

N° 607

SÉNAT

SESSION ORDINAIRE DE 2017-2018

Enregistré à la Présidence du Sénat le 27 juin 2018

RAPPORT D'INFORMATION

FAIT

*au nom de la commission de la culture, de l'éducation et de la communication (1) sur la **formation à l'heure du numérique**,*

Par Mme Catherine MORIN-DESAILLY,

Sénatrice

(1) Cette commission est composée de : Mme Catherine Morin-Desailly, *présidente* ; M. Jean-Claude Carle, Mme Catherine Dumas, MM. Jacques Gasperrin, Antoine Karam, Mme Françoise Laborde, MM. Jean-Pierre Leleux, Jacques-Bernard Magner, Mme Colette Mélot, M. Pierre Ouzoulias, Mme Sylvie Robert, *vice-présidents* ; MM. Alain Dufaut, Claude Kern, Mme Claudine Lepage, M. Michel Savin, *secrétaires* ; MM. Maurice Antiste, David Assouline, Mmes Annick Billon, Maryvonne Blondin, Céline Boulay-Espéronnier, M. Max Brisson, Mmes Marie-Thérèse Bruguière, Céline Brulin, M. Joseph Castelli, Mmes Laure Darcos, Nicole Duranton, M. André Gattolin, Mme Samia Ghali, MM. Didier Guillaume, Abdallah Hassani, Jean-Raymond Hugonet, Mmes Mireille Jouve, Claudine Kauffmann, MM. Guy-Dominique Kennel, Laurent Lafon, Michel Laugier, Mme Vivette Lopez, MM. Jean-Jacques Lozach, Claude Malhuret, Christian Manable, Mme Marie-Pierre Monier, MM. Philippe Nachbar, Olivier Paccaud, Stéphane Piednoir, Mme Sonia de la Provôté, MM. Bruno Retailleau, Jean-Yves Roux, Alain Schmitz, Mme Dominique Vérien.

Stephen Hawking

Créer une intelligence artificielle serait le plus grand événement de l'histoire humaine. Malheureusement, ce pourrait être le dernier, à moins que nous découvriions comment éviter les risques.

(The Independent, 01/05/2014)

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
GLOSSAIRE	7
LISTE DES TRENTE-SIX PROPOSITIONS	9
AVANT-PROPOS	13
I. LES DÉFIS DE LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE	17
A. LES DÉFIS ÉCONOMIQUES	17
1. <i>La modification des modèles économiques</i>	17
a) La désintermédiation-réintermédiation	17
b) La tertiarisation de l'économie	17
2. <i>Des opportunités à saisir à condition de réussir la digitalisation des entreprises</i>	18
a) Des opportunités à saisir	18
b) La nécessaire adaptation des entreprises à la digitalisation	21
B. LES DÉFIS SOCIAUX	22
1. <i>L'évolution des métiers et la transformation des compétences</i>	22
a) L'évolution des métiers	22
b) La transformation des compétences	27
2. <i>L'ubérisation de l'économie</i>	28
C. LES DÉFIS STRATÉGIQUES	29
1. <i>L'Europe prise en tenailles entre les États-Unis et l'Asie</i>	29
2. <i>La souveraineté numérique appliquée à l'éducation</i>	31
a) La position ambiguë des gouvernements successifs face à l'attrait du marché de l'éducation pour les géants américains du numérique	31
b) La nécessité de développer une filière française des ressources éducatives numériques	32
c) Le numérique au service du développement de la francophonie	33
D. LES DÉFIS DÉMOCRATIQUES	34
1. <i>L'affaiblissement de la transparence et de la diversité des informations</i>	34
2. <i>Un risque de manipulation aggravé par Internet</i>	35
E. LES DÉFIS ÉTHIQUES	37
1. <i>Le numérique : opportunité pour le plus grand nombre ou facteur aggravant les inégalités ?</i>	37
a) La fracture en matière d'équipement tend à diminuer en France	38
b) ... tandis qu'augmente la fracture numérique liée aux usages.....	38
c) Femmes et numérique	40
2. <i>La protection des données</i>	42
3. <i>L'enjeu des algorithmes</i>	44

F. LES DÉFIS SOCIÉTAUX : QUELLE SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE POUR DEMAIN ?.....	44
1. <i>Maîtrise contre emprise</i>	44
a) La surexposition aux écrans.....	44
b) L'exposition à la cyberpornographie.....	49
c) L'exposition à la cybercriminalité.....	52
2. <i>Empowerment ou perte d'humanité ?</i>	53
II. LA FORMATION COMME RÉPONSE POUR PRENDRE EN MAIN NOTRE DESTIN NUMÉRIQUE	55
A. LE PLAN NUMÉRIQUE : UN EFFORT LOUABLE MAIS INACHEVÉ POUR PERMETTRE AUX ÉLÈVES DE S'INTÉGRER DANS LE MONDE NUMÉRIQUE	55
1. <i>L'intégration du numérique à l'École : une préoccupation récurrente depuis un demi-siècle</i>	55
a) Cinquante ans de plans informatiques et numériques pour l'École.....	55
b) Une efficacité amoindrie par l'absence de stratégie claire	57
2. <i>Le plan numérique pour l'éducation, une nouvelle tentative pour faire entrer l'École dans l'ère du numérique</i>	59
a) La reconnaissance d'un service public du numérique éducatif.....	59
b) Un plan numérique fondé sur quatre piliers	60
3. <i>L'apprentissage du numérique dans toutes ses dimensions</i>	66
a) La formation au numérique : la lente mise en œuvre d'un référentiel de compétences.....	66
b) L'éducation aux médias : une pratique ancienne à généraliser et à professionnaliser impérativement.....	69
c) L'éducation à l'informatique : des initiatives récentes à systématiser	73
B. UN BILAN EN DEMI-TEINTE.....	76
1. <i>Des avancées incontestables</i>	76
a) L'essor des pratiques innovantes.....	76
b) Une plus grande coopération entre tous les acteurs	81
c) Le développement d'une stratégie globale	84
2. <i>Un bilan jusqu'à présent en-deçà des attentes</i>	85
a) Une utilisation des outils numériques qui reste trop traditionnelle	85
b) Une formation insuffisante des enseignants.....	87
c) Une École enfermée dans des carcans trop rigides.....	92
3. <i>Une efficacité du numérique pour améliorer la réussite scolaire qui reste à démontrer</i>	93
a) Les promesses infinies du numérique... ..	94
(1) Les CLOM (cours en ligne ouverts et massifs).....	94
(2) L'analytique de l'apprentissage.....	96
b) ...relativisées par la science	97
(1) Le mythe de l'apprentissage individuel	97
(2) Les travaux sur la plus-value des évolutions technologiques.....	98
c) Une efficacité du numérique inégale selon les objectifs poursuivis	100
(1) Les effets limités du numérique sur la réussite scolaire	100
(2) Des résultats incontestés pour surmonter les handicaps	101
C. LES CONDITIONS NÉCESSAIRES POUR METTRE LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DE LA RÉUSSITE SCOLAIRE.....	103
1. <i>La pédagogie au cœur du projet numérique</i>	103
2. <i>La formation et l'accompagnement aux usages pédagogiques du numérique</i>	104
3. <i>L'établissement comme échelon pour l'innovation numérique</i>	107
4. <i>L'équipement</i>	108
5. <i>La nécessité de prendre en compte les résultats scientifiques</i>	110

III. RÉUSSIR LA DIGITALISATION DE L'ÉCONOMIE : LES ENJEUX DE LA FORMATION INITIALE ET DE LA FORMATION CONTINUE.....	112
A. LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DE LA DIGITALISATION.....	112
1. <i>La transformation managériale.....</i>	112
2. <i>L'accompagnement des salariés dans l'évolution de leurs compétences.....</i>	112
B. UN SYSTÈME DE FORMATION À ADAPTER EN PROFONDEUR.....	114
1. <i>La formation initiale</i>	114
a) Garantir la maîtrise des compétences transversales	114
b) Augmenter le nombre de jeunes se destinant aux carrières liées au numérique	115
2. <i>La formation continue.....</i>	117
a) Lutter contre l'illectronisme.....	117
b) Réussir le double pari de la massification et de l'individualisation de la formation.....	118
c) Considérer la formation comme un investissement et mettre en place une fiscalité incitative	119
IV. FORMER L'ENSEMBLE DES CITOYENS : UNE IMPÉRIEUSE NÉCESSITÉ	120
A. UNE FRACTURE NUMÉRIQUE MULTIDIMENSIONNELLE	120
1. <i>Les facteurs discriminants</i>	120
2. <i>Des risques non négligeables d'exclusion</i>	122
B. ASSURER LA MONTÉE EN COMPÉTENCES DE TOUS	122
1. <i>Renforcer l'accès au numérique</i>	122
a) L'urgence absolue : un bon accès à l'Internet dans tous les territoires	122
b) Renforcer l'accessibilité au matériel informatique ainsi qu'aux abonnements Internet	123
2. <i>Accompagner dans tous les territoires</i>	124
3. <i>Sensibiliser l'ensemble de la population aux enjeux du numérique.....</i>	125
a) Reconnaître la montée en compétence numérique comme grande cause nationale 2019	125
b) Accroître la sensibilisation des responsables politiques, éducatifs, culturels et économiques aux enjeux du numérique.....	126
c) Nommer un commissaire au numérique chargé de la stratégie et de la coordination interministérielle sur les questions relatives au numérique	126
CONCLUSION : LES PROPOSITIONS.....	129
EXAMEN EN COMMISSION.....	147
LISTE DES DÉPLACEMENTS.....	163
LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES	165

GLOSSAIRE

ARCEP : autorité de régulation des communications électroniques et des postes

AVEC : apportez votre équipement personnel de communication

B2i : brevet informatique et Internet

BEP : brevet d'études professionnelles

BTS : brevet de technicien supérieur

BYOD : *bring your own device*

C2i : certificat informatique et Internet

CAP : certificat d'aptitude professionnelle

CAPES : certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement du second degré

CARDIE : cellule académique recherche, développement, innovation, expérimentation

CIA : *Central intelligence agency*

CLEMI : centre de liaison de l'enseignement et des médias d'information

CLOM : cours en ligne ouvert et massif

CNIL : commission nationale de l'informatique et des libertés

CPE : conseiller principal d'éducation

DANE : délégué académique au numérique éducatif

DEPP : direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance

DNE : direction du numérique pour l'éducation

DUT : diplôme universitaire de technologie

EIM : équipement individuel mobile

ENR : école numérique rurale

ENT : espace numérique de travail

ÉSPÉ : école supérieure du professorat et de l'éducation

GAFSA : Google, Apple, Facebook, Amazon

HADOPI : haute autorité pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur Internet

ICN : informatique et création numérique

ISN : informatique et sciences du numérique

IUFM : institut universitaire de formation des maîtres

LSF : langue des signes française

LSU : livret scolaire unique

MEEF : métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation

MOOC : *massive open online course*

TIC : technologies de l'information et de la communication

TICE : technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement

TOEFL : *test of English as a foreign language*

TOS : techniciens, ouvriers et de services

ULIS : unité localisée pour l'inclusion scolaire

LISTE DES TRENTE-SIX PROPOSITIONS

Mettre en place une stratégie nationale pour le numérique

1. Faire de la montée en compétence numérique la grande cause nationale de 2019
2. Sensibiliser les responsables politiques, éducatifs, culturels et économiques aux enjeux du numérique
3. Inciter le gouvernement à désigner un commissaire au numérique chargé de la stratégie et de la coordination interministérielle sur les questions relatives au numérique
4. Sensibiliser et accompagner les collectivités territoriales dans la formation de leur administration au numérique
5. Accélérer la couverture de tout le territoire en Internet à haut débit
6. Mettre en place une véritable instance de pilotage entre l'État et les collectivités territoriales pour le déploiement du plan numérique pour l'éducation

Encourager la montée en compétence numérique de tous

7. Faire de l'acquisition de la culture et des outils numériques un des objectifs à part entière des apprentissages fondamentaux
8. Renforcer l'intégration de la culture et des outils numériques dans la formation des étudiants et des apprentis
9. Accompagner l'évolution des compétences des actifs en luttant contre l'illectronisme et en donnant aux actifs la maîtrise des compétences transversales nécessaires à l'heure du numérique
10. Mettre en œuvre des stratégies d'inclusion numérique dans les territoires

Former les formateurs

11. Renforcer la formation des délégués académiques au numérique
12. Revoir la maquette de formation en ÉSPÉ afin que la littératie numérique devienne un axe structurant de la formation
13. Réformer le statut des formateurs des ÉSPÉ afin de privilégier des praticiens capables de transmettre un savoir-faire renouvelé par la pratique
14. Instaurer l'enseignement des sciences du numérique comme discipline autonome et créer un CAPES informatique afin de professionnaliser la formation aux sciences du numérique dans l'enseignement secondaire
15. Rendre la formation continue des enseignants du second degré et des enseignants chercheurs obligatoire

Encourager l'orientation vers les métiers du numérique

16. Consolider les données prospectives fiables et quantifiées en termes de besoins en compétences et en emplois liés au numérique dans tous les domaines d'activité et actualiser régulièrement le répertoire national des métiers
17. Diversifier les cursus de formation à travers notamment la généralisation des cursus en alternance pour l'ensemble des métiers du numérique, la création de filières professionnelles du numérique ou encore le développement des formations mises en place à travers la grande école du numérique
18. Investir massivement dans quatre secteurs clés et d'avenir impactés par le numérique : la mobilité, la santé, l'énergie et l'environnement
19. Encourager la féminisation des métiers du numérique

Réussir la digitalisation des entreprises

20. Organiser la formation initiale et la formation continue pour réussir la digitalisation des entreprises
21. Renforcer l'accompagnement des PME dans leur transition numérique à travers la mise en place d'un réseau d'accompagnement de proximité et d'une plateforme de ressources personnalisées
22. Réformer le système d'établissement des diplômes professionnels et de certification professionnelle afin de garantir et d'accélérer la pertinence de l'offre de formation par rapport aux besoins
23. Considérer la formation comme un investissement et mettre en place une fiscalité incitative

Former des citoyens avertis et responsables

24. Renforcer les moyens consacrés à l'éducation aux médias et à l'information afin de donner à cet enseignement une place centrale dans le cursus scolaire et évaluer la qualité et la pertinence dudit enseignement
25. Associer plus étroitement la Commission nationale informatique et libertés (CNIL) et la Haute autorité pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur Internet (HADOPI) à la stratégie du ministère de l'éducation nationale en matière d'éducation aux médias et à l'information
26. Dans la perspective d'une réforme de l'audiovisuel public, réaffirmer les missions de l'audiovisuel public en matière d'information, de divertissement et d'éducation et s'assurer de la compatibilité du modèle économique retenu avec l'exercice de ces missions

Apprendre à se servir des écrans et apprendre à s'en passer

27. Obliger les fabricants d'outils numériques à vocation pédagogique pour les très jeunes enfants à indiquer que l'utilisation des outils numériques nuit au développement de l'enfant de moins de trois ans. Créer une signalétique comparable à celle utilisée pour la classification des films
28. Lancer une campagne nationale de sensibilisation sur les bonnes pratiques en matière d'exposition aux écrans des jeunes enfants
29. Faire précéder l'interdiction du portable dans les établissements scolaires d'un débat avec les enseignants, les parents et les élèves sur les enjeux de cette mesure

Mettre le numérique au service de l'égalité

30. Rendre l'usage du numérique systématique pour faciliter l'apprentissage et la scolarité des élèves à besoins particuliers
31. Utiliser le numérique comme moyen de mise en œuvre des droits culturels
32. Faire des conditions d'apprentissage et de l'impact des nouvelles technologies sur les comportements humains une priorité de la recherche publique
33. Étendre à l'accès à l'Internet à haut débit le principe de service universel déjà mis en place pour les services de communications électroniques au niveau européen

Défendre notre souveraineté numérique en matière d'éducation et de formation

34. Affirmer notre souveraineté en matière d'éducation et de formation face aux géants du numérique
35. Privilégier les moteurs de recherche qui garantissent la neutralité des résultats
36. Dédier des ressources budgétaires au numérique éducatif et développer une filière d'excellence francophone

Mesdames, Messieurs,

Depuis l'apparition au début des années 80 de l'Internet (le **Web 1.0**, associé à l'invention du protocole TCP IP puis des documents reliés par les liens hypertextes au début des années 90), la révolution numérique est marquée par des vagues d'innovations successives.

Les années 2000 ont vu apparaître le **Web 2.0** (Web social) caractérisé par l'émergence des réseaux sociaux, encouragés par la généralisation des smartphones, mais également par le développement des applications et des plateformes qui ont conquis le monde en quelques années.

Désormais, le **Web 3.0** (Web des données) organise la masse d'informations disponibles en fonction du contexte et des besoins de chaque utilisateur, en tenant compte de sa localisation, de ses préférences, etc.

C'est dans ce contexte que se développe le Web des objets, dans lequel les objets sont capables d'échanger des informations et de communiquer entre eux ainsi que d'interagir avec leurs utilisateurs.

En outre, les potentialités du numérique sont loin d'être épuisées : la puissance de calcul des ordinateurs, la « mise en données du monde » et le nouvel essor de l'intelligence artificielle sont autant de facteurs qui laissent à penser que nous ne sommes qu'au début des bouleversements provoqués par cette technologie disruptive. Déjà, le Web 4.0 « généticiel » (ou encore Internet de l'ADN¹) est annoncé, qui structurera une économie fondée sur la « servicialisation » du vivant.

D'ores et déjà, jamais une révolution n'aura en si peu de temps modifié à ce point les sociétés humaines en raison de sa fulgurante diffusion sur toute la planète.

En 2018, le monde compte **quatre milliards d'internautes**, soit plus de la moitié de la population mondiale tandis que les réseaux sociaux (Facebook, Whatsapp, FB Messenger, YouTube) comptent 3,2 milliards d'utilisateurs, dont 2,9 milliards à partir de connexions mobiles ! De fait, la **diffusion des smartphones** a été extrêmement rapide : alors que le premier smartphone est apparu en 2007, **cinq milliards sont désormais en circulation**, soit deux fois plus que deux années auparavant !

¹ Acide Désoxyribo-Nucléique.

Tous les secteurs sont concernés par cette diffusion massive et extrêmement rapide du numérique: la santé avec le développement de la télémédecine et de la santé prédictive, les transports avec l'économie collaborative et les perspectives de voiture autonome, la finance avec la Blockchain, l'industrie avec l'impression 3D et la « servicialisation » des biens d'équipement, l'éducation avec la multiplication des cours en ligne ouverts massifs (CLOM), l'analytique des apprentissages (*learning analytics*) et la multiplication des ressources en ligne, les médias avec l'apparition de nouveaux canaux d'information à travers les réseaux sociaux...

Le numérique modifie également en profondeur toutes les activités humaines. Il a changé notre manière de nous informer et d'apprendre, de consommer, d'échanger, de nous divertir, mais également de penser. **La gratuité est plébiscitée**, souvent au prix d'une certaine naïveté sur les modèles économiques qui la sous-tendent : avec l'essor de l'économie de l'attention, dans laquelle face au foisonnement des informations à notre disposition, notre attention est devenue une denrée rare et monnayable, nous ne payons pas l'information ou le service, mais les traces que nous laissons sur la toile sont méticuleusement récupérées et analysées afin de nous soumettre à des publicités ciblées.

Notre rapport à la connaissance est modifié. Celle-ci n'est plus réservée à une minorité, elle est accessible à tous. La frontière entre ceux supposés savoir et les autres s'atténue, ce qui peut encourager la remise en cause des légitimités traditionnelles mais a également l'avantage de faciliter les interactions. Ainsi, la hiérarchie et l'âge sont amenés à jouer un moindre rôle dans les relations sociales et professionnelles au profit de la compétence fonctionnelle.

