction prônée dans l'apprentissage des maths en France pénalise d'abord les élèves, ensuite la société qui subit la pénurie de vocations scientifiques et techniques.

Du fondamental au pratico-pratique

L'abstrait : une passion française

L'enseignement des mathématiques en France est particulièrement abstrait. Dans les années 1960-1970, l'association des professeurs de mathématiques décida que l'abstraction ne devait pas être réservée à une élite⁵⁴. Les programmes intégrèrent les « maths modernes » issues des travaux de construction axiomatiques de groupe des mathématiciens français dit « Bourbaki » du début du XX^e siècle.

Une génération d'élève (1970-1990) servit de cobayes avant qu'une nouvelle réforme ne tire les leçons de cet échec. Les programmes furent adaptés de nouveau mais les générations d'enseignants actuels sont encore marquées par cette approche privilégiant l'abstrait au concret. Ce sont les fourches caudines sous lesquelles doivent passer les « bons » élèves du Bac S. Parmi les élèves écartés de cette voie dès le lycée, combien auraient pu devenir ingénieurs par une approche plus pragmatique des sciences ?

Une illustration de l'abstraction française est donnée par la comparaison des définitions sur les plateformes française et anglaise de Wikipédia de la notion d'espace vectoriel. La définition française commence parler d'un corps « K » et utilise des symboles mathématiques. La

⁵² Voir notamment l'enquête PISA de l'OCDE.

⁵³ Rapport Villani / Torossian, 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques, février 2018.

⁵⁴ Congrès de Chambéry 1967. Voir notamment O. Peraldi, F. Jeger, *Chiffres & Citoyenneté*, Hermann Éditions, 2016.

définition anglaise est littéraire et s'achève par un petit croquis permettant le rapprochement immédiat avec la notion physique de force (voir ci-dessous).

L'espace vectoriel

Comparaison des définitions sur les pages françaises et britanniques du site internet de Wikipédia

WIKIPEDIA FRANÇAIS

Soit \mathbf{K} un corps commutatif^{3,4}, comme le [corps commutatif](#) \mathbb{Q} des [rationnels](#), celui, \mathbb{R} , des [réels](#)⁵ ou celui, \mathbb{C} , des [complexes](#) (on parlera dans ces cas d'espace vectoriel rationnel, réel ou complexe).

Un espace vectoriel sur \mathbf{K} , ou **K-espace vectoriel**, est un ensemble E , dont les éléments sont appelés [vecteurs](#), muni de deux lois :

- une [loi de composition interne](#) « + » :
- $E^2 \rightarrow E$, appelée addition ou [somme vectorielle](#),
- une [loi de composition externe](#) à gauche « • » : $\mathbf{K} \times E \rightarrow E$, appelée [multiplication par un scalaire](#),

telles que les propriétés suivantes soient vérifiées.

1. $(E,+)$ est un [groupe abélien](#), autrement dit :

la loi « + » est [commutative](#)^{N1},

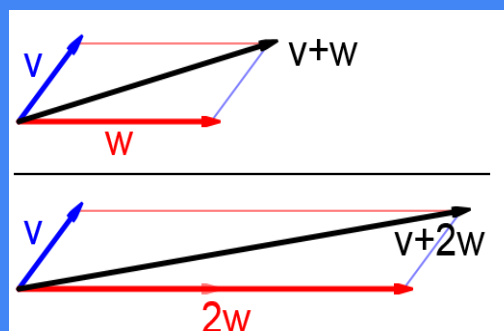
- 1) elle est [associative](#),
- 2) elle admet un [élément neutre](#), pouvant être noté 0 ou 0_E , appelé [vecteur nul](#) et,
- 3) tout vecteur v a un [opposé](#), noté $-v$.

2. La loi « • » vérifie les propriétés suivantes :

- elle est [distributive](#) à gauche par rapport à la loi « + » de E et à droite par rapport à l'addition du corps \mathbf{K} ,
- elle vérifie une associativité mixte (par rapport à la multiplication dans \mathbf{K}),
- l'élément neutre multiplicatif du corps \mathbf{K} , noté 1, est neutre à gauche pour [•](#)^{N2}.

WIKIPEDIA ANGLAIS

Un espace vectoriel (aussi appelé espace linéaire) est une collection d'objets appelés vecteurs, qui peuvent être additionnés et multipliés ("scaled") par des nombres, appelés scalaires. Les scalaires sont souvent considérés comme des nombres réels, mais il existe aussi des espaces vectoriels avec multiplication scalaire par des nombres complexes, des nombres rationnels, ou généralement n'importe quel champ. Les opérations d'addition vectorielle et de multiplication scalaire doivent satisfaire à certaines exigences, appelées axiomes, énumérées ci-dessous. Les vecteurs euclidiens sont un exemple d'espace vectoriel. Ils représentent des quantités physiques telles que des forces : deux forces quelconques (du même type) peuvent être ajoutées pour en donner un troisième, et la multiplication d'un vecteur de force par un multiplicateur réel est un autre vecteur de force. Les vecteurs dans les espaces vectoriels ne doivent pas nécessairement être des objets de type flèche comme ils apparaissent sur la figure suivante.



Les manuels scolaires français pèchent aussi par excès de formalisme. La progression dans la connaissance des maths passe par des sauts d'abstraction, mais ceux-ci doivent être préparés par des manipulations sur des objets « semblables ». C'est la similitude de leurs propriétés qui justifie le passage à une catégorie plus abstraite rassemblant ces objets « semblables ». Le résultat de ces siècles de calculs mathématiques a permis à Evariste Galois d'ébaucher, avant sa mort tragique en 1832, la théorie des groupes qui ne sera formalisée qu'ensuite.

L'abstraction chemine dans chaque cerveau selon des processus complexes, et très probablement différents d'un individu à l'autre. L'un l'assimilera immédiatement, l'autre devra répéter plusieurs fois les exercices pour comprendre mais pourra néanmoins devenir un excellent ingénieur.

Une pédagogie remise en cause par les comparaisons internationales

Certes comparaison ne vaut pas raison, mais la mesure des performances (ou contre-performances) en matière d'enseignement à l'aune des expériences menées dans d'autres pays peut inviter à porter quelques réflexions sur la performance de ses propres choix.

Sous l'égide de l'International association for the evaluation of educational achievement - une ONG basée aux USA -, l'enquête TIMSS⁵⁵ a pour objectif de mesurer tous les quatre ans les performances en mathématiques et en sciences des élèves à la fin de la quatrième année de scolarité obligatoire, c'est à dire pour la France à l'issue du cours moyens en primaire. Un panel d'élèves inscrits en Terminale S était également inclus dans l'enquête. Participante à la première mesure en 1995, la France n'avait pas renouvelé l'expérience jusqu'à la session 2015. Délivrés fin 2016, les résultats furent cruels pour l'Education Nationale. Loin de la moyenne européenne obtenue à 527 points en mathématiques et 525 en sciences, les élèves français sont crédités respectivement de 488 et 487 points, ce qui les place en fin de tableau pour les maths et juste avant-derniers devant leurs homologues chypriotes en sciences⁵⁶. Des résultats bien en deçà également des 500 points de la moyenne internationale.

Si dans les deux disciplines, mathématiques et sciences, près de 45 % des élèves français n'émergent pas du quartile le plus faible des pays européens, et que seulement 11 % atteignent le quartile le plus performant, ils sont 13 % en maths et 11 % en sciences à ne pas démontrer leur capacité à posséder les compétences élémentaires (moyenne européenne : 5 % dans les deux matières).

Les réponses des élèves français de Terminale S n'améliorent pas les résultats français. Ils les dégradent mêmes, pouvant être comparés à ceux obtenus vingt ans auparavant, lors de la première mesure en 1995. Avec une baisse de 100 points, seul 1 % des lycéens français atteint la catégorie « avancée » en mathématiques. Ils étaient 25 % en 1995. Le niveau « élevé » en recueille 11 %, quand ils étaient 64 % vingt ans auparavant... Evitant les digressions embarrassées habituelles après chaque mauvais résultats des désormais tristement célèbres études PISA en France, l'Education Nationale publie une note qui se veut factuelle, soulignant juste les trois niveaux de comparaison en complexité appliqués à l'enquête internationale - « connaître », appliquer », « raisonner » -, sans pour autant se risquer à tenter une explication des raisons de l'échec sur chacun de ces items⁵⁷.

Le désarroi est néanmoins palpable et la note prend étrangement soin de préciser que si la moyenne européenne du nombre d'heures annuelles d'apprentissage des mathématiques est de 158 heures, la France en prescrit 180 dans son programme officiel. Un contingent de surcroît

⁵⁵ Enquête *Trends in international mathematics and science study*, 2015.

⁵⁶ 4 870 élèves français.

⁵⁷ M. Colmant, M. le Cam, Note d'information n°33, *TIMSS 2015 Mathématiques et sciences*, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (Depp), novembre 2015.

généralement dépassé à en croire les enseignants qui déclarent, toujours selon la note, y consacrer en moyenne 193 heures. Cet investissement en temps est inverse pour les sciences, les professeurs des écoles français déclarant assumer en moyenne 56 heures, quand le programme de l'Education nationale en préconise 78 (moyenne européenne : 67 heures). Il convient donc de s'interroger sur la pertinence de ce temps consacré aux mathématiques pour de si piètres résultats.

Les élèves américains savent calculer des intérêts composés

Quel sera dans dix ans le montant d'un placement à 2 % ? Les élèves américains de seconde le savent déjà. Ils ont même appris à le calculer de manière empirique. Le bachelier français l'ignore car le pré-supposé mathématique (suite géométrique ou exponentielle) n'est abordé que dans la classe de terminale.

Les tests de comparaisons internationales de compétences (enquête PIAAC 2012 de l'OCDE) considèrent cette notion comme essentielle dans la vie quotidienne. Les Français ont donc des scores inférieurs aux autres pays sur ce type de question. La France paye ainsi son dédain de l'application concrète dans les classements internationaux.

Des professeurs démunis

Moins commentée dans l'opinion publique lors de la publication de l'enquête TIMSS, et pouvant pourtant représenter l'une des clés de compréhension de ces mauvais scores, l'auto-appréciation des enseignants français sur leur capacité à « améliorer la compréhension des mathématiques des élèves en difficulté », fait apparaître leur malaise quand, à 72 %, ils indiquent se sentir démunis face à de telles situations⁵⁸. Quant à « donner du sens » aux mathématiques, ils sont 85 % à avouer déclarer forfait⁵⁹. La direction des statistiques du ministère précise que cette gêne de nombreux enseignants à s'estimer aptes à accompagner utilement les élèves en difficulté face aux mathématiques est encore plus prononcée lorsqu'il s'agit de sciences. Seuls 47 % des professeurs français estiment pouvoir « expliquer les concepts ou les principes scientifiques en faisant des expériences » ; ils sont 62 % en moyenne européenne. Moins de deux professeurs sur dix pensent être capables de « proposer un travail plus complexe aux élèves qui réussissent le mieux », la moyenne européenne étant de 53 %. Pire, seulement 45 % pensent être capables d'« améliorer la compréhension des sciences par les élèves en difficulté », pour 68 % de leurs homologues européens.