La production de la connaissance est également bouleversée par les supports numériques : elle résulte de plus en plus souvent d'un processus qui privilégie la participation, la coproduction de textes, la prise de parole dans des collectifs. Les écrits sont ainsi sans arrêt enrichis, commentés, évalués, modifiés. Toutefois, cette pratique fait courir le risque de mettre à égalité tous les documents, quels que soient leurs auteurs et leur compétence sur le sujet concerné. Le modèle d'autorité basé sur la légitimité du savoir s'affaiblit au profit d'un nouveau modèle qui privilégie la visibilité et la popularité. Désormais, c'est le nombre de clics ou de « like » qui va donner une autorité à l'écrit, quelle que soit sa valeur intrinsèque.

À la fois « remède et poison » selon l'expression de Bernard Stiegler, le numérique offre des opportunités considérables mais pose néanmoins de nombreux défis : économique, à travers le bouleversement des modèles traditionnels, social en raison des peurs sur l'avenir de l'emploi, stratégique compte tenu de notre dépendance croissante vis-à-vis des géants du numérique américains et désormais chinois, éthique en raison de la difficulté de nous protéger face à la « chasse aux données » systématique organisée par les plateformes, démocratique face au pouvoir de manipulation des fausses

informations et même sociétal avec la scission du monde entre une minorité qui sait tirer profit des possibilités offertes par les nouvelles technologies pour imposer ses intérêts et le reste de la population réduite à sa fonction de consommation. Le système de surveillance de masse mis en place par les États-Unis ou encore la récupération des données de millions d'internautes par la société Cambridge Analytica montrent que le terrain d'affrontement entre les défenseurs d'une utilisation responsable du numérique et les autres est désormais mondial.

Nous sommes donc à la croisée des chemins. À l'ère du « tout data » et de l'essor de l'intelligence artificielle, quel statut, quelle place, quelle utilité pour l'Homme dans cet écosystème numérique ?

Fascinés par le déferlement incessant des innovations, nous déléguons inconsciemment ces questions fondamentales à un petit nombre d'entreprises qui profitent de leur puissance financière pour investir massivement dans tous les secteurs, et en particulier dans le secteur prometteur de l'éducation.

Il nous faut impérativement prendre du recul pour réfléchir et choisir quelle stratégie adopter afin de prendre en main notre destin numérique. Tel est l'objet de ce rapport, qui s'inscrit dans la continuité des travaux menés par votre rapporteure depuis plusieurs années sur les enjeux du numérique pour la France et l'Union européenne¹.

Après plus de 80 auditions et plusieurs déplacements effectués en Ile-de-France et en région, votre rapporteure est plus que jamais persuadée que pour entamer le processus réflexif sur la place de l'Homme dans un écosystème numérique, il faut urgemment s'attaquer à l'éducation et à la formation de l'ensemble des citoyens afin d'assurer leur montée en compétence numérique et de les sensibiliser aux enjeux de la digitalisation du monde. C'est à cette condition que la France, dans le cadre de l'Union européenne, pourra rester dans la compétition mondiale et défendre ses choix de société.

¹ « L'Union européenne, colonie du monde numérique ? » Rapport d'information n° 443 (2012-2013) ; commission des affaires européennes ;

« L'Europe au secours de l'Internet : démocratiser la gouvernance de l'Internet en s'appuyant sur une ambition politique et industrielle européenne » Rapport d'information n° 696 (2013-2014).

- Proposition de résolution en application de l'article 73 quinquies du Règlement, sur la régulation des objets connectés et le développement de l'internet des objets en Europe (2017/2018)

- Proposition de résolution en application de l'article 73 quinquies du Règlement, pour une réforme des conditions d'utilisation des mesures conservatoires prévues par le règlement (CE) n° 1/2003 du Conseil relatif à la mise en oeuvre des règles de concurrence (2016/2017)

- Proposition de résolution présentée en application de l'article 73 quinquies du Règlement, pour une stratégie européenne du numérique globale, offensive et ambitieuse (2014/2015)

I. LES DÉFIS DE LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE

Comme il a été dit précédemment, votre rapporteure s'intéresse depuis de nombreuses années sur les enjeux du numérique pour la France et l'Union européenne et a déjà rédigé plusieurs rapports sur la question.

A. LES DÉFIS ÉCONOMIQUES

1. La modification des modèles économiques

a) *La désintermédiation-réintermédiation*

Le numérique bouleverse les modèles économiques traditionnels par l'introduction de nouveaux acteurs et une modification de la chaîne de valeur à travers le phénomène de désintermédiation-réintermédiation des échanges.

La désintermédiation donne au consommateur la possibilité d'accéder directement au produit ou au service dont il a besoin, sans contrainte de temps ni d'espace. C'est ce qui explique le succès des réservations en ligne de voyages, des billets de train ou d'avion, mais également des services offerts par les banques en ligne : le client n'a plus à se déplacer ou à téléphoner pour donner un ordre de virement ou de vente d'action, il peut le réaliser directement, sans intermédiaire.

Dans de très nombreux cas, cette désintermédiation s'accompagne d'une réintermédiation : l'intermédiaire historique disparaît ou voit son activité fortement réduite au profit d'un nouvel intermédiaire, qui est la plupart du temps une plateforme Internet. Ainsi, Uber (transport), Airbnb (logement), Skype (télécommunications), Amazon (commerce de détail), Spotify (musique), Netflix (vidéos), sont devenus des intermédiaires incontournables entre le consommateur et le service ou le produit qu'il recherche.

b) *La tertiarisation de l'économie*

Le numérique entraîne aussi une tertiarisation de l'économie. Comme l'a fait remarquer l'une des personnes auditionnées par votre rapporteure : « *Tout est en train de devenir "service" dans les relations avec les clients.* » La chaîne de valeur se déplace de la propriété du produit à son accès par le consommateur. Telle est la logique de Netflix qui propose un service de diffusion en *streaming* de films, documentaires et séries télévisées, ou encore de Vélib ou Autolib, qui mettent à la disposition des usagers parisiens un vélo ou une voiture moyennant un abonnement et un coût au-delà de 30 minutes d'utilisation pour Vélib et à la minute pour Autolib.

Dans le secteur industriel, les marges sont de plus en plus réalisées à travers les services vendus avec les produits (maintenance, financement, conseil) et ce phénomène va s'accroître.

2. Des opportunités à saisir à condition de réussir la digitalisation des entreprises

a) Des opportunités à saisir

Comme il a été indiqué précédemment, la digitalisation de l'économie - et sa tertiarisation - bouleversent les modes de production. L'attention portée aux besoins du client se traduit par une **individualisation accrue des produits et une relation plus étroite avec la clientèle**. La réduction des délais de livraison, la capacité d'adaptation du fournisseur aux attentes du client pendant le processus de fabrication du produit sont des éléments de compétitivité déterminants, qui conduisent à rapprocher les centres de production de leur marché. En outre, les progrès en robotique relativisent l'importance d'une main d'œuvre bon marché, dont les tâches ont vocation à être automatisées.

Comme le font remarquer Dorothee Kohler et Jean-Daniel Weiz¹ : *« La quatrième révolution industrielle rebat les cartes des déterminants de la compétitivité. Au-delà des compétitivités coût et hors-prix, elle laisse émerger une troisième forme de compétitivité : la **compétitivité relationnelle**. Cette compétitivité relationnelle est fondée sur des modes d'interactions spécifiques entre acteurs économiques à l'intérieur et à l'extérieur de la chaîne de valeur : relation avec les concurrents, avec les fournisseurs, avec les communautés de clients ; relation avec les salariés ; relation avec des partenaires de développement (instituts de recherche, universités, start-ups...). L'écosystème ne fait plus partie des aménités, il est dorénavant à considérer comme une des composantes clefs de la performance entrepreneuriale ».*

Si cette évolution pose des défis immenses aux pays en voie de développement, dont l'attractivité économique repose essentiellement sur des coûts salariaux très bas, elle ouvre de nouvelles perspectives économiques aux pays industrialisés comme la France.

Par ailleurs, la révolution numérique ouvre d'immenses opportunités.

Syntec numérique est le syndicat professionnel qui représente les entreprises de services du numérique (ESN), les éditeurs de logiciels et les sociétés de Conseil en Technologies. Ces trois métiers se conjuguent pour accompagner les entreprises dans leur transformation numérique. Ils fournissent les outils, les conseils et les ressources nécessaires à la conception, la mise en œuvre et l'exploitation des nouvelles applications.

En 2017, ce secteur représentait 53,9 milliards d'euros (en croissance de + 3,4 % par rapport à 2016, 447 000 emplois et 26 800 entreprises.

¹ Industrie 4.0, une révolution industrielle et sociale. Futuribles n° 424, mai-juin 2018.

Dans une étude de 2011, la société McKinsey analysait l'impact d'Internet sur l'économie française¹. Celle-ci révélait qu'en 2010, Internet avait généré 60 milliards d'euros de chiffre d'affaires, soit l'équivalent du secteur de l'énergie. Elle montrait également qu'en quinze ans, Internet avait créé 700 000 emplois et qu'en 2010, 1,5 million d'emplois étaient liés à l'activité d'Internet, soit 4,2 % de la population active, répartis en emplois directs (salariés de sites Web), emplois indirects (personnel des sociétés de transport chargées de l'envoi de marchandises issues du e-commerce) et emplois induits (personnel embauché à la suite des augmentations de ventes d'un magasin grâce à son site Web).

Les perspectives étaient prometteuses puisqu'à **l'horizon 2015, ledit rapport prévoyait un chiffre d'affaires de 129 milliards d'euros généré par Internet et la création de 450 000 emplois.**

Au-delà du numérique, tous les secteurs d'activité sont potentiellement concernés par les gains de productivité, de créativité et de croissance attendus du numérique.

C'est la raison pour laquelle, en 2017, la fédération de la plasturgie et des composites a élaboré, en collaboration avec Syntec Numérique, un livre blanc sur « *le numérique, accélérateur de croissance pour la plasturgie* » afin d'encourager les industriels de cette branche à moderniser et numériser leurs entreprises.

La révolution numérique facilite également le développement de marchés de niche lorsque les coûts de production et de stockage ne sont pas élevés. En effet, Internet ouvre l'accès à un marché mondial. Ces nouvelles opportunités concernent particulièrement le secteur des activités culturelles.

L'adaptation d'Arte à l'heure du numérique

Lors de son audition, Agnès Lanoë, directrice de la prospective et de la stratégie d'Arte a témoigné des opportunités qu'offrait le numérique pour permettre à la chaîne franco-allemande Arte de toucher de nouveaux publics.

Arte a été créée en 1990. Avec un budget de 285 millions d'euros en 2018 et 12 millions de téléspectateurs en moyenne, sa part de marché s'élève à 2,4 % en France.

Soucieuse d'augmenter le nombre de ses téléspectateurs sans pour autant prétendre à des crédits supplémentaires, la chaîne franco-allemande s'est fortement engagée dans la numérisation de ses programmes. Dès 2002 était créée Arte radio associée à une offre de création sonore en ligne. En 2006, Arte a mis en place une offre de vidéos à la demande. En 2007, elle a été la première chaîne à lancer la télévision de rattrapage. En 2009, elle a instauré une offre de spectacles et de productions en ligne. À partir de 2013, elle a engagé un travail sur les réseaux sociaux et s'est lancée dans les jeux vidéo et la réalité virtuelle.

¹ McKinsey&Company : *Impact d'Internet sur l'économie française ; comment Internet transforme notre pays ; mars 2011.*

Par ailleurs, elle a développé des partenariats avec des médiathèques pour mettre en place une offre légale de vidéos à la demande. Un catalogue de 5 000 titres (séries, documentaires, films) a été créé. 3 500 communes ont accès à ce service financé à travers le préachat d'un forfait de consommation.

Plus récemment, elle a fondé EducArte, système d'abonnement qui permet aux utilisateurs - essentiellement les lycéens - d'accéder aux émissions d'Arte (Le dessous des cartes, Karambolage ...). Le coût pour les collectivités territoriales s'élève globalement à un euro par an et par lycéen. Il permet de couvrir les droits d'auteur ainsi que les coûts de diffusion et de création. Selon les informations obtenues par votre rapporteure, l'agence de l'enseignement du français à l'étranger (AEFE) va souscrire l'abonnement pour tous les lycées français à l'étranger. En outre, les lycées de la Nouvelle-Aquitaine sont déjà abonnés, et une expérimentation est menée en Normandie et en Ile-de-France.

Cette stratégie s'est avérée gagnante : 47 millions de vidéos sont vues en moyenne par mois et l'offre Internet d'ARTE attire 19,1 millions de visiteurs uniques par mois.

Quatre secteurs d'avenir méritent un investissement massif de la part des pouvoirs publics afin de développer un écosystème industriel compétitif au niveau mondial : la mobilité, la santé, l'énergie et l'environnement¹.

En effet, ces secteurs entraînent de profondes transformations, à la fois du point de vue économique - ce sont les secteurs porteurs de demain et les débouchés en termes de marché et d'emplois s'annoncent immenses -, mais également en termes d'intérêt général. En outre, la France dispose d'atouts non négligeables dans ces secteurs, tels qu'un système de formation de grande qualité, une recherche reconnue internationalement, un écosystème industriel solide composé à la fois de grandes entreprises implantées dans le monde entier et de startups nombreuses et dynamiques.

Il est donc urgent de lancer une politique concertée au niveau européen afin de soutenir l'innovation dans ces quatre secteurs stratégiques et d'organiser une véritable politique industrielle qui permette aux PME de profiter du marché européen afin de se développer et de devenir compétitives au niveau mondial.

Parallèlement, il convient d'aider les entreprises françaises et européennes à développer les nouveaux outils cryptographiques (en particulier les crypto-monnaies) qui constitueront le fer de lance des nouvelles vagues d'ubérisation des sociétés européennes dans le secteur de la banque et de l'assurance.

¹ Dans son rapport "Donner un sens à l'intelligence artificielle", Cédric Villani propose de retenir les quatre secteurs stratégiques suivants : santé, transports-mobilités, environnement et défense-sécurité.

b) La nécessaire adaptation des entreprises à la digitalisation

Aussi bien les pouvoirs publics que les organisations professionnelles sont conscients de la nécessité de moderniser l'appareil productif de la France et d'accompagner les entreprises dans la numérisation de leurs modes de production.

Sous la précédente législature, plusieurs initiatives ont été prises pour inciter les entreprises à tirer profit de l'innovation technologique, notamment à travers **le lancement en 2015 du projet « Industrie du futur »**. Ce projet a été mis en œuvre par l'Alliance des industries du futur, une association loi 1901 qui rassemble et met en mouvement les compétences et les énergies d'organisations professionnelles, d'acteurs scientifiques et académiques, d'entreprises et de collectivités territoriales, notamment les régions. Elle organise et coordonne, au niveau national, les initiatives, projets et travaux tendant à la modernisation et à la transformation de l'industrie en France, notamment par l'apport du numérique. Elle s'appuie pour cela sur des groupes de travail dédiés. Son action est relayée en région par des plateformes régionales, s'appuyant sur les réseaux des membres de l'Alliance, les collectivités territoriales et les pôles de compétitivité pour accompagner les PME/ETI au plus près du terrain.

Le projet « **Industrie du futur** » repose initialement sur **cinq piliers** :

- le développement de l'offre technologique afin d'accompagner les projets structurants des entreprises sur les marchés où la France peut acquérir un leadership européen, voire mondial : fabrication additive comme les imprimantes 3D, les objets connectés, la réalité augmentée ... ;
- l'accompagnement personnalisé des entreprises à travers des diagnostics proposés aux PME et aux ETI industrielles par les régions et un accompagnement financier pour moderniser leur outil de production ;
 - la formation des salariés ;
 - le renforcement de la coopération européenne (notamment avec l'Allemagne et l'Italie) et internationale ;
 - la promotion de l'Industrie du Futur avec, notamment, le lancement de projets « vitrines » et la création, avec l'appui de Business France, d'une bannière commune pour rassembler toutes les entreprises industrielles derrière cette ambition.

Le concept de la transformation digitale reste néanmoins encore vague pour bon nombre d'entrepreneurs. Ainsi, une enquête récente menée par Agora l'industrie montre que sur les 1 814 dirigeants de PME et d'ETI françaises interrogés à cette occasion, près de la moitié d'entre eux (45 %) n'ont toujours pas de vision de la transformation digitale de leur entreprise. Parmi ceux qui en ont une, 63 % n'ont pas ou peu établi de feuille de route. Or, sans objectifs et moyens clairement définis à l'avance, la transformation digitale des entreprises a peu de chance de réussite.

Un autre chiffre illustre le retard pris par les entreprises françaises dans leur transformation numérique : seulement 15,8 % des PME françaises (hors microentreprises) vendent en ligne en 2015, ce qui les place au 13^e rang des pays européens. Or vendre en ligne permet d'accroître son aire de chalandise, potentiellement son nombre de clients, voire la taille de son marché, tout en maîtrisant davantage son canal de commercialisation. En outre, six Français sur dix achètent sur Internet. Ce hiatus amène les consommateurs français à se tourner vers des entreprises étrangères, qui prennent donc des parts de marché aux entreprises françaises sur le territoire national.

B. LES DÉFIS SOCIAUX

1. L'évolution des métiers et la transformation des compétences

a) L'évolution des métiers

Chaque révolution technologique a alimenté des peurs sur l'avenir de l'emploi et la révolution numérique n'échappe pas à ce débat.

Plusieurs études ont cherché à quantifier le nombre d'emplois susceptibles d'être menacés par l'automatisation et la numérisation.

En 2013, les résultats obtenus par deux chercheurs de l'université d'Oxford, Carl Benedikt Frey et Michael A. Osborne¹, ont fait l'effet d'une véritable bombe : **47 % des emplois seraient menacés par la numérisation de l'économie**. Par la suite, les hypothèses retenues par les scientifiques - un raisonnement par catégorie de métier - ont été critiquées dans la mesure où, d'une entreprise à l'autre, le contenu d'un emploi peut varier fortement pour une même catégorie de métier.

En 2016, une étude² publiée par Mélanie Antz, Terry Gregory et Ulrich Ziehran a réalisé un parallèle entre les données fournies par l'organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et les tâches qui composent le travail réel des personnes. Il en ressort que **9 % des emplois seraient menacés par l'automatisation résultant de la transformation digitale des métiers**, en se fondant sur l'hypothèse retenue également par les chercheurs d'Oxford selon laquelle un emploi est menacé dès lors qu'au moins 70% des tâches peuvent être automatisées.

En janvier 2017, le conseil d'orientation pour l'emploi (COE) a publié un rapport³ qui évalue les impacts de la révolution numérique sur le volume, la structure et la localisation de l'emploi. Afin de pallier certaines des lacunes identifiées dans les choix méthodologiques des études prospectives existantes, les travaux menés par le COE se sont appuyés non pas sur une

¹ *The Future of Employment: how susceptible are Jobs to Computerisation? University of Oxford.*

² OCDE Social, Employment and Migration Working Papers No 189: « *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries, a comparative analysis* ».

³ « *Automatisation, numérisation et emploi* ».

analyse par métiers, mais sur un recensement des conditions effectives de travail. Le conseil s'est intéressé non seulement à des emplois supposés « à risque » de disparition, mais également à ceux susceptibles d'évoluer. Il s'est également fondé sur des données françaises, individuelles et récentes¹.

Ses principales conclusions peuvent être résumées de la manière suivante :

- **moins de 10 % des emplois existants présentent un cumul de vulnérabilités susceptibles de menacer leur existence** dans un contexte d'automatisation et de numérisation. Cette évaluation corrobore les résultats de l'étude de 2016 précitée ;

- **mais la moitié des emplois existants est susceptible d'évoluer**, dans leur contenu, de façon significative à très importante ;

- **le progrès technologique continuerait à favoriser plutôt l'emploi qualifié et très qualifié** : parmi les emplois susceptibles d'être vulnérables, les métiers surreprésentés, en volume ou au regard de leur part dans l'emploi total, sont souvent des métiers pas ou peu qualifiés.

Révolution numérique et menaces sur l'emploi : les réflexions du conseil d'orientation pour l'emploi

Les innovations techniques des deux derniers siècles ne se sont pas accompagnées d'une réduction de l'emploi, ni *a fortiori* de sa disparition. Dans le sillage des révolutions technologiques précédentes, l'emploi s'est certes transformé, mais il a augmenté.

En effet, l'introduction de méthodes de production ou d'outils plus efficaces ne se réduit pas à la substitution du travailleur par la machine. Selon la nature des innovations technologiques, les effets attendus sur l'emploi varient.

Les innovations qui correspondent à de nouvelles techniques ou méthodes de production permettent certes d'accroître la productivité et donc *a priori*, si la production n'augmente pas, de produire plus avec moins de travailleurs. Mais des mécanismes de compensation peuvent alors réduire, voire compenser intégralement et au-delà, les pertes d'emploi initiales (construction de nouvelles machines, réduction des prix de production, augmentation de la demande, nouveaux investissements, augmentation de la demande de travail résultant d'une baisse des salaires, etc.).

Leur ampleur dépend de quantité de facteurs comme le contexte institutionnel (normes sociales, juridiques ou techniques), le fonctionnement des marchés (nature et intensité de la concurrence, élasticité de la demande au prix), les coûts respectifs du capital et du travail et les possibilités de substitution entre ces deux facteurs de production, ou la formation des anticipations des agents économiques (entreprises et consommateurs). L'effet final sur l'emploi est donc difficilement prévisible.

¹ À savoir les réponses des salariés interrogés dans le cadre de l'enquête Conditions de travail.

En outre, les innovations à l'origine de produits ou de services nouveaux peuvent créer spontanément de l'emploi en suscitant l'apparition de nouvelles activités à condition qu'elles ne « cannibalisent » pas des activités existantes.

Le conseil d'orientation pour l'emploi insiste donc sur les biais qui peuvent conduire les analyses prospectives à une surestimation du nombre d'emplois menacés par l'automatisation.

Ainsi, ce n'est pas parce qu'une technologie peut se substituer à l'emploi d'un travailleur qu'elle est effectivement directement et massivement utilisée par les entreprises : les questions d'acceptation sociale, le contexte institutionnel et réglementaire et les conditions de rentabilité économique constituent autant de facteurs de nature à limiter ou à retarder l'automatisation effective.

En outre, les études prospectives existantes cherchent à mesurer les destructions brutes d'emplois : elles ne prennent pas en compte les créations d'emplois – directes ou indirectes – liées au numérique et ne permettent donc pas d'estimer l'effet global net sur le niveau de l'emploi.

À l'inverse, il y a aussi un biais possible de sous-estimation du nombre d'emplois à risque d'automatisation : les études apprécient le risque d'automatisation au vu d'une analyse *a priori* de l'état actuel des technologies et de leur potentiel d'automatisation. Rien ne garantit que l'évolution des technologies ne soit pas plus rapide qu'anticipé et que la frontière technologique ne déplace alors plus rapidement le seuil d'automatisation.

Source : Conseil d'orientation pour l'emploi : Automatisation, numérisation et emploi

Au cours de leur audition, de nombreux intervenants ont insisté sur **l'impact de l'intelligence artificielle sur l'accélération du processus de transformation des métiers**, et ce **quel que soit leur degré de qualification**. Parmi toutes les potentialités de l'intelligence artificielle, **trois au moins** vont influencer de manière croissante le contenu des emplois :

- **l'automatisation de tâches simples** : dans une chronique publiée dans le Journal du Net¹, Raphaël Richard constatait que les robots, déjà largement présents dans l'industrie automobile, se développaient désormais dans des secteurs à forte intensité de main d'œuvre, comme le textile par exemple. « *La nouvelle génération de robots découpe plus efficacement des tissus que l'humain, la prochaine pourrait apprendre à les assembler* ». Les métiers de l'industrie textile pourraient donc évoluer, avec une disparition des métiers d'assemblage au profit des métiers de supervision, de maintenance, de sûreté ;

- **l'analyse de gigantesques quantités de données** : cette pratique est largement utilisée par les plateformes afin d'identifier des profils et des comportements types chez les utilisateurs ainsi que leurs principaux centres d'intérêt. Toutefois, les domaines d'application du « big data » sont beaucoup plus vastes. En médecine, l'analyse des données peut servir à diagnostiquer les maladies et proposer les traitements les plus adaptés en fonction des caractéristiques du patient et de sa pathologie. Dans le domaine

¹ *Intelligence artificielle : menace ou opportunité ? 25 octobre 2017.*

de la justice, le « big data » peut permettre une analyse de l'ensemble des procès proches de l'affaire à juger afin de connaître à la fois les chances de la gagner et d'utiliser les arguments qui sont les plus à même de convaincre le juge ou le jury ;

- la modélisation du raisonnement humain. Les ordinateurs ne se contentent plus de stocker et de restituer l'information. Grâce à l'apprentissage profond (« deep learning¹ »), ils sont capables de reproduire l'intelligence humaine. La victoire de l'ordinateur d'IBM Deep Blue sur le champion du monde d'échecs Gary Kasparov en 1997 ou encore la victoire d'Alpha Go sur l'un des meilleurs joueurs de go au monde, Lee Sedol, en mars 2016, ont marqué les esprits. Ces deux événements ne constituent toutefois que la partie émergée de l'iceberg et les domaines d'application de machines intelligentes sont immenses, qui vont de la traduction automatique à la voiture autonome, en passant par la création artistique (élaboration de scénarios et d'œuvres musicales).

Pour les plus sceptiques, ces évolutions technologiques vont conduire à remplacer l'humain par la machine dans le monde du travail. **La plupart des personnes auditionnées par votre rapporteure ont plutôt insisté sur l'évolution des métiers, caractérisée par une étroite coopération entre l'homme et le robot**, dans laquelle l'humain gardera le pouvoir de décision, mais sera assisté par l'ordinateur pour établir les diagnostics, analyser les pannes, effectuer des manipulations exigeant un degré de précision important, ou encore élaborer les solutions les plus pertinentes. En réalité, la plupart des métiers ont vocation à comporter une dimension numérique qui transforme profondément leur nature.

La révolution numérique a conduit à la création de nouveaux métiers qui se diffusent dans tous les secteurs d'activité.

Un rapport récent² a dressé un répertoire des emplois et métiers du numérique. 36 métiers ont ainsi été distingués, structurés autour de neuf familles de métier « cœur du numérique ».

¹ *Système d'apprentissage et de classification basé sur des réseaux de neurones artificiels numériques.*

² *Centre d'études et de recherches sur les qualifications et France Stratégie : « Vision prospective partagée des emplois et des compétences : la filière numérique », juin 2017.*

Répertoire des métiers « cœur du numérique »

Famille de métiers	Intitulé des métiers
Programmation et développements	Développeur Ingénieur étude et développement Architecte logiciel
Métiers de l'intelligence artificielle et de la donnée	Administrateur de bases de données Data analyst Data scientist
Infrastructures, clouds, réseaux et data centers	Technicien Cloud et réseaux Ingénieur Cloud et réseaux Architecte Cloud et réseaux / Urbaniste
Maintenance, assistance et support pour l'exploitation	Technicien de maintenance, support et services aux utilisateurs en informatique
Interfaces utilisateurs et créations numériques	Web designer Designer d'expérience et d'interface Ergonome Directeur artistique Showrunner / Story architect / Transmedia producer
Direction, management et stratégie	Manager de projet Manager d'équipe Responsable de la stratégie et de la prospective Chargé des relations avec l'écosystème Coach agile, product owner Business analyst Directeur des systèmes d'information Responsable sécurité des systèmes d'information
Communication et marketing	Community manager Social Media Manager Marketeur digital Chargé de référencement Analyste de trafic
Commerce	Chargé de clientèle Ingénieur d'affaires / Chargé d'affaires Ingénieur commercial Ingénieur avant-vente
Expertise et conseil	Responsable cybersécurité Consultant / expert métier Expert en protection des données Expert en propriété intellectuelle

Source : groupe de travail VPPEC Numérique, 2017

Comme font remarquer les auteurs de ce rapport : « on y trouve bien sûr les métiers du numérique « dur » (informatique, réseaux, télécoms) mais aussi des métiers nouveaux ou qui nécessitent une forte adaptation de leur contenu. Cette deuxième catégorie correspond souvent à des métiers liés à la diffusion dans de nombreux secteurs de l'économie d'applications initialement portées par les secteurs de l'ESN¹ /conseil en technologie et des télécoms (communication, marketing, données massives, etc.) ».

¹ Entreprises de service du numérique.

Or, faute de personnels qualifiés en nombre suffisant, de nombreux postes de travail liés aux métiers du numérique restent vacants. La pénurie de compétences dans le domaine des technologies de l'information et de l'électronique est évaluée à 80 000 emplois d'ici 2020 et les femmes sont particulièrement sous-représentées. En 2017, seuls 6 % des développeurs sont des femmes !

b) La transformation des compétences

Conséquence logique de l'évolution des métiers à l'heure du numérique, les compétences nécessaires pour les exercer font également l'objet d'une profonde mutation.

Selon les auteurs du rapport précédemment cité¹, « *la tendance actuelle serait finalement à l'hybridation : adjoindre des compétences numériques à certains métiers non scientifiques à l'origine (marketing, design, etc.), tandis que d'autres métiers techniques se verraient symétriquement imposer l'adjonction de compétences transversales (sociales, créatives, etc.)* ».

Désormais, quasiment tous les métiers comportent une composante numérique : les tâches de secrétariat (élaboration et classement de documents, gestion des rendez-vous, courriers), de gestion et de comptabilité ont été les premières concernées par la digitalisation de l'économie, mais l'informatique s'est étendue à tous les secteurs d'activité : du livreur au restaurateur, du professeur d'université au chirurgien en passant par le dessinateur industriel et le plombier, tous ont besoin d'une connaissance et d'une maîtrise plus ou moins importante des outils informatiques pour exercer leur métier.

À l'inverse, la seule maîtrise de la technique devient insuffisante pour effectuer les métiers liés à la science « dure ». Ainsi, parmi les compétences recherchées chez un développeur ou un programmeur figurent bien entendu une bonne technicité, mais également la rapidité d'apprentissage, la créativité, la vivacité d'esprit et la capacité d'adaptation à un nouvel environnement.

La robotisation et l'automatisation conduisent d'ailleurs à une évolution des métiers « au cœur du numérique ». Selon Nicolas Sadirac, directeur de l'école 42, « *le métier d'informaticien tel qu'il est pratiqué en Inde a vocation à disparaître dans les dix prochaines années. Désormais, l'informaticien cofabrique le produit* », ce qui nécessite d'autres compétences. Le cliché de l'informaticien doué en mathématiques, travaillant seul devant son ordinateur et n'ayant pas besoin de communiquer avec les autres est plus que jamais éloigné de la réalité.

¹ Centre d'études et de recherches sur les qualifications et France Stratégie : « *Vision prospective partagée des emplois et des compétences : la filière numérique* », juin 2017.

Le Conseil national de l'industrie estime que l'élaboration du répertoire des métiers « cœur du numérique » visait précisément à réexaminer les qualifications requises pour occuper un emploi dans le numérique. **Il s'agissait de démontrer que tous les métiers du numérique ne nécessitent pas d'être « fort en maths », les compétences en codage s'assimilant davantage à l'apprentissage d'une nouvelle « langue ».** D'autres qualités moins objectivables, comme l'agilité, la curiosité et la créativité, sont également un atout considérable pour exercer dans ce secteur.

La plupart des personnes auditionnées sur le sujet des compétences nécessaires au XXI^e siècle ont insisté sur le fait que les salariés étaient confrontés à un monde complexe, en évolution permanente et donc incertain, dans lequel les connaissances devenaient rapidement obsolètes. Par conséquent, **le savoir perd de son importance au profit de la capacité à apprendre et à s'adapter aux mutations du monde et à des métiers changeants.**

Par ailleurs, **la créativité et l'esprit d'équipe apparaissent comme des qualités indispensables à une époque où les compétences individuelles deviennent insuffisantes et doivent de plus en plus être agrégées en compétences distribuées, ce qui nécessite une collaboration étroite entre les salariés.**

Lors de son audition, Divina Frau Meigs, professeur à l'université Paris III-Sorbonne nouvelle en sciences de l'information et de la communication, a insisté sur trois types de compétences distribuées :

- les compétences opératoires (code, maîtrise des outils numériques, design) ;
- les compétences éditoriales (écriture, lecture, publication) ;
- les compétences organisationnelles (recherche, navigation).

Face à l'explosion des informations à notre disposition, l'apparition de nouveaux canaux de diffusion à travers notamment les réseaux sociaux ainsi que la multiplication des *fake news*, **l'esprit critique et le discernement** ainsi qu'une compréhension des technologies constituent également des compétences nécessaires pour comprendre le monde dans lequel nous évoluons.

Le succès de la digitalisation des entreprises françaises repose donc sur l'adaptation de la formation initiale à l'évolution des compétences et sa capacité à former les futurs salariés aux nouveaux besoins des entreprises.

2. L'ubérisation de l'économie

De nombreuses voix s'élèvent pour dénoncer le risque « d'ubérisation » du travail. Le néologisme ubérisation a été formé à partir du nom de la société Uber, emblématique du phénomène pour le secteur des services de transport automobile urbain. Tous domaines d'activité confondus, l'ubérisation désigne un processus par lequel un modèle

économique basé sur les technologies digitales entre en concurrence frontale avec les usages de l'économie classique. Ce modèle repose principalement sur la constitution de plateformes numériques qui mettent en relation directe prestataires et demandeurs, ainsi que sur des applications dédiées qui exploitent la réactivité en temps réel de l'Internet mobile.

Si ce phénomène reste encore marginal - environ 200 000 travailleurs concernés - il soulève de nombreuses interrogations, car les organisations du travail mises en place par ces nouveaux acteurs échappent largement aux cadres de régulation en vigueur.

Concrètement, les plateformes permettent un accès facilité au marché des services à la demande. Toutefois, cela s'accompagne d'une précarisation des travailleurs, qui, en raison de leur statut de travailleur indépendant, ne bénéficient pas des mêmes droits et protections que les salariés classiques.

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) s'est intéressé aux conséquences de l'ubérisation sur la santé et la sécurité au travail. Ce travail de prospective mené par l'INRS a permis de mettre en évidence un certain nombre de points de vigilance :

- l'organisation des plateformes et leurs modes de fonctionnement rendent complexe l'application des principes de prévention tels que l'évaluation et la suppression des risques ;

- les indépendants qui travaillent pour ces plateformes sont particulièrement exposés à certains facteurs de risques psychosociaux : intensification du travail, faible autonomie, appauvrissement des relations sociales, insécurité des situations de travail...

C. LES DÉFIS STRATÉGIQUES

1. L'Europe prise en tenailles entre les États-Unis et l'Asie

Le développement du numérique s'est accompagné de l'instauration d'un **quasi-monopole technique et économique des multinationales américaines**, et plus récemment des entreprises chinoises, qu'il s'agisse des systèmes d'exploitation, des plateformes numériques ou des applications numériques. Cette dépendance fait courir un risque évident d'instrumentalisation du numérique à des fins politiques et de sécurité, mais également économiques et commerciales.

Les révélations d'Edward Snowden et le scandale PRISM ont mis à jour le système de surveillance généralisé mis en œuvre par le gouvernement des États-Unis à l'encontre de tous les usagers d'Internet à l'exception de ses propres ressortissants, protégés par la loi américaine contre une surveillance faite sans ordonnance du juge. Deux méthodes ont été utilisées pour effectuer cette collecte de renseignements :

- la mise en place d'un accès direct aux données hébergées par les fournisseurs de services électroniques américains (Microsoft, Google, Apple, Yahoo !, PalTalk, YouTube, Facebook, Skype, AOL) ;
- le contournement des algorithmes de chiffrement utilisés par les communications sur Internet.

Au-delà de la question de la dépendance stratégique, le développement du numérique au profit des entreprises américaines pose désormais la question du **transfert de valeur (données, talents, emplois, innovations, créations d'entreprises, recettes fiscales, propriété intellectuelle ...)** vers les États-Unis et plus récemment vers la Chine.

Par ailleurs, l'Europe doit faire face au monopole des entreprises asiatiques en matière d'équipement numérique.

Enfin, les distorsions de concurrence entre les géants du numérique américain et les entreprises européennes en raison de politique d'optimisation fiscale particulièrement efficace soulèvent de vraies interrogations.

À titre d'exemple, pour l'exercice 2016, Facebook n'a payé en France qu'1,16 million d'euros d'impôts pour un chiffre d'affaires estimé à 540 millions d'euros. La Commission européenne considère qu'en moyenne, les modèles d'affaires numériques sont soumis à un taux d'imposition effectif de 9 % seulement, soit un taux inférieur de plus de moitié à celui qui est appliqué aux modèles d'affaires traditionnels.

Ce hiatus est rendu possible par la dématérialisation des activités des entreprises numériques, qui permet ainsi de dissocier les lieux où elles réalisent leurs profits et les lieux où elles payent leurs impôts. Pour ce faire, les GAFA¹ s'immatriculent ou transitent par des paradis fiscaux ou des centres financiers extraterritoriaux.

Depuis plusieurs années, certains États européens comme la France ou l'Allemagne s'efforcent de trouver une règle fiscale qui permettrait de taxer plus fortement les entreprises américaines du numérique. Toutefois, ces initiatives se heurtent à l'opposition d'autres États membres comme l'Irlande ou le Luxembourg et à la difficulté de trouver une alternative crédible au bénéfice comme critère d'imposition.

Toutefois, la fiscalité ne saurait être notre seul axe d'action pour défendre notre souveraineté et elle doit être complétée par une politique industrielle efficace et une politique offensive de protection des données, à mener en coordination avec nos partenaires européens.

¹ Google, Apple, Facebook, Amazon.

2. La souveraineté numérique appliquée à l'éducation

a) La position ambiguë des gouvernements successifs face à l'attrait du marché de l'éducation pour les géants américains du numérique

La révolution numérique s'est accompagnée de l'apparition de nouveaux acteurs économiques dans le secteur très lucratif et de plus en plus marchandisé de l'éducation : les géants américains du numérique. Depuis plusieurs années, ces derniers développent des produits spécialement dédiés à l'éducation, tels qu'Office 365 éducation, la plateforme de collaboration en ligne de Microsoft, Google Classroom, la plateforme d'apprentissage dédiée aux écoles de Google ou encore Apple School Manager, la plateforme éducative d'Apple.

Les avantages de ces plateformes sont nombreux : non seulement elles sont gratuites, mais elles sont souvent plus conviviales que les outils développés par l'éducation nationale et offrent une plus grande variété de services. Les géants du numérique peuvent en outre s'appuyer sur le monopole qu'ils ont établi dans les usages privés pour essayer de l'imposer dans les usages professionnels.

Pour autant, la place croissante qu'ils occupent dans le secteur éducatif soulève de vraies **interrogations sur la protection des données des élèves**. En effet, le modèle économique de ces entreprises repose sur leur capacité à recueillir un maximum de données pour ensuite soit les revendre, soit les utiliser pour diffuser de la publicité ciblée ou pour proposer des services personnalisés.