Si la comparaison ne vaut certes pas raison, elle ne peut rester sans réponse. Chacun a pu constater que si les résultats TIMSS ont ému les médias français pendant quelques jours, ils ne suffirent pas à créer un débat national. En tout et pour tout, seulement trois questions écrites furent posées dans les semaines qui suivirent par des députés au gouvernement, et deux de la part de sénateurs. Elles ne reçurent aucune réponse. Seule une question, posée oralement en hémicycle par la députée du Doubs, Annie Genevard, a fait l'objet d'un échange avec la ministre de l'Education Nationale, Najat Vallaud-Belkacem, aboutissant en quelques phrases à une querelle de calendrier sur les raisons de la dégradation des résultats français. Echaudée par ce type d'enquête, la France n'intégrera d'ailleurs pas quelques mois après l'étude lancée par l'OCDE sur les méthodes d'accueil et d'accompagnement des jeunes enfants en école maternelle et en crèche, refusant ainsi le risque d'être à nouveau comparée.

L'enjeu mérite mieux. L'enjeu mérite un débat national, une volonté de faire de l'apprentissage des mathématiques et des sciences un sujet transpartisan, en faveur à la fois des élèves et des enseignants. Les déclarations de ces derniers révèlent un mal-être profond face aux matières

⁵⁸ Moyenne pour les autres pays de l'OCDE : 61 %.

⁵⁹ Moyenne pour les autres pays de l'OCDE : 72 %.

techniques et scientifiques, et flèchent la nécessité de repenser l'accompagnement des maîtres, et de créer un dispositif de formation continue intégrant l'évolution des savoirs en mathématiques et en sciences.

Mathématiques et citoyenneté

Une ambition citoyenne

L'objectif de former l'élève à la citoyenneté républicaine est l'un des fondements de l'Education nationale en France, souvent rappelé au gré des réformes. Parmi les premières réformes engagées dans la foulée de la Libération, le plan Langevin-Wallon développait cette ambition dans un chapitre intitulé « *éducation morale et civique : formation de l'homme et du citoyen* ». ⁶⁰ L'apprentissage des sciences et, plus largement, de la méthode scientifique, prend toute sa place dans les moyens mis en œuvre pour y parvenir. Ainsi, le plan précise-t-il que désormais « *les disciplines scientifiques joueront un rôle éminent si elles donnent le goût de la précision et de la clarté, l'habitude d'éviter la précipitation du jugement, de pratiquer l'objectivité et l'impartialité (...)* »

Dans un monde complexifié, enclin si ce n'est à la précipitation à tout le moins à la réactivité comme valeur cardinale de la performance et, par de nombreux aspects, aux fièvres de l'émotion plutôt qu'à la réflexion objective, le précepte historique garde toute sa pertinence. Soixante-dix ans après l'adoption du plan de la commission Langevin, le rapport rédigé par deux éminents spécialistes, qui des sciences mathématiques, qui des politiques publiques éducatives, ne dit pas autre chose.

L'Institut Chiffres & Citoyenneté a salué le travail réalisé récemment par la mission « Villani / Torossian » ⁶¹ dont plusieurs propositions répondent à des constats d'échec en matière d'apprentissage des mathématiques ⁶². Parlant de « *mathématiques du citoyen* », le rapport va plus loin en posant la question de l'impact non seulement professionnel et social de l'acculturation à la numératie, mais aussi en termes de frein à la compréhension d'un monde en mutation soutenue, requérant la capacité d'une écoute « *active et critique face à un discours.* » ⁶³

Cependant, répondant au strict cadre de la lettre de mission du ministre, les rapporteurs ont exploré les facteurs d'échec ou de réussite de l'apprentissage des mathématiques dans l'environnement scolaire actuel qui peine à prendre en compte les réalités du monde entrepreneurial. Il convient désormais de tracer un lien entre la méthode d'apprentissage des mathématiques à l'école avec la capacité de celle-ci à travailler main dans la main avec les acteurs entrepreneuriaux pourvoyeurs d'emplois scientifiques et techniques.

Recours à la modélisation et la simulation quasi généralisés, évolution des industries de process, développement de l'intelligence artificielle, maîtrise des données, autant de réalités du monde professionnel qui attendent des compétences. Essentiellement composée de chercheurs et de représentants de l'Education nationale, la mission ne propose pas parmi les vingt-et-unes mesures phares contenues dans le rapport de disposition directement en lien avec le monde professionnel ; seule une sous-mesure invite à ouvrir l'école aux « *partenariats, et en*

⁶⁰ Projet de réforme de l'enseignement soumis au ministre de l'Education nationale par la commission ministérielle d'étude créée le 8 novembre 1944 : « *Cette formation civique de la jeunesse est l'un des devoirs fondamentaux d'un état démocratique et c'est à l'enseignement public qu'il appartient de remplir ce devoir (...)* ».

⁶¹ Rapport public 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques, C. Villani, Ch. Torossian, remis au ministre de l'Education nationale, 12 février 2018.

⁶² Notamment en termes de formation continue des professeurs, de travail en équipe, ou encore d'expérimentation : http://cache.media.education.gouv.fr/file/Fevrier/19/0/Rapport_Villani_Torossian_21_mesures_pour_enseignement_des_mathematiques_896190.pdf

⁶³ *Ibid.*, p.32.

particuliers aux entreprises françaises », mais en ciblant les seuls produits innovants numériques et sans en préciser les voies et moyens⁶⁴. Plus significatif encore, toute intéressante et indispensable qu'elle est, la mesure 17 consistant à classer l'enseignement des mathématiques parmi les priorités nationales liste les acteurs de la chaîne institutionnelle (recteurs, cadres, formateurs, enseignants), sans inclure les acteurs extérieurs au monde strictement scolaire telles que les entreprises.