D'un autre côté, la collecte et le traitement des données ouvre la possibilité d'un ciblage des individus par des offres personnalisées dans le domaine scolaire et parascolaire. Afin de garantir la protection des données personnelles sans renoncer aux potentialités offertes par les données en matière d'individualisation des apprentissages, **l'État doit s'impliquer en organisant le cadre de cette valorisation et en favorisant le développement d'une filière française**.

Les pouvoirs publics n'ont pas pris la mesure de l'enjeu que représente le secteur éducatif et ont une position beaucoup trop ambiguë face aux géants américains du numérique.

Plusieurs décisions prise au cours de la législature précédente ont fait scandale, telles que le partenariat signé entre l'éducation nationale et Microsoft sans appel d'offre ou encore la lettre de l'ancien directeur du numérique éducatif autorisant l'utilisation des plateformes américaines par les chefs d'établissement sans considération des risques liées à la protection des données personnelles.

L'actuel gouvernement ne semble pas avoir pris conscience de la nécessité d'affirmer notre souveraineté en matière d'éducation et de formation face aux géants du numérique. Alors qu'il existe un contentieux

fiscal entre Google et l'État français, ce dernier continue de solliciter cette entreprise pour financer la grande école du numérique¹, entretenant une situation de dépendance malsaine. Par ailleurs, on peut s'interroger sur l'opportunité de laisser financer une chaire d'enseignement et de recherche en intelligence artificielle à l'École polytechnique par Google ou encore de laisser CISCO former les ingénieurs réseaux des ministères. Il apparaît donc urgent de trouver le bon équilibre entre la protection des données personnelles et le développement des partenariats avec les industriels.

b) La nécessité de développer une filière française des ressources éducatives numériques

Notre souveraineté numérique en matière d'éducation passe également par la revendication et la défense d'un modèle d'éducation francophone face à la domination croissante du modèle anglo-saxon. Cet objectif doit se concrétiser par le développement d'une véritable filière du numérique éducatif associant tous les acteurs publics et privés du secteur de l'éducation et soutenue par les pouvoirs publics.

Cela passe d'abord par une clarification des rôles entre l'offre publique et privée de ressources éducatives. L'État investit beaucoup dans le développement d'une offre publique de qualité à travers CANOPÉ. Par ailleurs, à l'instar des autres secteurs d'activité, le secteur de l'éducation voit se multiplier le nombre de sites gratuits proposant des cours et des exercices ou encore des sites permettant aux professeurs de partager et échanger les ressources pédagogiques qu'ils créent.

Pour autant, les éditeurs privés, forts de leur savoir-faire et de leur expérience, doivent être étroitement associés à la stratégie de l'État en matière de production de ressources pédagogiques. Lors de l'audition des représentants du syndicat national de l'édition, ces derniers ont mis en avant le faible investissement de l'État français dans le matériel pédagogique par rapport aux autres pays de l'OCDE. Ainsi, 13,5 euros par enfant seulement sont investis dans le primaire en France contre 60 euros en moyenne dans les pays de l'OCDE. Dans les pays les plus performants, les dépenses en ressources pédagogiques correspondent à 1 % des dépenses de l'éducation nationale, contre 0,25 % en France. Or, l'essor d'une pédagogie innovante qui s'appuie sur le numérique exige un effort particulier en matière de renouvellement et de développement des ressources pédagogiques. **L'État doit donc prendre ses responsabilités et utiliser le levier de la commande publique afin d'organiser le marché français et francophone des ressources publiques.**

¹ La grande école du numérique est un réseau de plus de 400 formations aux métiers du numérique. Elle favorise l'insertion professionnelle de publics prioritaires (jeunes peu ou pas diplômés ne bénéficiant ni d'un emploi ni d'une formation professionnelle, femmes, résidents des quartiers populaires).

c) Le numérique au service du développement de la francophonie.

Ainsi que le rappelaient récemment nos collègues Louis Duvernois et Claudine Lepage¹, la francophonie constitue le 6^e espace géopolitique mondial par sa population et pourrait se hisser au 4^e rang à l'horizon 2050. 230 millions de personnes parlent français dans le monde aujourd'hui et ce chiffre pourrait tripler d'ici 2050 pour atteindre 770 millions de personnes.

Ces projections particulièrement favorables à l'espace francophone reposent sur la dynamique de croissance démographique de l'Afrique francophone (une quinzaine de pays d'Afrique subsaharienne et trois pays du Maghreb). L'Afrique représente 43 % des francophones dans le monde aujourd'hui, or dès 2050, il est probable que 85 % des francophones seront africains.

Mais ces projections optimistes ont un point de faiblesse : elles supposent que ces pays resteront majoritairement francophones ; or **on perçoit, dans certains d'entre eux, un recul de l'usage du français**. Il est donc indispensable de conforter l'enseignement du et en français dans les pays d'Afrique francophone. Le numérique peut incontestablement constituer une opportunité pour y maintenir la quantité et la qualité de l'enseignement du et en français. Et alors que les offres d'enseignement privées se multiplient sur le continent africain, le développement d'une offre d'enseignement par le numérique constitue aussi l'opportunité de rendre accessible à l'ensemble des couches sociales un enseignement de qualité à coût modique.

Au-delà du seul enseignement du et en français, il convient aussi de veiller à maintenir une offre de contenus numériques en français : plateformes numériques dans l'enseignement supérieur, développement des CLOM² et d'une manière générale de tous types de contenus médiatiques et culturels francophones dans les médias numériques.

Plusieurs annonces du Président de la République, dans son discours du 20 mars dernier à l'Institut de France, vont dans ce sens :

- les universités françaises devront accélérer la mise en ligne de leurs contenus ;
- l'Institut français sera chargé d'opérer un déploiement massif du réseau social des professeurs de français avec un objectif de 75 000 adhérents en 2022 ;
- une « Fabrique numérique du français », incubateur dédié à l'apprentissage des langues, devrait être créée.

¹ « La francophonie : un projet pour le XXI^e siècle », rapport d'information de M. Louis Duvernois et Mme Claudine Lepage, fait au nom de la commission de la culture, de l'éducation et de la communication du Sénat, n° 436 (2016-2017).

² Cours en ligne ouverts et massifs.

Les initiatives annoncées sont intéressantes mais il faut que les actes suivent rapidement les paroles car les évolutions en la matière sont extrêmement rapides et toutes les aires culturelles et linguistiques sont, simultanément, dans une même logique d'affirmation de leur présence sur Internet.

D. LES DÉFIS DÉMOCRATIQUES

1. L'affaiblissement de la transparence et de la diversité des informations

Le développement d'Internet repose sur l'idée que l'information doit circuler librement, sans discrimination de sa source, de sa destination ou de son contenu.

Toutefois, l'apparition d'oligopoles du Web affaiblit considérablement la transparence et la diversité des informations. Alors qu'à ses origines, Internet était un système très ouvert et non hiérarchisé, il est désormais régi par quelques grandes plateformes, qui sont en mesure de contrôler quelles idées et opinions sont vues et partagées. Comme l'a fait remarquer crûment Taleb Krim, président-directeur général de Jolicloud : *« Avant, l'informatique était une science qui ne mentait pas. Aujourd'hui, le monde numérique ment et nous manipule ».*

Le principe de transparence est affaibli car les informations ne sont pas apportées de manière directe à la connaissance des internautes, mais sont filtrées au préalable par les moteurs de recherche selon un processus particulièrement opaque pour le destinataire final de l'information.

En outre, la diversité des informations reçues est également réduite en raison du souci pour lesdites plateformes, d'attirer notre attention le plus longtemps possible. Comme explique Hervé Le Crosnier¹ dans un article récent, **l'attention est devenue une valeur monnayable dans la mesure où elle représente le biais par lequel les données personnelles sont collectées pour constituer, par agrégation, un profil numérique.** *« C'est ainsi que toute une économie se met en place pour attirer et monétiser notre attention. Notifications, rappels, messages de nos amis... il s'agit de produire des "programmes" susceptibles de nous faire revenir en permanence vers tel ou tel média social et qui nous placent dans un bon état d'esprit pour assimiler le message. Vous avez sans doute déjà observé que les publicités diffusées pendant les matchs de foot sont très différentes de celles apparaissant à la coupure d'un film sentimental. C'est encore plus vrai pour les médias sociaux : l'algorithme va nous présenter en premier ce qui a le plus de chance d'attirer notre attention. Sur les milliers de réponses possibles à notre question, Google va choisir et organiser celles qui correspondent à notre profil, tel qu'il figure dans ses gigantesques bases de données. Parmi tous les messages produits par nos contacts sur Facebook, l'algorithme du*

¹ Publicité ciblée : l'économie de l'attention ; vie privée ; 27/03/2017.

réseau social va choisir de nous montrer ceux qui ont le plus de chance de provoquer nos réactions, de nous inciter à émettre des « Likes » ou à regarder des vidéos virales.

Nous risquons alors d'être progressivement enfermés dans une « bulle de filtres » et de ne plus recevoir du monde que les informations similaires à celles que nous avons déjà reçues, à celles que nos amis ont reçues, à celles qui confortent nos sentiments ou nos opinions ».

La diversité n'a pas disparu, mais elle ne nous est plus accessible en raison des filtres imposés par les acteurs dominants du marché comme Google ou Facebook qui constituent un duopole dans la distribution de l'information.

À l'occasion du 29^e anniversaire du World Wide Web, son principal inventeur, Tim Berner-Lee, a publié une lettre ouverte¹ dans laquelle il estime que « *Le Web est menacé* » en raison de l'oligopole construit par quelques plateformes dominantes, foulant ainsi les principes fondateurs d'Internet tels que la neutralité et la diversité.

« Le Web auquel beaucoup se connectaient il y a des années n'est plus celui que les nouveaux utilisateurs trouveront aujourd'hui. Ce qui était autrefois une riche sélection de blogs et de sites Internet a été comprimé sous le lourd poids de quelques plates-formes dominantes. Cette concentration du pouvoir crée un nouvel ensemble de gardes-barrières, permettant à une poignée de plates-formes de contrôler quelles idées et opinions sont vues et partagées ».

Selon lui, cette « *concentration de pouvoir* » a « *permis de faire du Web une arme à grande échelle* », avec l'utilisation des réseaux sociaux pour diffuser des théories conspirationnistes, attiser les tensions sociales et interférer dans les élections.

Selon Tim Berner-Lee, il existe un réel conflit d'intérêts entre l'objectif des plateformes qui dominent le net, à savoir la maximisation des profits, et la valeur sociale d'Internet, désormais considéré comme un bien commun. C'est la raison pour laquelle il prône un cadre légal ou réglementaire afin de trouver « *un équilibre entre les intérêts des entreprises et ceux des citoyens connectés* ».

2. Un risque de manipulation aggravé par Internet

Les soupçons d'ingérence du gouvernement russe dans la dernière campagne présidentielle américaine puis le « scandale Cambridge Analytica » ont rappelé les dangers qu'une utilisation mal intentionnée des nouvelles technologies faisait peser sur la démocratie.

En octobre 2016, les services de renseignement américains accusent le gouvernement russe d'avoir orchestré la diffusion des courriels de proches conseillers de la candidate démocrate à la présidentielle Hillary Clinton dans le but de la discréditer.

¹ Lettre publiée sur le site de la World Wide Web Foundation le 12 mars 2018.

En mars 2018, éclate le « scandale Cambridge Analytica » : entre 2013 et 2014 une application tierce développée par des chercheurs pour le compte de Cambridge Analytica a été installée par 270 000 utilisateurs de Facebook dans le monde. Cette application, sous couvert d'un questionnaire de personnalité, demandait également accès aux informations du profil Facebook de l'utilisateur « à des fins de recherche ». Profitant des règles de la « graph API » de Facebook à cette époque (interface mise à disposition des développeurs tiers leur permettant d'interroger la base de données de Facebook des relations entre les utilisateurs), l'application était en réalité alors à même de collecter également des informations personnelles concernant les « amis » de ces utilisateurs. **Au total, les données personnelles de 87 millions d'utilisateurs de Facebook ont été transmises à la société Cambridge Analytica qui les a ensuite traitées pour envoyer des publicités ciblées, notamment pour influencer le vote des électeurs dans le cadre des élections présidentielles américaines de 2016.**

Qu'est-ce que Cambridge Analytica ?

Cambridge Analytica était une société basée au Royaume-Uni spécialisée dans l'analyse de données et la communication stratégique dont la maison-mère est Strategic Communication Laboratories. Son but est d'aider les équipes des campagnes politiques à s'adresser en ligne à des électeurs potentiels. Pour cela, l'entreprise combine des données de sources multiples, notamment des informations en ligne et des sondages, afin de créer des « profils » d'électeurs.

Cambridge Analytica se sert ensuite de programmes prédictifs pour anticiper le comportement des électeurs, lesquels peuvent ensuite être influencés par des publicités ciblées. Pour cela, l'entreprise travaille avec d'énormes quantités de données. Ainsi, elle revendique 5 000 données différentes sur 230 millions d'électeurs américains, sur une base électorale évaluée à 250 millions d'individus.

Si Cambridge Analytica a clairement violé la loi en utilisant ces données dans une finalité différente de ce qui avait été annoncé, ce scandale met en relief les dangers potentiels en matière de protection des données de la stratégie de Facebook¹ qui consistait à autoriser les développeurs d'applications tierces à avoir accès à l'ensemble des données Facebook de leurs usagers.

Le « scandale Cambridge Analytica » met également en évidence l'effet « **boule de neige** » des réseaux sociaux : seuls quelques centaines de milliers d'utilisateurs de Facebook avaient répondu à ce questionnaire de personnalité. *In fine*, ce sont des dizaines de millions de données personnelles qui ont été collectées.

¹ Il a été mis un terme à cette stratégie en 2015.

C'est également cet effet « boule de neige » en un temps quasi-instantané qui rend les fausses informations visant la manipulation des opinions – ou *fake news* – dangereuses pour la démocratie. Si la diffusion de fausses informations n'est pas un phénomène nouveau, celui-ci a pris une nouvelle dimension à l'ère du numérique. Les réseaux sociaux sont devenus des caisses de résonance d'autant plus puissantes pour les *fake news* qu'ils sont en position de quasi-monopole.

Comme le souligne Tim Berners-Lee dans la lettre ouverte citée précédemment : « *Par ailleurs, le fait que le pouvoir soit concentré parmi si peu d'entreprises a permis de faire du Web une arme à grande échelle. Au cours des dernières années, nous avons vu des théories de conspiration se répandre sur les réseaux sociaux, de faux comptes Twitter et Facebook attiser les tensions sociales, des acteurs externes interférer dans les élections et des criminels voler des trésors de données personnelles.* »

Votre rapporteure a déjà eu l'occasion de souligner que le rôle joué par les algorithmes en termes de classement et de filtrage d'une information devenue surabondante a pour effet indirect de nuire au pluralisme et à la diversité culturelle.

Ce repli dans notre « bulle des préférences » est regrettable à l'échelle de l'individu puisqu'il neutralise les opportunités offertes par une offre culturelle et de contenus plus abondante que jamais. **À l'échelle des sociétés, l'exposition moindre des individus à l'altérité, à des opinions différentes des leurs, notamment dans le domaine politique, peut remettre en cause la qualité et la vitalité du débat public.** Pire, la personnalisation de l'information entraîne une fragmentation extrême de l'espace public ainsi que la disparition d'un socle minimum d'informations partagées par l'ensemble du corps politique et permettant la constitution d'un véritable débat. À l'heure où une part croissante des citoyens utilisent les réseaux sociaux comme le principal (et parfois le seul) moyen d'information, l'enjeu est important pour la pérennité de la vie démocratique.

E. LES DÉFIS ÉTHIQUES

1. Le numérique : opportunité pour le plus grand nombre ou facteur aggravant les inégalités ?

La notion de « fracture numérique » désigne communément le fossé séparant ceux qui bénéficient de l'accès à l'information numérique et ceux qui demeurent privés des contenus et des services que ces technologies peuvent rendre. Elle revêt plusieurs dimensions¹ :

¹ Périne Brotcorne et Gérard Valenduc : *Construction des compétences numériques et réduction des inégalités : une exploration de la fracture numérique au second degré* ; juin 2008.

- une dimension matérielle dans laquelle la fracture numérique renvoie à un déficit en termes de moyens, d'équipements et d'accès ;

- une dimension intellectuelle et sociale qui souligne les disparités de type sociocognitif, telles que le manque de maîtrise des compétences et de connaissances fondamentales pour l'usage du numérique et l'exploitation de ses contenus ainsi que le manque de ressources sociales pour développer des usages qui permettent de négocier une position sociale valorisante au sein des univers sociaux fréquentés.

a) La fracture en matière d'équipement tend à diminuer en France ...

En 2017¹, le taux d'équipement des Français en smartphone atteint 73 %², contre seulement 17 % en 2011. 85 % ont un accès fixe à Internet et 71 % un accès mobile.

81 % des Français disposent d'un ordinateur à domicile et 36 % des Français possèdent à la fois un smartphone, une tablette et un ordinateur.

Le taux d'équipement varie fortement en fonction de l'âge : ainsi, 99 % des 18-24 ans ont un smartphone, contre 77 % pour les 40-59 ans et 54 % pour les 60-69 ans.

Néanmoins, compte tenu de l'équipement massif des jeunes en smartphones, la fracture en matière d'équipement devrait quasi disparaître au cours des prochaines années. La même tendance s'observe pour la possession d'ordinateurs. Certes, 92 % des diplômés du supérieur en possèdent, contre seulement 50 % des non-diplômés et 76 % des diplômés du BEPC. Mais 95 % des 12-17 ans en disposent à domicile, ce qui réduit à court terme l'influence du diplôme sur la possession d'un ordinateur.

b) ... tandis qu'augmente la fracture numérique liée aux usages

La diffusion massive des équipements numériques dans la population française est une condition nécessaire pour réduire la fracture numérique, mais elle n'est pas suffisante dans la mesure où l'accès au numérique ne conditionne pas automatiquement son usage effectif.

Ainsi, 81 % des Français possèdent un ordinateur, mais seulement 53 % en font un usage quotidien à leur domicile et 30 % l'utilisent chaque jour dans le cadre de leur travail ou de leurs études.

De même, **le seul accès aux technologies numériques ne garantit pas un usage autonome et efficace de ces dernières.** Il suffit de rappeler que 67 % des Français ont recours à la e-administration, mais que ce taux atteint 90 % pour les diplômés du supérieur et les 25-39 ans contre seulement 59 % pour les bas revenus et 30 % pour les non-diplômés.

¹ Les chiffres suivants sont issus de l'étude du CREDOC : baromètre du numérique 2017.

² Et 94 % pour un téléphone mobile.

Comme fait remarquer Perine Brotcorne¹ : « *plus les personnes sont diplômées, plus elles sont nombreuses à utiliser les différents services en ligne, à l'exception de la participation à des réseaux sociaux et du téléchargement de loisirs audiovisuels, qui sont répandus de façon assez semblable dans toutes les catégories de la population. Ces écarts en faveur des plus diplômés sont particulièrement notables pour les activités de recherches d'information comme la lecture de journaux, les activités administratives et commerciales et la banque en ligne.*

Toutes choses étant égales par ailleurs, les personnes les moins diplômées et les moins aisées financièrement tendent à limiter leur utilisation d'Internet aux activités de communication et de loisirs. En revanche, le fait d'être hautement diplômé et d'avoir un niveau de vie confortable favorise une utilisation fréquente et diversifiée des multiples services offerts par Internet ».

En réalité, l'usage des technologies numériques exige trois types de compétences :

- des compétences instrumentales, qui ont trait à la manipulation des matériels et des logiciels ;
- des compétences structurelles ou informationnelles, qui portent sur la façon de chercher, sélectionner, comprendre et traiter l'information ;
- des compétences stratégiques qui permettent d'utiliser l'information de manière proactive, de lui donner un sens dans son propre cadre de vie et de prendre des décisions en vue d'agir sur son environnement professionnel ou personnel.

Or, ces compétences restent très mal réparties au sein de la population.

En 2017, un tiers des Français s'estime peu ou pas compétent pour utiliser un ordinateur, soit 18 millions de nos concitoyens : ils sont 40 % parmi les personnes ayant des bas revenus, 74 % parmi ceux qui n'ont aucun diplôme, et tout de même 17 % parmi les plus jeunes (moins de 18 ans).

De même, 12 % de la population âgée de 12 ans et plus, soit près de 7 millions de nos concitoyens, ne se connectent jamais à Internet, et autant considèrent qu'Internet est trop compliqué à utiliser.

Comme l'a fait remarquer Bernard Benhamou, « *les inégalités liées aux usages numériques accélèrent la distinction entre ceux qui sauront gérer le monde numérique et les autres. À l'heure actuelle, il existe déjà un écart important entre ceux qui se contentent d'être des consommateurs passifs et ceux qui savent tirer profit des possibilités offertes par les technologies pour mener leurs propres projets et imposer leurs intérêts* ».

¹ Inégaux face aux technologies numériques : un problème d'accès ? 19 juillet 2016, Observatoire belge des inégalités.

c) Femmes et numérique

Beaucoup de personnes auditionnées se sont inquiétées de la faible proportion de femmes dans les métiers du numérique en France. Selon Syntex Numérique, 27 % des métiers du numérique seraient occupés par des femmes, chiffre qui inclut les fonctions de support au numérique.

Pourtant, la mixité est un enjeu important, pour les individus comme pour les entreprises.

Pour les individus, la mixité offre la possibilité de choisir son métier en fonction de ses affinités et de ses compétences et permet d'atténuer les inégalités salariales, souvent liées à la ségrégation des métiers par genre.

Pour les entreprises, elle élargit le vivier de recrutement et permet d'attirer de nouveaux talents. En outre, la mixité est source de créativité, de diversité et de performance et constitue donc un atout de développement pour l'entreprise.

Afin de comprendre la désaffection des femmes à l'égard des métiers du numérique, plusieurs personnes interrogées ont renvoyé aux travaux d'Isabelle Collet¹ sur cette question.

Celle-ci constate que **la masculinisation des métiers liés au numérique n'est pas une fatalité**. Dans d'autres pays, notamment en Asie, le pourcentage de femmes dans ce secteur est beaucoup plus important qu'en France. C'est le cas par exemple en Malaisie. En 2004, à l'université de Penang, il y avait 65 % d'étudiantes en informatique, sept professeurs sur dix étaient des femmes, dirigés par une doyenne. Dans ce pays, les métiers de l'informatique sont perçus comme des métiers féminins : peu salissant, pas dangereux, qui ne nécessitent pas de porter de lourdes charges et qu'on peut effectuer de chez soi.

En France, la proportion d'hommes et de femmes dans les métiers liés au numérique a évolué avec le temps au détriment de ces dernières.

En 2007, 24 % des femmes étaient ingénieurs, mais seulement 13 % des femmes étaient ingénieurs en informatique ; en 1972, l'informatique était la deuxième filière comportant le plus de femmes ingénieurs au sein des formations techniques. Dans les métiers de l'ingénierie, l'informatique est ainsi le seul secteur dans lequel la part des femmes a diminué.

Cette régression de la part des femmes se retrouve dans l'emploi. En 1982, la part des femmes dans les métiers de l'informatique était de 34 %. Elle est passée à 20 % en 2002. En 2017, seuls 6 % des développeurs sont des femmes.

¹ Isabelle Collet est maîtresse d'enseignement et de recherche en sciences de l'éducation à l'université de Genève.

Cette domination masculine s'expliquerait moins par une disparition des femmes des filières informatiques que par l'arrivée massive des hommes dans ces filières : ceux-ci ont investi en grand nombre des écoles et spécialisations qui se sont peu à peu ouvertes, le nombre de femmes restant, jusqu'en 2002, à peu près constant en chiffres absolus.

Selon Isabelle Collet : *« les métiers de l'informatique ont connu une arrivée massive des hommes à mesure que les emplois gagnaient en prestige, accompagnés de discours incantatoires sur l'idée que «l'informatique» était synonyme d'"avenir". Ainsi, la répartition sexuée et la représentation du métier ont évolué de manière concomitante. De nouvelles représentations, issues de modèles anglo-saxons, sont venues favoriser et renforcer cette nouvelle répartition sexuée en rationalisant son évolution. La figure du hacker, c'est-à-dire du programmeur passionné, ou du Geek (le fan de technique), a supplanté l'image plus mixte du/de la technicien/ne en gestion de l'information, travaillant dans le secteur tertiaire. Avec l'arrivée du microordinateur dans les années 1980, des adolescents s'emparent des machines, formant des micro-sociétés qui mettent en avant leur virtuosité technique, alors même que les métiers de l'informatique se développent surtout dans le domaine de la modélisation des systèmes d'informations et de moins en moins vers le matériel ou la programmation »*¹.

Lors de son audition, Elodie Salin, directrice de la formation chez Simplon.co, a estimé que les hommes ont afflué dans le secteur de l'informatique à partir du moment où celui-ci a commencé à être lucratif et à avoir du prestige. Après avoir rappelé que 46 % des bac+5 sont des femmes, elle a évoqué deux autres facteurs expliquant la faible part des femmes dans le numérique : l'image du geek mysogine et le syndrome de l'imposteur, qui pousse les femmes à douter de leur légitimité dans le poste ou la fonction qu'elles occupent.

Dans une étude récente², six facteurs ont été recensés pour expliquer la faible attractivité du numérique auprès des femmes :

- une image de la société fortement sexuée, que les médias ne font que renforcer, et qui tend à enfermer dès l'enfance filles et garçons dans leur genre et dans des rôles déterminés à l'avance ;
- une vision des études scientifiques souvent réduites aux mathématiques, alors même que persiste une image assez négative de cette discipline auprès des filles ;
- une vision genrée de certaines filières de formation, renforcée par l'absence de modèle féminin ;
- une méconnaissance des finalités des métiers du numérique et de l'ingénierie, alors que les choix d'orientation des filles sont moins déterminés

¹ Isabelle Collet, « Les informatiennes : de la dominance de classe aux discriminations de sexe ». Bulletin de la société informatique de France, 2017.

² Attractivité des métiers du numérique et de l'ingénierie pour les publics féminins en France, 18 février 2016.

par une appétence pour un métier spécifique que par un centre d'intérêt, une matière appréciée, l'apport que la lycéenne souhaite avoir pour la société, etc ;

- une méconnaissance des métiers du numérique et de l'ingénierie ;
- une méconnaissance et une vision négative des entreprises de la branche.

Un effort massif de communication doit donc être entrepris afin de renverser cette tendance et de convaincre les femmes qu'elles ont toute leur place dans les filières numériques.

Plusieurs actions doivent être menées de front.

Le grand public doit être sensibilisé aux métiers du numérique et doit pouvoir s'identifier aux femmes marquantes¹ de ce secteur. À cette occasion, il faut **déconstruire les stéréotypes qui enferment hommes et femmes dans leur genre**, tels que la soit-disant moindre compétence des femmes en mathématiques ou encore les qualités supposées féminines (prudence, sensibilité, douceur...) qui poussent à les orienter vers des métiers dans lesquels elles exerceraient au mieux ces qualités (éducation, médecine).

L'éducation nationale et l'enseignement supérieur doivent également être largement mobilisés pour élargir les perspectives d'orientation des filles et combattre les idées reçues chez les apprenants, dans leur famille mais également au sein même du monde éducatif.

Les actions de communication doivent être complétées par des **initiatives destinées exclusivement aux filles et visant à les mettre en relation concrète avec les métiers du numérique** (programmes de pré-qualification ou d'orientation réservés aux femmes, organisation de concours pour promouvoir l'informatique auprès des lycéennes, etc.).

2. La protection des données

Dès son origine, l'informatique a soulevé des questions d'éthique relatives à la collecte, au traitement et à la conservation des données personnelles. C'est d'ailleurs pour concilier développement de l'informatique et préservation des libertés individuelles que la loi informatique et libertés a été adoptée en 1978² - créant notamment la commission nationale informatique et liberté (CNIL). Depuis cette date, elle a été modifiée plusieurs fois afin de s'adapter aux évolutions imposées par le progrès technologique, la dernière modification visant à tenir compte du règlement européen sur les données personnelles entré en vigueur le 25 mai 2018.

¹ Telles que Grace Hopper, conceptrice du premier compilateur en 1951 et du langage COBOL en 1959, ou Margaret Hamilton, experte en programmation et qui a développé le logiciel du projet Apollo.

² Loi n° 78-17 du 6 janvier 1978.

Pour autant, la protection des données personnelles reste au cœur des débats. En effet, l'accès à Internet sur téléphone, la multiplication des objets connectés, l'essor des applications et des réseaux sociaux contribuent à la production massive de données personnelles à travers les traces numériques que nous laissons sur le Web. Collectées et traitées, ces données permettent d'établir le profil de chacun d'entre nous (qui décrit nos goûts, nos modes de consommation, nos loisirs, nos amis, etc.) particulièrement utile pour nous proposer des produits et des services adaptés à nos attentes.

Ce commerce des données - décrit par Bruce Schneier, cryptographe américain, comme « capitalisme de surveillance », est devenu très lucratif, mais il pose de nombreuses questions, à la fois sur la manière dont sont élaborés ces profils (le profil qui est diffusé est-il le bon ? est-il celui qui représente vraiment le consommateur ?) mais également sur l'acceptation par l'utilisateur de ce fichage systématique (a-t-il validé le profil ? décide-t-il des personnes qui louent et achètent son profil ?). Le Web repose sur l'échange d'informations, mais ces dernières échappent désormais au contrôle des usagers puisqu'elles sont collectées et revendues sans leur consentement.

Le règlement européen sur la protection des données personnelles entré en vigueur le 25 mai dernier repose sur les principes suivants :

- les données doivent être traitées de manière licite, loyale et transparente au regard de la personne concernée ;
- elles doivent être collectées pour des finalités déterminées, explicites et légitimes, et ne pas être traitées ultérieurement d'une manière incompatible avec ces finalités ;
- elles doivent être adéquates, pertinentes et limitées à ce qui est nécessaire au regard des finalités pour lesquelles elles sont traitées.

Il convient néanmoins de nuancer la réalité du consentement de la personne concernée : dans la mesure où il conditionne l'accès au site ou à l'application que souhaite consulter l'internaute, l'accord de principe s'apparente plus à une obligation qu'à un véritable choix.

À l'échelle d'une société, le traçage systématique de l'ensemble de la population à travers ses traces numériques démultiplie les possibilités de contrôle social par les États. À cet égard, il n'est pas anodin que la Chine ait décidé de s'appuyer sur le développement de la finance numérique pour mettre en place un projet de surveillance de ses citoyens¹. Loin d'être neutre, la finance décrit les comportements d'achat qui véhiculent à leur tour des logiques culturelles et politiques fortes. Le profilage des flux monétaires permet donc une surveillance renforcée. L'État chinois envisage ainsi le développement d'un système de « crédits sociaux » évaluant la fiabilité des

¹ Cf. Le Monde, vendredi 4 mai 2018 : Comment la « fintech » chinoise est devenue un élément-clé du contrôle social ; Bertrand Hartemann.

individus. Censé entrer en vigueur en 2020, cet algorithme de « notation citoyenne » s'appuie sur l'analyse des comportements numériques. L'accès aux services publics sera conditionné à cette note.

3. L'enjeu des algorithmes

Le développement de l'intelligence artificielle soulève également de nombreux défis éthiques liés à la délégation croissante de décisions aux algorithmes.

Comme le constate la commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) dans un rapport récent¹, **les algorithmes ne sont pas neutres, ils incorporent inévitablement des partis pris** – que ceux-ci soient sociaux, politiques ou moraux – et répondent le plus souvent à des finalités qui incluent une dimension commerciale. *« L'exemple fréquemment évoqué du choix que pourrait être amené à faire l'algorithme d'une voiture sans chauffeur de sacrifier ou bien son occupant ou bien un piéton sur la route illustre la façon dont le recours à la technique, plus que de soulever certains problèmes moraux, a surtout pour effet de les déplacer : à un dilemme réglé en temps réel par une personne impliquée dans sa chair fait place un choix effectué par d'autres, ailleurs, bien en amont ».*

Le déplacement des choix au stade du paramétrage de l'algorithme implique deux conséquences. D'abord, il faut éviter que les étapes de conception (paramétrage, développement, codage) ne s'autonomisent exagérément au point de devenir le lieu de la prise de décision. Par ailleurs, il est indispensable de lever l'opacité des systèmes algorithmiques afin de pouvoir en comprendre la logique générale².

F. LES DÉFIS SOCIÉTAUX : QUELLE SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE POUR DEMAIN ?

1. Maîtrise contre emprise

a) La surexposition aux écrans

Le danger de l'exposition aux écrans a été soulevé par de nombreuses personnes auditionnées et toutes les classes d'âge sont concernées.

¹ Comment permettre à l'homme de garder la main ? Les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle ; synthèse du débat public animé par la CNIL dans le cadre de la mission de réflexion éthique confiée par la loi pour une République numérique ; décembre 2017.

² Certains assimilent la transparence des algorithmes à la publication du code source. Outre le fait qu'il laisserait la majorité du public, non spécialiste, dans l'incompréhension de la logique à l'œuvre, cette revendication se heurte au droit de la propriété intellectuelle. C'est la raison pour laquelle de nombreux spécialistes préfèrent parler d'exigence d'intelligibilité ou d'explicabilité des algorithmes plutôt que de transparence.

Selon l'étude de 2017 « Junior Connect' »¹, les 13-19 ans sont connectés en moyenne 15h11 par semaine, soit 1h30 de plus qu'en 2015. Les plus jeunes ne sont pas en reste puisque les 7-12 ans passent en moyenne 6h10 sur le Web par semaine (soit 45 minutes supplémentaires par rapport à 2015) et les 1-6 ans 4h37 (soit 55 minutes supplémentaires par rapport à 2015).

Certaines personnes interrogées ont émis des doutes sur les chiffres avancés par cette enquête, qu'ils ont jugés largement sous-estimés.

Ainsi, Stéphane Blocquaux a évoqué une étude réalisée en 2016 sur 228 élèves de quatrième qui constatait **qu'un élève sur deux passait plus de 35 heures sur Internet par semaine : le temps passé devant un écran serait supérieur au temps passé au collège !**

En outre, il semblerait que les enfants soient exposés de plus en plus tôt et de plus en plus longtemps aux écrans en raison du cumul « télévision et outils numériques mobiles ».

Dans une étude² de la société pédiatrique canadienne, les tendances suivantes sont soulignées :

- en 2014, les enfants canadiens de trois à cinq ans passent en moyenne deux heures par jour devant un écran, avec une domination du temps passé devant la télévision et une augmentation du temps total passé devant des écrans en raison d'un cumul du temps d'écran à la maison et en milieu de garde, à partir de divers appareils numériques faciles à transporter ;

- aux États-Unis, le taux d'utilisation des médias mobiles est passé de 39 % à 80 % entre 2011 et 2013 chez les enfants de deux à quatre ans ;

- au Royaume-Uni, environ 51 % des nourrissons de six à onze mois utilisent quotidiennement un écran tactile ;

- aux États-Unis, un enfant « ordinaire » de huit mois à huit ans est exposé à près de quatre heures de télévision en arrière-plan pendant une journée normale.

La surexposition aux écrans constitue donc une réalité, dont les effets varient en fonction de l'âge.

- **Les dangers spécifiques à la surexposition des très jeunes enfants**

Tous les intervenants ont insisté sur les dangers liés à l'exposition aux écrans des enfants de moins de trois ans, beaucoup n'hésitant pas à parler d'un véritable problème de santé publique. Les orthophonistes

¹ L'étude Junior Connect', réalisée par l'IPSOS et créée à l'initiative des groupes Bayard, Milan et Disney Hachette Presse, repose sur l'interrogation en ligne de 4 700 enfants et jeunes de moins de 20 ans, représentant une population de plus de 15 millions de personnes. Lorsque l'enfant est âgé de moins de 7 ans, ce sont les parents qui répondent ; lorsqu'il est âgé de 7 à 12 ans, l'enfant peut répondre, en présence de ses parents ; au-delà de 12 ans, l'adolescent répond seul. Le recueil a eu lieu de septembre à décembre 2016.

² *Pediatric Child Health* 2017; 22 (8).

entendus se sont inquiétés de l'explosion du nombre d'enfants n'ayant pas encore acquis le langage et présentant des difficultés de communication en raison d'une exposition précoce aux écrans. En effet, avant trois ans, l'enfant se construit en agissant sur le monde : **les écrans l'enferment dans un statut de spectateur à un moment où il doit apprendre à devenir acteur du monde qui l'entoure.** En outre, ils le privent de l'interaction avec les adultes alors qu'elle est indispensable dans la construction de l'enfant. Comme a fait remarquer Sabine Duflo, psychologue spécialisée sur la question des écrans, « *un enfant ne peut pas tout faire tout seul* ». Pour développer ses capacités, il doit utiliser activement ses cinq sens en s'appuyant notamment sur la relation avec un adulte qui répond à ses sollicitations. Il a également besoin de se percevoir comme pouvant transformer le monde, ce qu'il fait par exemple quand il manipule des objets autour de lui.

De nombreux industriels se sont engouffrés dans le marché des outils pédagogiques numériques à l'attention des très jeunes enfants et l'offre de tablettes éducatives et ordinateurs pour bébés est devenue pléthorique. Pourtant, la plupart des intervenants se sont montrés sceptiques sur leur utilité.

Ainsi, les applications ou programmes développés pour l'apprentissage du langage réduisent ce dernier à une fonction descriptive, laissant de côté sa fonction symbolique, c'est-à-dire sa capacité à transformer le réel par des images. En effet, pour construire un symbole, l'enfant doit être capable d'apprendre de ses actions, ce que l'usage des écrans tactiles ne permet pas en raison du nombre très limité d'actions proposées (appuyer, glisser).

Jusqu'à trois ans, l'enfant a essentiellement besoin d'être en relation avec des objets réels et des adultes qui prennent le temps de jouer avec lui et de l'éveiller au monde.

Selon les informations obtenues par votre rapporteure, les troubles sévères de comportement observés chez les très jeunes enfants exposés aux écrans sont généralement réversibles lorsque l'exposition est interrompue. Néanmoins, compte tenu de la forte augmentation du nombre d'enfants concernés, les centres médico-psycho-pédagogiques sont débordés et les délais d'attente pour réaliser un diagnostic et mettre en place une thérapie s'accroissent (deux ans d'attente en Seine-Saint-Denis).

- **Les risques liés à la surexposition aux écrans chez les enfants plus grands et les adolescents**

En 2013, l'Académie des sciences a remis aux pouvoirs publics un rapport sur l'enfant et les écrans. Elle insiste sur **deux effets pervers** de la surconsommation d'écrans par les enfants et les adolescents : **le surpoids et le manque de sommeil.**

L'usage excessif d'écrans a été mis en relation avec une consommation plus grande de nourriture sucrée, un accroissement de l'obésité et diverses conséquences somatiques telles qu'hypertension artérielle ou syndrome métabolique. Il convient néanmoins de rappeler que la France reste l'un des pays développés dans lequel la prévalence du surpoids (obésité incluse) des enfants de 6 à 17 ans reste la plus faible : elle s'élevait à 17 % pour cette classe d'âge, dont 4 % d'obèses en 2015, avec une stabilisation depuis 10 ans.