Réhabiliter le concret

Avec les constats depuis un vingtaine d'année de la plasticité cérébrale tout au long de la vie, la pédagogie qu'elle soit dite « active », « positive », « de l'étonnement », ou tout simplement « à forte dose d'empirisme », les méthodes de transmission de savoir et d'apprentissage font l'objet de travaux approfondis dans le cadre des neurosciences⁶⁵. Ainsi, les scientifiques de toute discipline s'accordent pour rappeler que l'intelligence n'est pas une donnée « acquise » à la naissance, mais bien un terrain d'exercice permanent du cerveau dans sa capacité de faire « évoluer son architecture interne au fil des stimulations d'apprentissage rencontrées »⁶⁶. Mais cela resterait relativement simple si la notion d'intelligence dans l'acte d'apprentissage ne s'était pas approfondie au fil des recherches pour y trouver un pluriel. Ainsi, devenue multiple, l'intelligence a été subdivisée par catégories toujours plus nombreuses. L'une des catégorisations les moins complexes se limite à huit qualificatifs définis par le psychologue américain Howard Gardner de l'Université de Harvard⁶⁷, chacun d'eux couvrant des activités et des compétences qui lui sont spécifiques⁶⁸.

Ces dernières années, le corps médical est venu préciser les grandes étapes physiologiques du développement du cerveau durant l'enfance et l'adolescence en soulignant que la myélinisation des fibres du corps calleux, indispensables à l'apprentissage des données abstraites, n'est terminée généralement qu'à treize ans. Cette barrière physiologique voue à l'échec toute approche d'apprentissage par trop versée à l'abstraction.

Dans un tel contexte, l'archaïsme de la sélection scolaire en France saute aux yeux. Restreinte, ou peu s'en faut, aux seules « performances » d'abstraction mathématiques telles qu'attendues dans le classement des élèves français en fin de troisième, cette sélection survalorise certaines formes d'intelligence tout en sous-évaluant tout autre profil cognitif, soit ne relevant pas d'une approche « mathématique », soit étant simplement plus concrètes qu'abstraites.

Aussi, convient-il de changer radicalement les habitudes de l'Education Nationale en s'appuyant sur des exemples concrets plutôt que sur des notions entièrement abstraites, en privilégiant l'échange et la discussion, en faisant appel à la pluralité des profils cognitifs plutôt qu'au commentaire de supports adapté à une minorité d'élèves.

D'un point de vue institutionnel, introduire du concret dans les études scientifiques et techniques passe par le rapprochement des mondes scolaire et universitaire avec les réalités des entreprises. Si les accords entre grandes écoles et entreprises sont désormais monnaie courante, ce type de collaborations peine à voir le jour avec les universités, y compris celles qui se consacrent au transfert de connaissance techniques et scientifiques.

⁶⁴ *Ibid.*, p.68.

⁶⁵ Voir notamment le rapport de l'OCDE *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*, 2007.

⁶⁶ E. Gaspar, compte rendu d'expérimentation *Utiliser les neurosciences pour mieux enseigner et mieux apprendre*, Education Nationale, mai 2018.

⁶⁷ H. Gardner, *Les formes de l'intelligence (Frames of Mind : the Theory of Multiple Intelligence, 1983)*, éd. Odile Jacob, 1996.

⁶⁸ Voir notamment, M. Decriem, *Les intelligences multiples au centre de documentation*, Les Cahiers Pédagogiques, n°527, mai 2018. Intelligences : verbolinguistique, logico-mathématique, visuelle, kinesthétique, musicale, interpersonnelle, intrapersonnelle, naturaliste.

La faiblesse de contact entre acteurs universitaires et industriels est à l'image des carrières projetées par les étudiants et jeunes chercheurs. Alors que l'OCDE constate un taux de 80 % de scientifiques et ingénieurs travaillant dans l'industrie aux USA, c'est pour mieux déplorer le maigre 50 % européen. Le rapprochement des chercheurs et du monde de l'entreprise trouve également une résonance avec la nécessité d'une évolutivité des formations en adéquation avec les compétences attendues par les acteurs entrepreneuriaux technologiques et scientifiques. En collaboration avec l'OCDE, France Stratégie a posé la question de l'acquisition des compétences nécessaires en France pour espérer renforcer la compétitivité économique française, avec parmi les cibles les plus prégnantes l'informatique, l'électronique, la mécanique, mais aussi l'aptitude à résoudre des problèmes complexes et sans surprise... les sciences⁶⁹. L'organisation internationale suggère une plus grande coordination de l'évaluation des besoins notamment par la centralisation d'informations « *issues de sources différentes* ». L'Institut C&C précise la nécessité d'inclure dans ces sources, des données provenant d'acteurs industriels et, plus largement, entrepreneuriaux dont les connaissances découlent de l'expérience au quotidien de la compétitivité économique.

Ne pas écarter définitivement les études scientifiques

Permettre les « chemins de traverse »

Pour la majeure partie des élèves, l'orientation vers les études, qu'elle soit scientifique ou non, se fait sur une période trop courte - la classe de seconde -. Cet âge, particulièrement délicat pour la plupart des adolescents dans leur développement psychique et physiologique, est peu propice aux certitudes et à la confiance en soi. Pour de multiples raisons, les élèves de Seconde, Première, voire Terminale, n'ont pas toujours la maturité, voire le calme intérieur, pour s'orienter sereinement et définitivement.

L'hétérogénéité des niveaux place le professeur dans une situation délicate : soit il fait le cours pour la première moitié de sa classe au risque du « décrochage » de la seconde, soit il s'adapte au plus grand nombre et se verra alors reprocher par les parents de ne pas préparer ceux qui iront en Première S.

Pour l'élève, un ou deux échecs à des contrôles, une lacune dans l'acquisition du programme de Troisième, voire une absence pour maladie, suffiront pour qu'il s'auto évalue comme « nul en maths », se décourage et entre dans une spirale d'échec.