Par ailleurs, **plusieurs travaux pointent l'impact négatif des médias électroniques sur le sommeil des enfants et des adolescents**. Les nuits sont écourtées. Ceux qui regardent la télévision ou surfent sur Internet le soir ont un retard de sommeil de trente à quarante-cinq minutes sur leurs camarades. **Le manque de sommeil, pour cause de surconsommation d'écrans, concerne un jeune sur cinq qui dort moins de sept heures par nuit**. Un tiers des adolescents déclare avoir des difficultés pour s'endormir. Selon des études scientifiques, la lumière à LED des écrans serait responsable de ce phénomène car elle entraînerait une excitation psychologique non propice à l'endormissement.

La question de « l'addiction » aux écrans a souvent été soulevée au cours des auditions même si ce terme est majoritairement rejetée par la communauté scientifique¹. L'Académie des sciences préfère parler de « pratiques excessives » plutôt que d'addiction.

Votre rapporteure a constaté une différence d'appréciation manifeste entre le ressenti des parents – qui, dans la majorité des cas, jugent excessive l'exposition de leurs enfants aux écrans – et les études scientifiques qui associent au caractère excessif des pratiques des effets secondaires dommageables pour la santé mentale et l'intégration sociale des enfants/adolescents concernés.

Ce biais d'appréciation est expliqué par Annabelle Klein² par une confusion entre « nouveaux comportements » et « comportements problématiques ».

Claire Balleys³ insiste sur le fait que la notion d'addiction « *perd sa pertinence employée dans le contexte actuel où les usages sont quasi constants et considérés comme relevant de la normalité : tous les jeunes seraient « addicts » aux médias sociaux, puisqu'aucun ne peut s'en passer, du moins sans difficulté. L'idée sous-jacente est que les jeunes n'ont pas de contrôle sur leurs usages et sont en quelque sorte les victimes de la technologie. Les parents sont focalisés sur le temps*

¹ Serge Tisseron fait ainsi remarquer que certains critères définissant l'addiction, tels que le syndrome du sevrage et la rechute, ne sont pas applicables aux usages excessifs des jeux vidéos ou d'Internet.

² Nos jeunes à l'ère du numérique, 2016.

³ Socialisation adolescente et usages du numérique ; revue de littérature ; rapport d'étude de l'INJEP ; juin 2017.

passé devant les écrans et non sur les activités qui y sont menées : converser avec les amis, poster des photos ou des vidéos, jouer »¹.

Pour la sociologue américaine Danah Boyd, les usages des médias sociaux découlent de dynamiques culturelles qui n'ont rien à voir avec la technologie, mais qui composent entre un besoin élevé d'interagir avec leurs pairs, des restrictions parentales (notamment en matière de sorties) et des agendas très remplis. Elle conclut : « *La plupart des adolescents ne sont pas addicts aux médias sociaux, ils sont addicts les uns les autres* ».

Les études scientifiques montrent également que le pourcentage de jeunes qui ont un comportement problématique face à Internet diminue de manière importante avec le temps et qu'à 16 ans ils ne sont qu'une minorité.

Serge Tisseron explique cette tendance de la manière suivante : « *Si on définit l'addiction comme l'incapacité de contrôler ses impulsions, il est important de prendre en compte le fait que les bases neurologiques du contrôle des impulsions s'établissent à la fin de l'adolescence. L'adolescent a une difficulté physiologique à s'empêcher de faire ce qui lui fait plaisir, même s'il sait que c'est problématique pour lui. Ainsi certains ne quittent pas leur console au risque de voir leurs résultats scolaires chuter. Puis, le plus souvent vers 16/17 ans et au plus tard à 25 ans, la maturation cérébrale achevée permet aux jeunes adultes de contrôler leurs impulsions et de limiter leur consommation* ».

Au cours de son audition, Serge Tisseron a également tenu à relativiser l'influence des jeux vidéo dans le développement des comportements violents, qui sont multifactoriels. En revanche, il a insisté sur l'importance de phases de transition entre la réalité virtuelle du jeu vidéo dans laquelle l'individu va adopter certains comportements et la « vraie vie » pour limiter le phénomène de désinhibition. Ainsi, un joueur qui a simulé des courses automobiles doit éviter de prendre le volant aussitôt son jeu terminé.

En conclusion, et sans nier le phénomène de pratiques excessives, les études scientifiques conduisent à en relativiser la portée. **En France, 1,5 % des adolescents serait concerné par l'usage excessif des jeux vidéo**, qui se caractériserait de la manière suivante² :

¹ Votre rapporteure souhaite relativiser ces propos sur les pratiques communicationnelles des adolescents. Bien que les études ne permettent pas de quantifier le temps passé par type d'activité (vidéos, jeux, communication simultanée, etc.), les chiffres suivants permettent de comprendre les grandes tendances : **la consommation de vidéos explose**, notamment via YouTube, plateforme regardée par 96 % des adolescents et sur laquelle 79 % possèdent un compte – une progression spectaculaire depuis 2016 puisque seuls 45 % des adolescents étaient alors inscrits. YouTube devient ainsi le réseau social le plus fréquenté par les 13-19 ans, devant Facebook (77 % d'inscrits, un chiffre stable depuis 2015), et Snapchat (57 % d'inscrits, contre 29 % l'année dernière, ce qui témoigne de l'engouement des jeunes pour ce moyen de communication). **Le téléchargement et le streaming sont également des pratiques courantes** désormais, et ce quel que soit l'âge des enfants : plus de 70 % des jeunes téléchargent des contenus et plus de 50 % les consultent en streaming.

² Cf. Annabelle Klein : *Nos jeunes à l'heure du numérique*, pages 178 et suivantes.

-
- **une pratique chronophage** qui tend à envahir la vie de la personne, même s'il est difficile de déterminer un nombre d'heures au-delà duquel l'usage pourrait être considéré comme excessif ;
 - **une focalisation du joueur sur sa passion** : le jeu devient le centre de toute activité communicationnelle, imaginative et sociale du joueur. Ce surinvestissement psychique empiète souvent sur l'attention et la concentration du joueur lorsqu'il est censé réaliser d'autres tâches à l'école ou au travail, par exemple ;
 - **des conséquences négatives objectivables**, telles que des perturbations importantes du rythme veille-sommeil, des conflits avec l'entourage, l'échec scolaire ;
 - **le désinvestissement des autres dimensions de la vie** : relations amicales, école, travail et autres activités extrascolaires ;
 - **une souffrance psychologique** : les joueurs excessifs sont très souvent dans un comportement de fuite par rapport à des problèmes qu'ils n'envisagent pas de pouvoir affronter. L'usage excessif des jeux vidéo peut être assimilé à un symptôme plus qu'à une pathologie en soi.

La supervision des parents est rendue plus difficile en raison du nomadisme numérique des jeunes qu'autorisent la possession de smartphones (81 % des jeunes de 13-19 ans en possèdent un) et l'accès au wifi.

Selon une étude récente¹, 83 % des parents contrôlent au moins de temps en temps le temps de connexion et 85 % le type d'activités (type de sites et d'applications consultés). Toutefois, ils ne sont que 28 % à avoir mis un dispositif de contrôle parental sur le smartphone de leur enfant. Parmi les parents n'ayant pas installé un tel dispositif, 43 % d'entre eux privilégient le dialogue et la responsabilisation de l'enfant.

Par ailleurs, si moins de 36 % des parents estiment qu'avant 14 ans, un enfant peut naviguer seul et librement sur Internet, ils sont 69 % à lui reconnaître ce droit entre 14 et 15 ans.

Cette large autonomie des adolescents dans leurs usages numériques soulève néanmoins des interrogations au regard du développement de la cyberpornographie et de la cybercriminalité.

b) L'exposition à la cyberpornographie

L'exposition des enfants à la cyberpornographie est une réalité et elle intervient de manière toujours plus précoce.

¹ Étude menée par Harris Interactive à l'été 2017 pour la fédération française des télécommunications auprès de parents d'enfants âgés de 8 à 15 ans.

En 2017, une étude réalisée par l'IFOP¹ auprès de jeunes de 15 à 17 ans a donné les résultats suivants :

- la fréquentation des sites pornographiques par les jeunes est en forte hausse : **51 % des adolescents ont déjà surfé sur un site pornographique**, une proportion en forte hausse (+ 14 points en quatre ans) ;
- même si les écarts entre sexes s'estompent, la fréquentation de sites pornographiques reste une pratique majoritairement masculine (64 % des garçons contre 39 % des filles) ;
- le premier visionnage s'effectue dans 84 % sur le Web et la consommation pornographique des adolescents s'effectue à 96 % sur les sites gratuits ;
- **à 15 ans, la moitié des adolescents interrogés a déjà vu un film pornographique**. L'âge moyen de la première visite sur un site pornographique tend à baisser : 14 ans et 4 mois en 2017 contre 14 ans et 8 mois en 2013.

Le débat autour de l'exposition à la pornographie pose la question de son caractère volontaire ou non. En effet, même si l'exposition involontaire à des images pornographiques semble connaître un déclin, notamment grâce à l'amélioration des filtres et des bloqueurs de fenêtres, mais également grâce à un travail éducatif, ce phénomène reste non négligeable : **14 % des jeunes exposés avaient entre 10 et 12 ans, 45 % entre 13 et 15 ans et 42 % entre 16 et 17 ans.**

L'un des enjeux de cette exposition précoce aux sites pornographiques est de savoir si elle a un effet sur la représentation que se font les adolescents de la sexualité et des relations amoureuses.

Selon l'étude précitée, 55 % des garçons et 44 % des filles ayant déjà eu un rapport sexuel estiment que les vidéos qu'ils ont vues ont participé à l'apprentissage de leur sexualité. 45 % des garçons et 43 % des filles des adolescents ayant eu des rapports sexuels ont essayé de reproduire des pratiques vues dans des films. Pour autant, les adolescents ayant déjà visionné des films pornographiques estiment, à 73 % pour les garçons et à 70 % pour les filles, qu'ils n'ont pas eu d'influence sur leur sexualité.

De nombreux chercheurs s'intéressent également aux enjeux sociologiques et moraux de la pornographie. Celle-ci donnerait une image avilie de la femme et renforcerait l'idée de la femme-objet nécessairement soumise aux pulsions de domination masculine. Elle méconnaîtrait la complexité des relations amoureuses, réduites à un acte exclusivement sexuel, souvent dégradant pour la partenaire.

¹ *Les adolescents et le porno : vers une « Génération YouTube » ? Étude sur la consommation pornographique chez les adolescents et son influence sur les comportements sexuels.*

L'exposition à la cyberpornographie a également des conséquences psychologiques et relationnelles. La pornographie augmenterait le risque de passage à l'acte violent d'hommes envers les femmes. Elle empêcherait également ceux qui la consultent d'atteindre l'épanouissement sexuel par les stéréotypes qu'elle véhicule sur la sexualité, comme le culte de la performance et une certaine soumission de la femme. En outre, elle pousserait ses usagers à des pratiques sexuelles de plus en plus extrêmes, parfois jusqu'à des comportements criminels (zoophilie, pédophilie).

Les risques de déstabilisation émotionnelle et de perte d'estime de soi, mais également de son entourage familial, ne doivent pas être sous-estimés. Pour autant, il convient d'éviter une vision catastrophiste du phénomène. Ainsi, en dépit de l'exposition précoce à la pornographie, l'âge moyen du premier rapport sexuel reste stable depuis trente ans (environ 17 ans).

Compte tenu de l'impossibilité pratique d'empêcher les enfants d'avoir accès à ces images, **il est indispensable de renforcer le travail éducatif sur la pornographie en insistant sur deux axes :**

- **faire émerger chez les jeunes une pensée critique par rapport à ce qu'ils observent.** Le modèle pornographique ne transmet pas une image positive de la sexualité et véhicule des rapports souvent violents qui ne reflètent pas la réalité des pratiques ;

- **leur permettre de développer leur propre conception de la sexualité.** En effet, les adolescents étant confrontés à des images pornographiques avant même d'avoir pu expérimenter une sexualité à deux, aucune expérience concrète ne leur permet de remettre en question les modèles proposés. Il importe donc de leur offrir des modèles alternatifs, mais surtout de relier l'acte sexuel aux relations amoureuses et de réhabiliter le rôle des sentiments et l'importance du respect de l'autre. Comme le résumait Stéphane Blocquaux lors de son audition : *« Il faut construire un "psyché étanche", une véritable estime de soi, pour qu'ils ne s'accrochent pas au pire. L'objectif est d'allumer des contrefeux positifs pour contrer cette dégradation de soi ».*

Pour que ce travail éducatif soit efficace, il faut permettre aux jeunes de s'exprimer. Or, la sexualité des jeunes reste un tabou. En outre, elle est souvent considérée par l'école et par la société comme quelque chose de dangereux, alors qu'elle devrait constituer une composante banale et positive de l'humanité. Comme fait remarquer Annabelle Klein¹ : *« avant de vouloir leur apporter des réponses et de corriger leurs stéréotypes, il serait peut-être intéressant d'accueillir la parole des jeunes et leurs regards sur le monde ».*

¹ Nos jeunes à l'ère numérique, op. cit.

C'est la raison pour laquelle certains chercheurs proposent d'introduire la pornographie dans le cours d'éducation sexuelle afin de minimiser son pouvoir normatif et de pouvoir offrir un contre-discours positif vis-à-vis de la sexualité.

c) L'exposition à la cybercriminalité

Au-delà de la cyberpornographie, le développement d'Internet a donné un nouvel essor à de nombreuses formes de criminalité traditionnelles en démultipliant leurs canaux de transmission.

C'est par exemple le cas du **cyberharcèlement**. Le harcèlement scolaire a toujours existé et la majorité des élèves impliqués dans des cas de cyber-intimidation le sont la plupart du temps également dans des cas d'intimidation traditionnelle. Ainsi, 65 % des élèves « cyber-intimidés » sont également victimes de harcèlement dans l'enceinte scolaire. De même, 77 % des jeunes qui reconnaissent avoir cyber-intimidé quelqu'un rapportent avoir également été impliqués dans des cas d'intimidation traditionnelle.

Toutefois, le phénomène de cyberharcèlement prend une dimension particulière avec le développement du numérique. D'abord, **l'exposition au cyberharcèlement n'est plus limitée à l'espace scolaire** puisque la proximité physique n'est plus nécessaire pour agir sur la victime. Celle-ci est désormais en contact permanent avec son persécuteur à travers les réseaux sociaux, les mails et les SMS. Ensuite, **le processus d'exclusion est amplifié** puisque le groupe témoin du harcèlement est largement supérieur à la seule classe ou au seul établissement scolaire.

Le développement du sexting et des abus liés à ce mode de communication est largement lié à l'essor des moyens de communication. Le sexting consiste à envoyer électroniquement des textes ou des photos sexuellement explicites, surtout d'un téléphone portable à un autre. Cette activité est principalement pratiquée par les jeunes adultes et certains adolescents. Elle n'est pas nouvelle - même si la nécessité de passer par un tiers pour faire développer les photographies à l'époque de l'argentique avait un pouvoir inhibant certain - mais l'instantanéité des échanges lui a donné une nouvelle dimension. De même, l'abus de confiance et la violation d'intimité liés à une utilisation malintentionnée des sexting sont d'autant plus graves qu'il est désormais possible de diffuser lesdits messages et photos de manière quasi-instantanée à un très grand nombre de personnes.

Internet a également facilité l'accès à la criminalité à travers le développement du darknet. Celui-ci est un réseau superposé qui utilise des protocoles spécifiques intégrant des fonctions d'anonymisation. Certains se limitent à l'échange de fichiers, d'autres permettent la construction d'un écosystème anonyme complet (Web, blog, mail).

À l'origine, le darknet a été créé pour aider les dissidents chinois à communiquer entre eux sans pouvoir être identifiés par le gouvernement. Toutefois, il a été rapidement détourné de son objectif d'origine pour abriter toutes sortes d'activités criminelles (vente d'armes, vente de drogue, etc.) en raison de l'anonymat qu'il offre à ses utilisateurs et à l'immense marché aux activités illicites qu'il représente.

Selon les informations obtenues par votre rapporteure, l'accès au darknet est relativement facile puisqu'il suffit de télécharger le logiciel gratuit Tor puis de rechercher quelques adresses utiles. Il existe ainsi un Wikipédia caché (hidden wiki) qui propose des sites classés par catégorie.

Lors de ses auditions, votre rapporteure a été surprise d'apprendre que le darknet était bien connu des élèves. Même s'il n'existe pas de statistiques précises, les sondages effectués par certaines personnes auditionnées montrent que 11 % ont déjà utilisé le logiciel Tor pour accéder au darknet et que 83 % ont connaissance de l'existence de ce logiciel.

2. Empowerment ou perte d'humanité ?

À l'origine, l'engouement pour le numérique repose sur la conviction que les outils numériques seraient des vecteurs pour l'émancipation individuelle comme collective.

« Le micro-ordinateur personnel fut, dans les années 80, un symbole d'autonomie individuelle. La culture numérique d'origine se disait dédiée aux initiatives humaines, en promouvant les droits de savoir et de parler, d'explorer, de partager, de diriger sa propre vie. La conception des assistants numériques était nourrie de cette philosophie : elle plaçait naturellement l'utilisateur en position active de demandeur, en lui fournissant de nouvelles interfaces de demande et de commandement, de dialogue et d'expérimentation »¹.

Le développement du *big data* et de l'intelligence artificielle a bouleversé la culture numérique : de la facilitation technique et ergonomique, les nouveaux services se sont orientés vers la prise de décision déléguée : au nom de la personnalisation, les algorithmes observent nos goûts et suggèrent de nouvelles découvertes. Toutefois, comme le fait remarquer l'étude précitée : *« la fenêtre ouverte sur l'inconnu à explorer est devenue un miroir qui nous cantonne dans notre bulle de préférences. Les réseaux sociaux imposent leur modèle à un niveau planétaire, créant ainsi un peuple "supra national" qui partage les mêmes langages, codes et valeurs ».*

Peu à peu, l'émancipation prônée initialement par le numérique est remplacée par une soumission croissante aux outils numériques. L'algorithme n'est plus un programme de stimulation et d'accompagnement, il tend à préconiser des solutions « clés en main » sur lesquelles l'utilisateur n'a pas toujours de prise. Notre liberté devient « dirigée » et organisée par les

¹ Cf. Netexplo : trends 2018 : interface zéro/décision zéro.

algorithmes. Ces services ont vocation à nous simplifier la vie et à optimiser nos choix. **La contrepartie de ce modèle est la perte de notre pouvoir de décision au profit des machines.** Si comme Descartes le soutenait, l'homme se caractérise essentiellement par sa capacité de raisonnement, le numérique conduit à une certaine déshumanisation de l'humanité.

Thierry Happe et Guillaume Pernoud, respectivement président et directeur général d'Observatoire Netexplo, ont également insisté sur l'ambiguïté des « compétences connectées » : *« les progrès technologiques font entrer l'humanité dans l'ère de l'ubiquité dans laquelle il devient possible d'apprendre n'importe où n'importe quand. Désormais, l'apprentissage devient personnalisé et opportuniste et l'accès à la compétence devient transportable et contextualisé ».*

Dans un film présenté à votre rapporteure sur les compétences connectées, un technicien en maintenance électrique est assisté d'un robot qui diagnostique la panne et propose une solution en utilisant ses bases de données. Le technicien est chargé de l'intervention. Au préalable, il met un casque de réalité augmentée afin de simuler les opérations à réaliser en fonction des consignes qui lui sont transmises simultanément. Une fois le processus maîtrisé – avec la possibilité de répéter plusieurs fois la manipulation s'il ne se sent pas à l'aise, il effectue la réparation de la pièce défectueuse.