Le rapport Villani insiste sur le caractère incrémental de la progression en mathématiques. On ne peut bâtir l'étage N +1 que si l'étage N est bien consolidé. Le rapport cite en exemple le système anglo-saxon où la progression dans une discipline se fait par unités de valeur, cumulées tout au long d'un cycle.

Pour autant, plutôt que l'orientation binaire en fin de seconde (première S ou autre), on peut imaginer des unités de valeurs (calcul algébrique, études de fonction, géométrie, statistiques) que l'élève de lycée pourrait capitaliser sur trois ans. Les prérequis pour l'enseignement supérieur seraient différenciés selon les filières : statistiques pour médecine, géométrie pour ingénieur, algèbre pour informatique, etc.

Ces unités de valeur devraient être accessibles aux candidats aux baccalauréats professionnels. Le rapport Villani déplore aussi la faible place accordée aux maths dans ces baccalauréats, c'est en effet assurément un frein à leur poursuite dans les études supérieures techniques ou scientifiques.

⁶⁹ M. Keese, M. Vandeweyer, *Obtenir les bonnes compétences : France*, OCDE, janvier 2018.

Former à un métier, plus qu'à un diplôme

Le chemin est étroit entre la nécessité d'être capable d'assurer un emploi en sortie de cursus scolaire et de préserver une certaine capacité de réactivité dans un monde du travail en mutation soutenue. Tout en préparant l'élève ou l'étudiant à s'insérer dans l'emploi, l'Education Nationale devrait avoir pour mission de préparer les esprits à un monde en perpétuel évolution.

Le constat d'un décalage entre un trop grand nombre de corpus de savoirs enseignés en second ou troisième cycle avec les besoins du monde du travail n'est plus à faire. Flécher les financements de l'université vers les filières qui offrent des débouchés est une solution qui, pour être évidente, n'a pas encore été réellement tentée.

Paradoxalement, des emplois ne sont pas pourvus faute de candidats qualifiés alors que le taux de chômage à l'issue de certaines formations dépasse 25 %. La conception d'une université insouciant du monde du travail résulte tout autant de préjugés négatifs de certains enseignants vis-à-vis de l'entreprise relevant plus d'une certaine ignorance que d'une analyse objective. La responsabilité envers les étudiants est immense. Aussi, un suivi individualisé des premiers pas dans la vie professionnelle doit-il être inscrit dans la loi et sa mise en œuvre contrôlée par un organisme garant d'une méthode objective, tel que le Cereq.

Les moyens des universités, en nombre de postes notamment, seraient alors indexés sur des critères d'insertion des étudiants. Ce système permettrait d'allouer de façon optimale des ressources de la nation pour l'enseignement supérieur. A budget constant, le nombre de diplômés chômeurs serait moindre. Il est aujourd'hui admis que les résultats au bac de chaque lycée soient largement diffusés. Une publicité analogue doit être développée pour les universités.

Il faut un aller-retour entre le corps enseignant et les entreprises en vue de définir et suivre une stratégie de co-construction des pré-requis nécessaires à une vision commune des compétences nécessaires pour qu'un jeune s'insère durablement dans un monde du travail en évolution. Ce point est à souligner particulièrement pour les professions techniques et scientifiques, par nature actrices du changement.

Conseil national éducation-économie (CNEE)⁷⁰, Conseiller de l'enseignement technique (CET), remplacés depuis 2017 par les Conseillers entreprise pour l'école (CEE), ou encore Semaine « école-entreprise », Parcours « Avenir »... autant de cénacles et d'initiatives dont l'abondance marque paradoxalement la difficulté de résoudre le clivage entre les deux institutions.

Les conventions passées entre certains rectorats et des entreprises pour mettre sur pieds les, certes récents, conseillers « entreprises pour l'école » ne doivent pas être signées au compte-gouttes mais faire l'objet d'une promotion massive et constante de la part du ministère envers les acteurs entrepreneuriaux pour venir au contact de l'école. Destinés à remplacer les « conseillers de l'enseignement technique » (CET), ce nouveau dispositif tout en faisant disparaître le terme « technique » qui avait pourtant le mérite d'être clair, met l'accent sur le besoin d'aider les jeunes, mais aussi les professionnels de l'éducation et de l'orientation scolaire, à mieux connaître les réalités des métiers et du monde professionnel. Outre une forte implication du ministère à soutenir le dispositif, celui-ci ne peut espérer atteindre son objectif qu'avec le soutien de la communauté pédagogique, à commencer par le corps professoral. Il convient, en conséquence, d'accompagner l'initiative d'un travail pédagogique sur les réalités

⁷⁰ Dont les *Guides pratiques de la relation école-entreprise*, publiés fin 2015, n'étaient plus en téléchargement sur le site du ministère au moment de la rédaction du présent rapport.

(enjeux, limites, innovation, chiffres clés par secteurs, etc.) du monde de l'entreprise auprès des enseignants.

Formation continue : parfaire le bagage universitaire pour évoluer professionnellement

De même, cela est connu, la France souffre d'une « culture du diplôme » qui enferme leurs titulaires à la fois dans des cases professionnelles en même temps que dans des évolutions de carrière stigmatisées desquelles il leur est difficile d'échapper. Ce déterminisme systémique qui désespère les initiatives et conforte des situations de quasi « rentes de situation », est une perte pour la majeure partie des personnes autant que pour la collectivité.

Bien plus que le résultat d'une période d'apprentissage initial dont chacun voit les limites en termes de valorisation des potentiels et de justice sociale, il s'agit de porter des efforts déterminés et massifs sur la possibilité d'ajouter des savoirs universitaires tout en étant engagé dans l'exercice d'une profession. Un système de crédit non pas seulement « formation » plus ou moins en lien avec la profession exercée, mais « d'acquisition de diplôme » en vue d'une évolution professionnelle y compris, pourquoi pas, dans un tout autre domaine.