Les compétences connectées illustrent le travail collaboratif entre l'homme et la machine. **Néanmoins, elles posent la question de la valeur ajoutée de l'homme par rapport au robot.** Dans l'exemple précédent, il est supposé que le degré de précision de l'homme est supérieur à celui du robot. Toutefois, plusieurs personnes auditionnées par votre rapporteure ont souligné les performances supérieures à l'homme d'un nombre croissant de robots dotés d'une intelligence adaptative et donc capables d'une multi-compétence.

Par conséquent, le numérique tend à dévaloriser l'homme dont une partie croissante des capacités cognitives ne sont plus sollicitées. Mais ne risque-t-il pas en outre de le rendre inutile et de le réduire à sa simple activité de consommateur ?

*

* *

La révolution numérique est en marche et il serait à la fois illusoire et injustifié de vouloir l'arrêter. Pour autant, il serait tout aussi fatal de céder à l'ébriété technologique ambiante, savamment alimentée par les grandes sociétés du numérique à travers un flot ininterrompu d'innovations, et de renoncer à s'interroger sur le monde dans lequel nous souhaitons vivre.

Comme il a été rappelé précédemment, le numérique soulève de nombreux enjeux, qu'ils soient économiques, mais également éthiques et politiques.

Les événements récents ont une nouvelle fois montré que les valeurs qui sous-tendaient le numérique à son origine - ouverture sur le monde, liberté et diversité des opinions, communauté de partage et d'échange - sont amoindries sous le double effet de la marchandisation des données et de l'apparition de plateformes aux moyens financiers considérables, en position de monopole et capables d'imposer les opinions dominantes.

Il est donc plus que jamais urgent d'éduquer l'ensemble des citoyens aux enjeux du numérique, à la fois pour assurer leur insertion professionnelle durable dans un monde en pleine mutation, mais également pour leur permettre d'avoir un regard distancié et critique sur les nouvelles technologies et leur impact sur notre société.

Si la formation initiale doit faire l'objet d'un effort particulier dans la mesure où elle concerne les futures générations, aucune catégorie de population ne doit être laissée de côté et tous les outils à la disposition des pouvoirs publics - formation tout au long de la vie, éducation populaire, etc. doivent être mobilisés.

II. LA FORMATION COMME RÉPONSE POUR PRENDRE EN MAIN NOTRE DESTIN NUMÉRIQUE

A. LE PLAN NUMÉRIQUE : UN EFFORT LOUABLE MAIS INACHEVÉ POUR PERMETTRE AUX ÉLÈVES DE S'INTÉGRER DANS LE MONDE NUMÉRIQUE

1. L'intégration du numérique à l'École : une préoccupation récurrente depuis un demi-siècle

a) Cinquante ans de plans informatiques et numériques pour l'École

Depuis près de cinquante ans, l'intégration de l'informatique et du numérique en milieu scolaire est une problématique des gouvernements.

En 1967¹, le général De Gaulle, sous l'impulsion du Premier ministre Michel Debré, lance le plan Calcul, destiné à développer l'informatique et son industrie en vue notamment d'assurer l'indépendance du pays en matière de gros ordinateurs vis-à-vis des constructeurs américains. C'est dans ce contexte de course à l'informatique industrielle que fut menée la première opération d'introduction de l'informatique dans l'enseignement général. Une mission à l'informatique est créée au ministère de l'éducation nationale qui débouche sur la mise en place de l'expérience des « 58 lycées » : entre 1970 et 1976, des formations sont proposées à des enseignants

¹ Cf. François-Xavier Bernard, Rodica Ailincăi : « De l'introduction des TICE à l'École aux pratiques actuelles des jeunes », la revue française d'éducation comparée, 2012.

volontaires du second degré et 58 établissements sont équipés de salles informatiques avec des mini-ordinateurs.

En 1978, le plan « dix mille micro-ordinateurs » est lancé, avec pour ambition d'équiper de huit postes tous les lycées au cours des cinq années suivantes.

En 1981, le neuvième plan préparé par le gouvernement Mauroy prévoit que le système scolaire devra disposer de 100 000 ordinateurs à l'horizon de quatre ans et de 100 000 éducateurs formés à leur usage. En 1983/1984, 20 000 enseignants doivent être concernés, l'équipement de tous les lycées étant prévu pour 1986 et celui des collèges en 1988. Durant cette période, les équipements augmentent rapidement dans les établissements, de nombreuses formations et stages sont organisés pour les enseignants. Parallèlement, LOGO, une tortue programmable destinée à inscrire les enfants dans une pratique active de l'informatique, connaît un fort succès dans les écoles primaires françaises.

En 1985, le plan « informatique pour tous » doit permettre aux 11 millions d'élèves français de s'initier à l'informatique grâce au déploiement de plus de 120 000 ordinateurs, la formation de 110 000 enseignants et la mise à disposition de plusieurs centaines de logiciels pour l'enseignement et la formation professionnelle.

En 1992, considérant la nécessité « *d'une part de faire prendre conscience aux futurs professeurs des enjeux technologiques, sociaux et culturels que représente le développement de ces nouvelles techniques, d'autre part d'habituer tous les futurs professeurs à leur utilisation, de telle sorte qu'elles deviennent rapidement pour eux, un outil pratique, banal, quotidien* », une place est donnée officiellement aux technologies de l'information et de la communication pour l'éducation dans la formation initiale des enseignants dans les instituts universitaires de formation des maîtres (IUFM).

En 1995, les programmes de primaire et de 6^{ème} accordent une place effective aux technologies de la communication. Il en va de même pour les programmes de 5^{ème} et 4^{ème} parus en 1997 et de 3^{ème}, parus en 1998.

En 1997, Claude Allègre, ministre de l'éducation nationale, impulse un plan complet d'équipement et de mise en réseau de 70 000 établissements, une sensibilisation et une formation de l'ensemble des personnels, le développement de pratiques innovantes et le soutien à la création de ressources pédagogiques multimédia¹. En outre, la sous-direction des technologies éducatives et des technologies de l'information et de la communication est créée au ministère de l'éducation nationale afin de préparer et de mettre en œuvre les grandes orientations en matière de développement des technologies de l'information et de la communication éducatives (TICE).

¹ Est ainsi créé le réseau pédagogique Educnet, sous forme d'un site Internet, dédié au développement et à la généralisation de l'usage du numérique dans l'éducation, de la maternelle à l'université.

En 1998, l'État crée un fonds de soutien pour l'équipement et la mise en réseau des établissements scolaires. Les efforts conjoints entre État et collectivités territoriales permettent une progression de l'éducation informatique des élèves.

En 2000, dans le contexte de banalisation et de vulgarisation des ordinateurs dans le paysage scolaire mais également sociétal, apparaît la nécessité d'inscrire de façon systématique une formation aux TICE dans le cursus de tous les élèves. Est alors créé le brevet informatique et Internet (B2i), généralisé à tout l'enseignement scolaire en 2006.

En 2003 est instauré l'espace numérique de travail (ENT). Il s'agit d'un ensemble intégré de services numériques choisis et mis à disposition de tous les acteurs de la communauté éducative d'une ou plusieurs écoles ou d'un ou plusieurs établissements scolaires. Il constitue un point d'entrée unifié permettant à l'utilisateur d'accéder, selon son profil et son niveau d'habilitation, à ses services et contenus numériques (emploi du temps, cahier de texte, cahier de correspondance, messagerie électronique, messagerie instantanée, accès aux ressources pédagogiques éditoriales, réservation de salles et de matériel, etc.) Il offre un lieu d'échange et de collaboration entre ses usagers, et avec d'autres communautés en relation avec l'école ou l'établissement.

En 2009, le plan « École numérique rurale » (ENR) vise à réduire la fracture numérique dans les zones rurales. Une dotation de 10 000 euros est versée aux écoles des villages de moins de 2 000 habitants. 6 700 communes sont équipées de tableaux numériques, d'ordinateurs portables, d'accès Internet haut-débit et de vidéoprojecteurs.

En 2010, Luc Chatel, ministre de l'éducation nationale, lance un plan de développement des usages du numérique à l'École qui préconise la généralisation des espaces numériques de travail.

b) Une efficacité amoindrie par l'absence de stratégie claire

Comme le rappelle Georges-Louis Baron¹, l'introduction des technologies de l'information et de la communication dans le système éducatif, quelle que soit la dénomination retenue², « s'est faite par vagues nourries par une série de politiques publiques et a été rythmée de moments d'enthousiasme institutionnel et de phases de déception, selon un schéma qui se répète ». Il regrette que cette succession de plans donne l'impression d'une suite de rencontres manquées. À cet égard, il rappelle que **les processus de prise en compte des nouveautés à l'École s'inscrivent dans une durée longue** : par-delà des dispositifs techniques à courte vie, les idées liées aux

¹ *Élèves, apprentissages et numérique : regard rétrospectif et perspectives ; Recherches et Éducation, n° 18 ; janvier 2014.*

² *Leur dénomination a évolué avec le temps : informatique, technologies de l'information et de la communication (TIC), puis récemment numérique.*

usages éducatifs des technologies de l'information et de la communication évoluent lentement.

Néanmoins, et sans pouvoir se livrer à une analyse approfondie de ces plans qui dépasserait l'objet du présent rapport, votre rapporteure constate que les tentatives d'introduction du numérique à l'École se caractérisent par un **manque de vision sur les usages à développer dans l'éducation**.

Les plans successifs visent de nombreux objectifs : individualiser l'enseignement, susciter la collaboration entre les apprenants, former une génération de citoyens capables de prendre en compte les enjeux que véhiculent ces technologies. Néanmoins, **ils restent très « technocentrés » : au risque de caricaturer la situation, l'Etat et les collectivités territoriales investissent dans l'équipement des établissements scolaires et il revient ensuite aux équipes pédagogiques de réfléchir à l'usage qu'elles pourraient faire de ces technologies.**

Par ailleurs, cette liste de plans souligne les **divergences d'appréciation** qui ont longtemps régné au sein du ministère de l'éducation nationale **sur ce que recouvre le terme « information » et qui se sont répercutées sur le choix des enseignements privilégiés.**

Le terme de numérique (ou de technologies de l'information et de la communication) renvoie en effet à trois dimensions différentes :

- **l'éducation aux médias et à la maîtrise de l'information ;**
- **la formation aux sciences du numérique (qui comprennent notamment l'informatique) ;**
- **la maîtrise des outils numériques et multimédia.**

Très tôt, **la diffusion des médias de masse (en particulier la télévision) a posé la question d'une éducation aux médias.** En 1983, fut créé le Centre de liaison de l'enseignement et des médias d'information (CLEMI). L'enseignement de l'éducation aux médias prend des formes variées : outre son intégration dans les différentes disciplines, il est encouragé à travers la réalisation de médias scolaires (journaux papier ou en ligne, blogs, webradios et webTV). Depuis 1999, est également organisée chaque année la semaine de la presse et des médias dans l'école. Elle a pour but d'aider les élèves, de la maternelle aux classes préparatoires, à comprendre le système des médias, à former leur jugement critique, à développer leur goût pour l'actualité et à forger leur identité de citoyen.

Votre rapporteure rappelle qu'en 2011, le législateur avait, à son initiative, inséré une disposition dans le code de l'éducation (article L. 312-15) afin de prévoir que, dans le cadre de l'enseignement moral et civique, les élèves soient formés afin de développer une attitude critique et réfléchie vis-à-vis de l'information disponible et d'acquiescer un comportement responsable

dans l'utilisation des outils interactifs lors de leur usage des services de communication en ligne

L'enseignement de l'informatique a longtemps été un sujet controversé, principalement en raison des interprétations variées de la part des décideurs politiques sur ce qu'est ou doit être l'informatique. En effet, **l'informatique est d'abord la science et la technique du traitement de l'information** et s'organise autour de quatre concepts : algorithme, machine, langage et information.

Mais l'informatique est également un outil dont les usages relèvent d'une éducation permettant l'acquisition de compétences.

Selon les périodes et les gouvernements, **l'informatique a donc été enseignée soit comme objet d'enseignement** - introduction de l'informatique dans le primaire au milieu des années 80 à travers la programmation de robots en langage LOGO, mise en place d'une option informatique au lycée dans les années 90 - **soit comme outil d'enseignement** - création du brevet informatique et Internet au début des années 2000.

Pour autant, comme l'a rappelé avec force le rapport de l'Académie des sciences¹ consacré à l'enseignement de l'informatique en France : *« l'éducation aux pratiques numériques par les seuls usages des logiciels, ordinateurs et réseaux, n'a pas de réel apport en termes d'éducation à la science informatique »*.

2. Le plan numérique pour l'éducation, une nouvelle tentative pour faire entrer l'École dans l'ère du numérique

a) La reconnaissance d'un service public du numérique éducatif

Dès sa conception, le projet de loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'École de la République² défendu par Vincent Peillon, alors ministre de l'éducation nationale, insistait sur **l'opportunité qu'offre le numérique pour refonder l'École.**

Comme le rappelle l'exposé des motifs du projet de loi, les technologies numériques entraînent *« une transformation radicale des modes de production et de diffusion des savoirs, mais aussi des rapports sociaux »*. Il faut donc *« faire entrer l'école dans l'ère du numérique afin de prendre véritablement en compte ses enjeux et atouts pour l'école »*.

Les enjeux consistent à développer « les connaissances, les compétences et la culture nécessaires à l'exercice de la citoyenneté dans la société de l'information et de la communication. La maîtrise des technologies numériques est essentielle pour que les élèves puissent s'en servir dans leurs études et leurs loisirs et s'insérer dans une société intégrant de plus en plus ces technologies ».

¹ « L'enseignement de l'informatique en France : il est urgent de ne plus attendre », mai 2013.

² Devenu la loi n° 2013-595, appelée communément loi pour la refondation de l'École.

« *L'école doit prendre en charge cette éducation au numérique pour éviter que ne se creuse une fracture numérique, vecteur de nouvelles formes d'inégalités* ». En effet, si les inégalités au niveau de la possession des objets numériques se sont fortement réduites (ainsi 86 % des collégiens défavorisés possèdent un smartphone), elles se sont déplacées vers les usages et la supervision par les parents.

Par ailleurs, **l'École doit utiliser les atouts du numérique pour assurer ses missions**. Ainsi, le numérique, en permettant le développement de pratiques pédagogiques plus attractives et innovantes, **peut contribuer à assurer la réussite scolaire de tous**. De même, le numérique, en permettant de mieux prendre en compte les élèves ayant des besoins particuliers, et notamment les élèves présentant un handicap ou un trouble de la santé invalidant ainsi que les élèves ne pouvant être scolarisés en milieu ordinaire, **doit contribuer à assurer l'égalité des chances**. Enfin, **le numérique doit permettre de mieux associer les parents au projet éducatif de leurs enfants** à travers l'offre de nombreuses possibilités pour faciliter l'accès à la vie scolaire et au suivi des enseignements, notamment grâce aux espaces numériques de travail.

C'est dans ce contexte que l'article 16 de la loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'École de la République pose le principe d'un service public du numérique éducatif afin de :

« 1° *Mettre à disposition des écoles et des établissements scolaires une offre diversifiée de services numériques permettant de prolonger l'offre des enseignements qui y sont dispensés, d'enrichir les modalités d'enseignement et de faciliter la mise en œuvre d'une aide personnalisée à tous les élèves ;*

« 2° *Proposer aux enseignants une offre diversifiée de ressources pédagogiques, des contenus et des services contribuant à leur formation ainsi que des outils de suivi de leurs élèves et de communication avec les familles ;*

« 3° *Assurer l'instruction des enfants qui ne peuvent être scolarisés dans une école ou dans un établissement scolaire, notamment ceux à besoins éducatifs particuliers. Des supports numériques adaptés peuvent être fournis en fonction des besoins spécifiques de l'élève ;*

« 4° *Contribuer au développement de projets innovants et à des expérimentations pédagogiques favorisant les usages du numérique à l'école et la coopération.*

« *Dans le cadre de ce service public, la détermination du choix des ressources utilisées tient compte de l'offre de logiciels libres et de documents au format ouvert, si elle existe* ».

b) Un plan numérique fondé sur quatre piliers

En complément de la loi d'orientation et de programmation sur la refondation de l'École, François Hollande, alors président de la République, a lancé, en mai 2015, le **plan numérique pour l'éducation** visant à permettre

aux enseignants et aux élèves de profiter de toutes les opportunités offertes par le numérique.

Conscient que les plans numériques précédents se caractérisaient par une approche principalement centrée sur l'équipement et une place trop faible accordée à la formation des enseignants et à l'offre de contenus pédagogiques, le **plan numérique pour l'éducation propose une stratégie globale, fondée sur quatre piliers : la formation, les ressources, les équipements et l'innovation.**

✓ La formation

Pour aider les enseignants à faire évoluer leur pratique pédagogique en intégrant harmonieusement les outils numériques à leurs cours, le plan numérique pour l'éducation prévoit la mise en place d'un programme de formation à la fois initiale et continue sur l'ensemble du territoire :

- une formation de trois jours par an dédiée au numérique à destination des enseignants et chefs d'établissement de collège ;
- des formations mises en place au niveau de l'établissement pour une meilleure prise en main des outils numériques ;
- des formations à distance pour tous les enseignants et les professeurs stagiaires *via* la plateforme de formation M@gistère qui propose 450 parcours de formation, dont l'accompagnement à l'informatique, au codage, etc. Cette plateforme propose également des séminaires web au cours desquels un professeur échange sur une pratique innovante qu'il a intégré dans son enseignement avec des collègues. Selon Mathieu Jeandron, directeur du numérique pour l'éducation, au moment de son audition en dépit de l'intérêt évident de ce type de formation par les pairs, seulement 3 000 enseignants se sont montrés intéressés par ce dispositif ;
- le développement de cours en ligne pour les enseignants et les professeurs stagiaires sur le portail France université numérique (FUN-MOOC).

Trois axes de formation ont été retenus :

- la maîtrise des outils numériques pour une meilleure prise en main des outils par les enseignants ;
- les usages du numérique dans les disciplines pour développer de nouvelles méthodes d'enseignement ;
- la culture numérique et l'éducation aux médias et à l'information pour transmettre aux enseignants les bases essentielles liées à l'usage d'Internet et des réseaux sociaux.

✓ Les ressources

Des banques de ressources numériques pour l'école ont été mises à disposition gratuitement pour les enseignants et les élèves du CM1 à la 3^{ème}.

Elles couvrent l'ensemble des nouveaux programmes des cycles 3¹ et 4². Au-delà de simples collections de textes, d'images ou de vidéos, elles proposent aux enseignants et aux élèves des plateformes de contenus et de services associés directement conçus pour l'enseignement et les apprentissages scolaires (ressources numériques pour l'École) destinées à faciliter les pratiques numériques dans le respect de la liberté pédagogique des enseignants et en lien direct avec l'acquisition des connaissances et des compétences définies dans les programmes.

En 2017, les banques de ressources comptent :

- **plus de 28 000 ressources pédagogiques et services-produits pour les enseignements des cycles 3 et 4** en français, mathématiques, histoire/géographie, sciences (physique, chimie, sciences de la vie et de la terre, technologie), langues vivantes étrangères (anglais, espagnol, allemand) ainsi que pour l'éducation aux médias et à l'information et pour l'éducation morale et civique ;

- **plus de 150 000 enseignants inscrits** individuellement hors Espaces numériques de travail sur les 245 000 enseignants potentiels (enseignants du collège et des écoles du cycle 3), soit plus de 60 %.