Bien au-delà d'un système de valorisation des acquis de l'expérience qui regarde vers le passé, il s'agit d'aller vers l'avenir en donnant la possibilité d'acquérir de nouvelles connaissances, de nouvelles compétences.

Aussi, faut-il permettre aux personnes en emploi, ou en recherche d'emploi, et en quête d'un nouveau départ professionnel de se réengager dans un cursus d'apprentissage de connaissances techniques et scientifiques. Ce corpus doit comporter des contenus de base tels que les notions fondamentales en numératie, jusqu'à des notions d'application opérationnelles dans l'exécution de métiers non strictement mathématiques ou scientifiques.

Le sentiment d'échec qui marque longtemps de trop nombreux élèves est une perte de chance pour eux-mêmes, mais aussi pour toute la société. La formation continue doit pouvoir proposer une grille de « mises à niveau » adaptée aux différentes ambitions et capacités d'apprentissage d'une personne ayant quitté depuis plusieurs années les études, s'étant engagée ou non dans un parcours professionnel.

Exemples de corpus de formation continue en numératie, mathématiques et sciences

Publics hors diplôme technique et scientifique	Physique - Sciences	Maths
Niveau 1	Pression d'un fluide Combustion	Maîtrise des quatre opérations Usage de la règle de trois
Niveau 2	Electricité - Voltage - Intensité Accélération - Poids	Calcul algébrique Corrélation
Niveau 3	Moteur thermique Moteur électrique	Loi exponentielle Intérêts composés

Des écoles de la deuxième chance aux passeports de compétences

Les écoles de la deuxième chance (E2C) existent depuis vingt ans, Elles accompagnent 15 000 stagiaires par an. Elles s'adressent à des jeunes (d'un âge moyen de 20,6 ans) qui ont connu l'échec scolaire et sont éloignés de l'emploi.

Pour répondre au manque d'expérience des stagiaires (près de 80 % d'entre eux n'ont jamais vécu de situation d'emploi) et leur permettre de découvrir différents métiers, les E2C s'attachent

à proposer de nombreuses périodes en entreprise à chacun d'eux (cinq stages de dix jours en moyenne par stagiaire).

Les EC2 ne proposent pas de diplôme d'Etat mais assurent des formations individualisées basées sur la reconnaissance de compétences. Ce cursus permet à 61 % des stagiaires d'accéder à un emploi ou une formation. Avec un temps de parcours individualisé de six mois en moyenne, les stagiaires peuvent consolider leurs acquis, développer de nouvelles compétences, définir et construire son projet professionnel.

Il est à noter que les secteurs du commerce, de l'hôtellerie-restauration et des services à la personne sont les secteurs vers lesquels s'orientent le plus les stagiaires. Les secteurs industriels qui peinent à recruter pourraient s'inspirer utilement de ces expériences.

De celles-ci, la notion d'acquisition de points de compétences pourrait être expérimentée dans des parcours de mise à niveau scientifique et technique. Les validations des trois niveaux présentés ci-dessus pourrait être reportés sur un document de référence.

La validation se ferait sans contrainte de délai, en fonction de la rapidité et de la disponibilité des stagiaires.

Les techniques dans la vie de tous les jours

C'est entre huit et douze ans qu'un enfant est le plus attentif à son environnement. Il faut en profiter pour lui montrer le fonctionnement des objets de la vie quotidienne, et pour lui transmettre les principes physiques élémentaires : la gravité d'un *skite bott* dans une descente, la courbe dans l'espace d'un jeu de ballon, le moteur de la machine à laver, la fonte d'un glaçon dans l'eau, sont autant d'expériences de chimie faciles à démontrer. A l'heure où tout fait appel aux machines, il devient nécessaire de connaître certaines bases techniques, de façon progressive en fonction du développement de l'enfant, puis de l'adolescent.

L'absence de notions élémentaires rend dépendant le jeune, puis l'adulte dans les situations complexes mais aussi dans la vie quotidienne, tant les savoirs techniques, voire scientifiques, sont devenus indispensables pour comprendre le quotidien. Se protéger des usages illégaux des données personnelles, d'excès de la médiasphère, mais aussi de manipulations comportementales, jusqu'à l'obsolescence programmée des produits... les exemples où l'ignorance technique est un facteur de perte de liberté sont multiples.

Les jeunes générations paraissent plus sensibles aux questions d'éco-responsabilité et, pour beaucoup, regrettent de ne pouvoir (savoir) réparer des objets manufacturés. Cela passe en effet par un minimum de connaissances techniques, mais aussi par le recours à des procédés de fabrication plus simples, et conçus pour permettre la réparation. Cette démarche écoresponsable de l'industrie pourrait être un créneau d'innovations porteur.

A la base, un esprit a ou acquiert des appétences scientifiques ou techniques ou même les deux, tout dépend de son milieu familial et son environnement, puis de l'enseignement reçu et le plaisir qu'il a à suivre cet enseignement. L'environnement influe fortement sur la perception qu'ont les enfants et les adolescents des matières enseignées. Si les parents, et l'ensemble de l'environnement éducatif, savent intéresser leurs enfants aux différentes matières, il devient possible d'espérer qu'elles en soient mieux reçues et perçues et donc mieux abordées et étudiées.

Conclusion

La France n'est pas condamnée à la pénurie de talents dans les matières scientifiques et techniques. Elle dispose d'excellentes écoles d'ingénieurs. Les étudiants français sont appréciés à l'étranger, notamment aux Etats-Unis. Les ingénieurs formés en France n'ont pas de difficulté pour exercer leur savoir et leur capacité de recherche, en France comme ailleurs. L'enjeu pour la France est non seulement d'augmenter le nombre d'entre eux, mais aussi de les maintenir au service de son industrie et de sa recherche. Il est aussi de retenir les jeunes diplômés et techniciens et scientifiques de haut niveau. Il est enfin de susciter l'appétence pour les études scientifiques et techniques.

C'est donc moins la qualité des formations que la quantité de bacheliers s'engageant dans des études scientifiques qui est en cause.

Il convient de rendre les études scientifiques et techniques attractives. Quelle que soit la discipline enseignée, rechercher la motivation des futurs talents n'est pas dans la tradition française. Les habitudes culturelles n'admettent l'anticonformisme qu'en ce qu'il est mue par l'expression d'une passion, avec ce que cela comporte d'énergie et parfois de génie mais aussi de perte en ligne de tous ceux qui pourraient révéler leurs capacités dans d'autres circonstances, par d'autres comportements.

L'enseignement des mathématiques, à l'origine de l'appétence ou du refus d'embrasser des études scientifiques ou techniques, doit trouver la voie de l'accompagnement bienveillant et positif, de la compréhension des réalités psychiques et physiologiques de l'enfant et de l'adolescent, mais aussi mâliner ses certitudes en la « toute-puissance » de l'abstraction par l'envie de faire « toucher du doigt » les applications pratiques et concrètes des savoirs scientifiques et techniques. Cela passe par un accompagnement patient et bienveillant tout au long de la scolarité, primaire et secondaire.

Les études scientifiques et techniques doivent être incarnées, voire humanisées dans leur apprentissage. Les savoirs fondamentaux doivent plus encore être illustrés d'exemples pratiques qui permettent de leur donner du sens. Les circonstances s'y prêtent. L'exemple d'autres méthodes mise en place ailleurs incitent au changement. L'intérêt des jeunes générations pour des enjeux environnementaux, éthiques ou sociétaux, est encourageant.

La technophilie des générations dites « digital natives », mais aussi la prise de conscience des excès permis par le potentiel technologique (gestion des données, etc.), devraient permettre de réconcilier l'image pour l'heure dégradée de l'industrie avec l'espérance d'une éthique de la production et de la consommation plus respectueuse des droits des personnes et de ceux de l'environnement.

Encore faut-il que les acteurs publics et privés fassent le bilan des piètres résultats en la matière de ces dernières décennies. S'interroger sur la méthode d'apprentissage des savoirs est impératif. Rechercher les manques dans la présentation des carrières scientifiques et techniques l'est tout autant. Des efforts sont entrepris par les professionnels pour valoriser la recherche, l'industrie, la production comme porteuses d'autant de réponses adaptées aux projections de vie personnelle et de carrière professionnelle des nouvelles générations arrivant aux choix des études.

Pour susciter l'intérêt, les programmes doivent s'adapter à des temps d'adaptation différenciés selon les élèves. Il ne faut pas écrémer ceux dont le rythme de développement est différent. Il faut diversifier les méthodes d'accès aux savoirs scientifiques. Ce travail interdisciplinaire passe aussi par un renouveau du cadre professoral, de la formation initiale au recrutement, de la mise en situation à l'accompagnement tout au long de la carrière professorale, de la connaissance de la matière à l'appréhension de l'environnement professionnel des futurs diplômés.

Les salaires des enseignants de maths et sciences doivent être comparables à ceux des ingénieurs et informaticiens. Quitte à ce qu'ils soient supérieurs aux autres disciplines. Le dogme de l'égalité de salaire entre professeurs de disciplines différentes n'a que peu de lien avec la réalité des études menées et des besoins actuels de la Nation. Un effort en faveur des études scientifiques et techniques est justifié par une désaffection qu'il devient urgent d'enrayer sous peine d'un décrochage national au moment où l'épicentre économique et technologique est réinterrogé par les performances des pays d'Asie ou outre-Atlantique.

Le réenchancement des études scientifiques et techniques doit également s'appuyer sur la sensibilisation de l'environnement familial et social des jeunes. Le fait technologique et industriel doit retrouver la proximité perdue d'avec le milieu familial. Absent de l'école, désormais éloigné de la plupart des foyers familiaux, l'industrie et le secteur technologique doit sortir de leur isolement social. La démonstration des apports technologiques à la vie quotidienne, leurs performances et bénéfiques pour la société comme pour les citoyens manque singulièrement d'illustration et de vulgarisation dans les médias s'adressant au grand public. Il serait temps que les professionnels prennent la mesure des conséquences délétères d'une telle distanciation d'avec les parents et les jeunes.

Les écoles et universités technologiques et scientifiques ont raté la bataille de l'attractivité en nombre suffisant de la jeunesse. Souffrant d'une image distanciée, de raideur compassée, elles n'ont pas su ou voulu, à de rares exceptions près, prendre le virage de la communication et du marketing. Le prix de cette condescendance est lourd. Distanciées des réalités, elles sont distancées par d'autres types d'études ressenties, à tort ou à raison, comme plus prometteuses professionnellement et humainement.

Les sciences et les techniques doivent être réenchantées. Oser parler des bienfaits de la recherche appliquée au quotidien comme donner à rêver en projetant le travail en équipe, les réussites et les défis à relever, voilà les axes sur lesquels communiquer et positionner le prix de l'effort individuel des études et collectif d'une carrière.

La France, dans l'Europe et le monde, relèvera le défi de l'intérêt pour les études scientifiques et techniques par l'effort de tous, institutions publiques comme acteurs privés. Il en va de l'avenir des générations en passe de choisir leur orientation d'étudiant. Il en va plus largement du rang qu'entend jouer la France dans un monde où les technologies et les sciences vont plus que jamais déterminer le cadre de vie, au quotidien, de chacun.

Voilà de quoi rêver et... agir !

12 mesures à mettre en œuvre d'urgence

1

Définir un corpus scientifique et technique minimal sous forme de QCM à enseigner au collège et au lycée. Sanctionné par un QCM. Le coefficient de cette épreuve serait celui de l'épreuve sportive indiquant que la culture technique est indispensable à « l'honnête homme » du XXI^e siècle.

2

Permettre aux bacheliers d'une autre filière que S **une année de rattrapage en maths et sciences** pour reprendre des études supérieures scientifiques.

3

Créer une année post-Bac dite propédeutique (ou pré-universitaire) proposant un enseignement généraliste approfondi permettant de fortifier les bases de connaissances nécessaires face aux enjeux sociétaux, éthiques, mais aussi d'appréhender les enjeux des différentes filières d'enseignement supérieur.

4

Etablir une information accessible au grand public sur les taux de réussite et d'insertion des élèves en emploi obtenus par les universités pour chacun des cursus enseignés, à l'instar de ce qui existe pour les établissements du second degré.

5

Promouvoir les métiers de techniciens par une information aux élèves de 1^{ère} et leurs familles : bio-informaticiens, architectes de système, roboticiens, chimistes, électroniciens, mais aussi mécaniciens, chaudronniers, soudeurs, etc.

6

Porter à la connaissance des professeurs les démarches « d'investigation », et d'expérimentations dont celles de *scholarship of teaching and learning* (SoTL), de *Teaching at the right level* (TaRL), etc.

7

Inclure pour les enseignants-apprenants des sessions de présence, puis de participation, en classe au côté d'un maître, représentant 30 % du temps de formation initiale, afin d'appréhender les multiples dimensions d'altérité interpersonnelle avec le groupe et l'élève.

8

Inclure dans la formation des maîtres des sessions d'apprentissage en milieu scolaire et universitaire à l'étranger, par des accords d'échange avec des pays aux caractéristiques socio-économiques similaires.

9

Accélérer la procédure de labellisation d'une formation pour viser une ouverture à douze mois après le dépôt de dossier. Il faut compter actuellement deux ans en moyenne ; un an pour obtenir la labellisation de la Commission des titres d'ingénieurs (CTI), et un an pour la mise en œuvre proprement dite.

10

Intégrer des représentants des acteurs privés des métiers scientifiques, techniques et industriels dans les instances d'élaboration et de mise en œuvre des mesures de valorisation les concernant auprès des différents publics, dont les jeunes.

11

Créer un réseau de maison des mathématiques dans trois grandes métropoles françaises, sur le modèle du MoMath à New York ou du musée Das Mathematikum à Giessen, en Allemagne.

12

Prendre en compte les valeurs, attentes et centres d'intérêt des générations en âge d'apprentissage dans les matières et enjeux pédagogiques.

Annexes

Les ressources humaines en sciences et techniques selon l'OCDE

La définition de l'OCDE

La définition des Ressources Humaines en Sciences et Technologies (RHST) est aussi large que possible sous l'angle à la fois du niveau d'éducation (catégories 5 à 7 de la CITE) et de la discipline étudiée dans le domaine de la S&T.

Certains niveaux ou domaines d'études devraient toujours être inclus (couverture de base) et cela pour plusieurs raisons. Les RHST de niveau universitaire sont d'un intérêt plus central que les RHST de niveau technicien pour les activités de S&T pour l'élaboration des politiques. En outre, les comparaisons internationales de données fondées sur la catégorie 5 de la CITE peuvent induire en erreur en ce qu'elles sont particulièrement sensibles aux différences entre les systèmes éducatifs nationaux. Troisièmement, en règle générale, la formation et le perfectionnement des RHST sont plus longs et, donc, plus coûteux au niveau universitaire qu'au niveau technicien. Du point de vue des domaines d'études, on considère souvent, du moins dans les pays d'expression anglaise, que certaines disciplines telles que les sciences exactes et naturelles ou les sciences de l'ingénieur et technologiques concernent plus directement les activités de S&T que ne le font les sciences sociales, les sciences humaines ou d'autres disciplines. Il paraît donc approprié de moduler la couverture statistique des deux dimensions de l'éducation : le niveau d'instruction et le domaine d'études. Ces deux dimensions ne pas indépendantes l'une de l'autre. Le type de couverture par niveau d'instruction ne doit pas laisser de côté le domaine d'études et vice versa : il doit être choisi par référence à une combinaison déterminée de niveau d'instruction et de domaine d'études.

Domaine d'études	Niveau	
	6/7	5
Sciences exactes et naturelles	De base	Élargie
Sciences de l'ingénieur et technologiques	De base	Élargie
Sciences médicales	De base	Élargie
Sciences agricoles	De base	Élargie
Sciences sociales	De base	Élargie
Sciences humaines	Élargie	Complète
Autres disciplines	Élargie	Complète

Source : Manuel de Canberra, OCDE (1995)

Appétence ou désaffection pour les études scientifiques et techniques en France, où en sommes-nous ? est un rapport du groupe de travail éponyme animé par l'Institut Chiffres & Citoyenneté de septembre 2017 à mars 2018.

Ont participé aux travaux :

Olivier Collas, Jean-Marc Coursier, Xavier Desmaison, Benoît Desavoie, Michel Hamousin, François Jeger, Gérard Lequeux, Laurence Lévy-Delpla, Jacques Marceau, Françoise Rouch, Olivier Peraldi.

© Institut Chiffres & Citoyenneté

(Association loi 1901)

<http://www.chiffres-citoyennete.fr/>

19 rue de Billancourt, 92 100 Boulogne-Billancourt

Juillet 2018

Reproduction interdite sauf autorisation