Quatre exemples de ressources à la disposition des élèves

Les Fondamentaux à l'école primaire : il s'agit d'une série de plusieurs centaines de films d'animation de trois minutes (en libre accès sur Internet) pour comprendre, de façon ludique, les notions fondamentales liées à l'apprentissage du français, des mathématiques, des sciences, etc.

English for schools : un service de ressources numériques pédagogiques pour les 8-11 ans a été mis en place pour un apprentissage ludique et facilité de l'anglais en classe et à la maison.

D'Col : un service d'accompagnement interactif personnalisé en français, en mathématiques et en anglais a été développé pour 30 000 élèves de sixième de l'éducation prioritaire, sur proposition de leur établissement et avec l'accord des parents. Le dispositif D'Col dans les collèges de l'éducation prioritaire aide principalement les élèves les plus faibles qui se connectent au site D'COL et travaillent avec l'appui d'un enseignant référent, jusqu'à deux heures par semaine.

Prep'exam : il permet un accès en ligne aux sujets du brevet et du baccalauréat des trois dernières années.

Source : ministère de l'éducation nationale

¹ CM1, CM2 et 6^{ème}.

² 5^{ème}, 4^{ème}, 3^{ème}.

Le site Éduthèque met gratuitement à disposition de l'ensemble des enseignants et des élèves du premier et du second degré des ressources pédagogiques issues de plus d'une trentaine de grands établissements publics scientifiques et culturels (Louvre, Institut national de l'audiovisuel - INA, bibliothèque nationale de France - BnF, MétéoFrance, Versailles, ARTE, Institut national de l'information géographique et forestière - IGN, Centre national d'études spatiales - CNES, Institut national de la santé et de la recherche médicale - INSERM, Centre Pompidou, Institut national de la statistique et des études économiques - INSEE, etc.). Des services spécifiques sont autorisés pour des usages pédagogiques en classe et dans le prolongement de la classe, en particulier *via* les Espaces numériques de travail autorisant l'utilisation et la réutilisation des contenus en usage scolaire dans un cadre de confiance.

Le plan numérique pour l'éducation donne également la possibilité aux enseignants de dépenser 30 euros par élève et par an pour acquérir des ressources numériques.

VIAEDUC est un réseau social professionnel dédié aux enseignants qui leur permet d'échanger, de partager des ressources pédagogiques (plus de 30 000 sont mises en ligne) et de collaborer. Il revendique plus de 71 000 participants.

Enfin, le portail de recherche et de présentation des ressources numériques pour l'École Myriaé a été ouvert à la rentrée 2016. Il a vocation à présenter toutes les ressources pédagogiques numériques, gratuites ou payantes, produites par les éditeurs privés ou publics. Il devrait également permettre de réaliser des recherches par thème, niveau d'enseignement ou encore type de ressources (manuel, dictionnaire, exercices, banques de vidéos, d'images, jeux éducatif...).

Toutefois, selon les informations obtenues par votre rapporteure, le **portail Myriaé rencontre des difficultés**. Il souffre en particulier d'un engagement modéré et de divergences de vue des représentants de l'édition présents au comité éditorial. À la fin 2017, le portail Myriaé ne comporte que 4 928 ressources indexées qui ne rendent pas compte de la diversité des ressources numériques pédagogiques.

✓ L'équipement

Afin d'assurer le développement des usages numériques au collège, le plan numérique pour l'éducation prévoyait un équipement massif des collégiens et des enseignants avec comme objectif très ambitieux l'équipement de 100 % des collégiens à la rentrée 2018.

En lien avec les collectivités territoriales, l'État a adopté une démarche en deux étapes :

- **une phase de préfiguration** (2015-2016) destinée à identifier les contraintes liées au déploiement massif d'équipements et ressources et à proposer des solutions (cadres de référence, conventions types, etc.) pour l'intégration des équipements mobiles dans les établissements scolaires ;

- **une phase de généralisation** (2016-2018) avec une implication forte des associations d'élus¹ avec lesquels ont été discutés les cahiers des charges des appels à projets. L'État propose à chaque collectivité (département/commune) volontaire un partenariat financier pour déployer des équipements (tablettes, classes mobiles ...) auprès des élèves et des enseignants des établissements de leur territoire. Les académies et les collectivités territoriales participent, dans un premier temps, à l'accompagnement des établissements dans l'élaboration de leur projet pédagogique intégrant le numérique. Une mise en œuvre progressive permet ensuite l'appropriation par les équipes pédagogiques.

Cette phase de généralisation s'est concrétisée par une série d'appels à projets, reposant sur le volontariat des établissements et des collectivités territoriales qui s'engagent sur un projet numérique sur une durée de trois ans :

- **appels à projets « Collège numérique et innovation pédagogique »** en 2016 et 2017 dédiés aux équipements mobiles et aux ressources avec une aide spécifique pour des projets expérimentaux « collèges laboratoires » et les projets impliquant l'apport par les élèves de leur propres outils numériques ;

- **appels à projets « Collèges numériques et ruralité » 2017** avec un appui financier dédié aux investissements d'infrastructures internes dans le cas des départements ruraux qui équipent massivement leurs collèges.

Selon les chiffres obtenus par votre rapporteure, en 2017, 3 072 collèges - soit 52 % des collèges publics - et 3 770 écoles avaient été équipés, soit près de 600 000 élèves. Six départements ont choisi d'équiper la totalité de leurs collèges, et 30 % des collectivités équipent entre 66 % et 100 % de leurs collèges.

À l'origine du projet, l'investissement devait porter sur l'équipement individuel mobile, en particulier les tablettes, afin d'instaurer une continuité des usages dans la classe et au domicile des élèves. Il convient toutefois de remarquer que les investissements des collectivités territoriales s'orientent de plus en plus vers des classes mobiles.

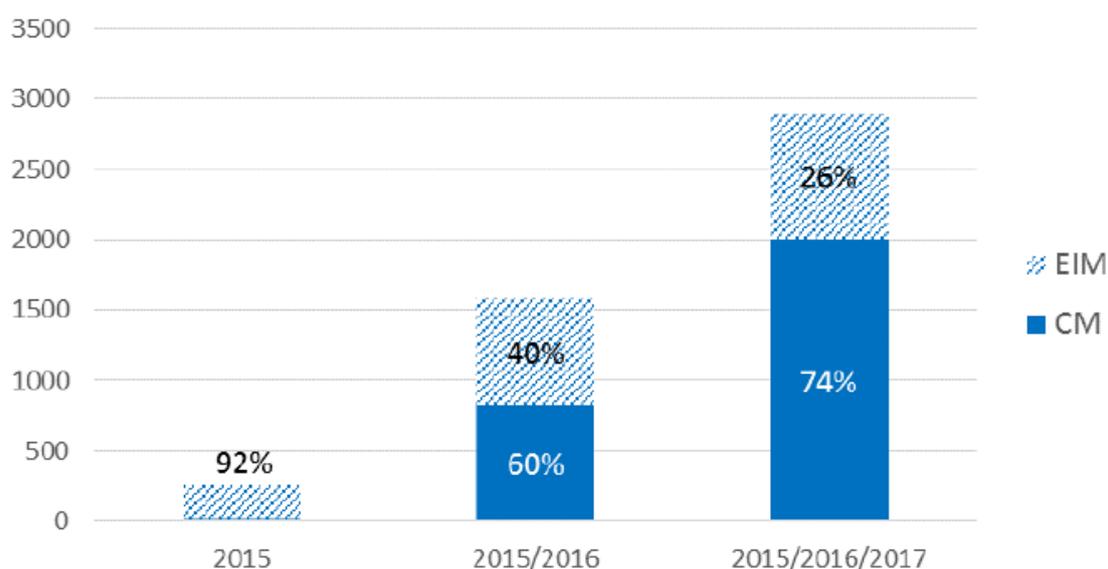
Plusieurs facteurs semblent expliquer ce choix en faveur des classes mobiles. Certains départements souhaitent d'abord évaluer l'impact du numérique sur les apprentissages à partir des classes mobiles avant, le cas échéant, d'équiper chaque collégien. Les différences de coût, une maintenance facilitée, la fourniture d'un pack « clés en mains », les

¹ Assemblée des départements de France - ADF, Assemblée des départements de France - AMF, Association des maires de France - AMRF (Association des maires ruraux de France) principalement.

contraintes des projets fondés sur l'équipement individuel constituent également autant d'arguments en faveur des classes mobiles.

En outre, un nombre croissant de conventions signées avec les départements prévoit des expérimentations dans lesquelles les familles sont propriétaires de l'équipement de leurs enfants¹ (comme cela se fait de plus en plus au lycée et davantage encore à l'université).

La part croissante des classes mobiles



* EIM pour « Équipement individuel mobile » : équipement attribué individuellement à l'élève (qui peut le rapporter à son domicile) ;

CM pour « Classe mobile » : dispositif de type « conteneur » comportant plusieurs équipements mobiles mis à disposition d'un ensemble d'élèves, une borne wifi ou encore des possibilités de chargement.

Source : ministère de l'éducation nationale : développement du numérique éducatif : résultats, outils et perspectives ; novembre 2017

✓ L'innovation

Conscient que les opportunités qu'offre le numérique ne pourront être saisies que par la mise en place d'une pédagogie innovante et un bouleversement des pratiques existantes, le plan numérique pour l'éducation encourage, dans les territoires, les expérimentations mises en place par des écoles, collèges, ou lycées qui portent sur l'utilisation d'outils numériques dans les pratiques d'enseignement ou sur l'éducation à la société numérique dans son ensemble.

Des appels à projet sont donc régulièrement lancés pour soutenir les projets innovants.

¹ Il s'agit de la logique BYOD (Bring your own device)/ AVEC (Apportez votre équipement personnel de communication).

Ainsi, en octobre 2015, l'État a lancé un appel à projets « e-FRAN¹ », qui vise deux objectifs : conduire des expérimentations de terrain et organiser leur accompagnement et leur évaluation par l'appui de la recherche. Concrètement, l'appel à projet e-FRAN doit contribuer à identifier les effets, positifs et négatifs, de l'utilisation du numérique dans les pratiques d'enseignement et d'apprentissage, afin d'enrichir la variété des réponses de l'enseignant pour augmenter sa liberté de praticien.

Les projets e-FRAN expérimentent de nouvelles manières d'enseigner et d'apprendre, à partir de dispositifs pédagogiques et numériques innovants dans un cadre scientifique rigoureux. Déployés à l'échelle des territoires, ces projets ont pour ambition de produire des repères et des méthodes pour agir et de les diffuser largement.

Au terme des deux vagues de sélection organisées en 2016, 22 projets ont été sélectionnés qui bénéficient d'un soutien financier du programme d'investissement d'avenir à hauteur de 19,5 millions d'euros.

3. L'apprentissage du numérique dans toutes ses dimensions

Comme il a été expliqué auparavant, le terme « éducation numérique » peut être interprété de trois manières différentes :

- éduquer aux médias et à l'information ;
- apprendre aux élèves à se servir des outils numériques (*computer literacy*) ;
- former aux sciences du numérique (*digital science*).

Si l'éducation aux médias et à l'information fait l'objet d'un relatif consensus, l'enseignement du numérique que ce soit comme outil ou comme science a varié au cours des décennies.

La loi de refondation de l'École du 8 juillet 2013 a mis un terme à ces hésitations et tranché en faveur d'un enseignement du numérique dans toutes ses dimensions.

a) *La formation au numérique : la lente mise en œuvre d'un référentiel de compétences*

L'histoire de la formation au numérique comme outil se caractérise par une longue série de vagues-hésitations de la part des pouvoirs publics. Pendant longtemps, l'idée a prédominé que l'ergonomie des outils informatiques dispensait leurs usagers de l'acquisition de quelque compétence que ce soit pour leur utilisation.

¹ *Espaces de formation, de recherche et d'animation numériques.*

Cette idée a été remise en cause à la fin des années 90 et en 2000 a été créé le brevet informatique et Internet (B2I), une attestation délivrée aux élèves des écoles élémentaires, des collèges et des lycées qui évalue leur capacité à utiliser les outils informatiques et Internet mais également certaines compétences documentaires et éthiques.

Le B2I évaluait les compétences des élèves dans cinq domaines :

- s'approprier un environnement informatique de travail ;
- adopter une attitude responsable ;
- créer, produire, traiter, exploiter des données ;
- s'informer, se documenter ;
- communiquer, échanger.

Toutefois, les compétences n'étaient pas évaluées lors d'un examen spécifique, mais abordées et validées de manière transversale, dans le cadre des activités pédagogiques, par tout professeur. La validation de ces items se faisait tout au long de la scolarité.

En 2006, la « *maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication* » est devenue l'un des sept piliers du socle commun de connaissances et de compétences.

En 2008, le B2I au collège a été intégré au diplôme national du brevet.

Parallèlement à la mise en place du B2I, a été instaurée la certification informatique et Internet (C2I) pour l'enseignement supérieur. Elle comprend deux niveaux.

Le niveau 1 atteste la maîtrise des compétences d'usage des technologies numériques permettant à l'étudiant d'être acteur de ses apprentissages en formation initiale à l'université et tout au long de la vie dans une perspective de responsabilité, d'autonomie et d'insertion professionnelle. Pour les étudiants en formation initiale, le C2I a vocation à être acquis au cours de la licence.

Cinq domaines ont été définis :

- travailler dans un environnement numérique évolutif ;
- être responsable à l'ère du numérique ;
- produire, traiter, exploiter et diffuser des documents numériques ;
- organiser la recherche d'informations à l'ère du numérique ;
- travailler en réseau, communiquer et collaborer.

Le niveau 2 atteste la maîtrise des compétences transversales d'usage des technologies numériques nécessaires à l'exercice d'un métier (enseignement, métiers du droit, métiers de la santé, et.) et la capacité de les faire évoluer tout au long de la vie professionnelle.

L'article 38 de la loi pour la refondation de l'École du 8 juillet 2013 modifie l'article L. 312-9 du code de l'éducation et réaffirme l'obligation de formation à l'utilisation des outils et des ressources numériques dans les écoles et les établissements d'enseignement. Cette formation comporte en outre « *une sensibilisation aux droits et aux devoirs liés à l'usage de l'Internet et des réseaux, dont la protection de la vie privée et le respect de la propriété intellectuelle* ».

Paradoxalement, au moment où la loi de 2013 rappelait l'importance de la formation à l'utilisation des outils numériques, le brevet informatique et Internet a été officiellement supprimé à l'école, au collège et au lycée.

Le site Internet du ministère de l'éducation nationale explique ainsi qu' « *à l'école, au collège et au lycée, le numérique a été progressivement intégré dans les programmes de chaque discipline. L'objectif est de former les élèves à l'usage des outils numériques, leur transmettre les compétences nécessaires à leur future vie professionnelle, de développer leur esprit critique et leur donner les codes nécessaires pour maîtriser les nouveaux modes de communication et utiliser de manière responsable les nouveaux médias, dont Internet. Il s'agit également d'identifier les contraintes juridiques et sociales dans lesquelles s'inscrivent leurs utilisations. Les compétences numériques sont évaluées à tous les niveaux de leur scolarité.*

Au collège, les compétences numériques des élèves sont évaluées dans le cadre du socle commun de connaissances, de compétences et de culture conformément au livret scolaire unique (LSU). Pour les élèves en classe de troisième, les compétences numériques sont évaluées dans le cadre de l'obtention du diplôme national du brevet : l'épreuve écrite de mathématiques, sciences et technologie du brevet comporte à présent un exercice de programmation informatique ». Aucune référence au brevet informatique et Internet n'est mentionnée.

Par ailleurs, l'obtention du C2I n'est pas une condition nécessaire pour la délivrance du diplôme de la licence et depuis 2013, il n'est plus obligatoire pour la titularisation des professeurs stagiaires¹.

Selon les informations obtenues par votre rapporteur, le B2I et le C2I ont vocation à être remplacés par PIX, une plateforme d'autoévaluation des compétences numériques qui s'appuie sur une grille de référence européenne. Cette plateforme a vocation à être ouverte à tous les citoyens et, à l'instar du TOEFL², permettra d'établir son niveau de compétences à travers l'obtention d'un score sur cinq thèmes avec huit niveaux de compétence différents :

- information et données (mener une recherche et une veille d'informations ; gérer des données; traiter des données) ;
- communication et collaboration (interagir ; partager et publier ; collaborer ; s'insérer dans le monde numérique) ;

¹ Cette suppression a été justifiée par le fait que la formation des personnels enseignants et d'éducation en matière de numérique est désormais intégrée dans leur formation initiale.

² Test Of English as a Foreign language, test d'anglais le plus reconnu au monde.

-
- création de contenus (développer des documents textuels ; développer des documents multimédia ; adapter les documents à leur finalité ; programmer) ;
 - protection et sécurité (sécuriser l'environnement numérique ; protéger les données personnelles et la vie privée ; protéger la santé, le bien-être et l'environnement) ;
 - environnement numérique (résoudre des problèmes techniques ; construire un environnement numérique).

Lors de leur audition, les représentants de la direction générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle, ont souligné l'ambition de la France de devenir leader dans le secteur de l'évaluation et de la certification des compétences numériques. Dans ce but, le ministère développe une approche globale basée sur la maîtrise de l'outil, le développement de méthodes pédagogiques et de programmes d'enseignement, la mise en place de formations et de la certification.

Dans l'attente de la généralisation de PIX, votre rapporteure constate que le développement de la « littératie numérique »¹, tout en étant inséré dans le socle de connaissances et de compétences, dépend du bon vouloir des enseignants et ne fait pas l'objet d'une stratégie structurée. En effet, sa mise en œuvre n'est pas confiée à une équipe pédagogique dont les responsabilités auraient été établies clairement au préalable.

Votre rapporteure approuve le fait que ces compétences ne fassent pas l'objet d'un enseignement spécifique, mais soient mobilisées dans les différentes disciplines. Pour autant, il convient d'inciter les enseignants à intégrer systématiquement dans leur discipline des éléments du référentiel PIX et de s'assurer que toutes les compétences ont bien été mobilisées dans l'une ou l'autre des matières afin, le cas échéant, d'organiser la redistribution des apprentissages manquants. Une telle exigence soulève la question de la formation des enseignants aux outils numériques. En effet, si ces derniers ne les maîtrisent pas, il est illusoire d'imaginer qu'ils puissent les inculquer à leurs élèves.

b) L'éducation aux médias : une pratique ancienne à généraliser et à professionnaliser impérativement

L'éducation aux médias constitue une préoccupation ancienne de l'éducation nationale. Certaines personnes auditionnées ont d'ailleurs regretté que l'apprentissage des technologies de l'information et de la communication ait été souvent réduit à la seule éducation aux médias et à l'information.

¹ En référence au rapport du conseil national du numérique : « Jules Ferry 3.0 : bâtir une école créative et juste dans un monde numérique », dans lequel il est prôné « d'installer à l'école la littératie de l'âge du numérique ».

L'article 45 de la loi du 8 juillet 2013 de refondation de l'École a rappelé que l'éducation aux médias « contribue également à la compréhension et à un usage autonome et responsable des médias, notamment numériques ».

Ainsi, l'éducation aux médias, adaptée aux supports et aux outils de communication contemporains, est dispensée **de l'école primaire au lycée**, en étroite collaboration avec les associations partenaires de l'École. Cette éducation aux médias doit **transmettre aux élèves les connaissances et compétences nécessaires à la maîtrise de l'information**, devenue aujourd'hui une condition essentielle de l'accès aux autres savoirs. Il s'agit, en particulier, **d'apprendre aux élèves à maîtriser de nouveaux modes de lecture et d'écriture liés aux écrans numériques et aux réseaux, et de les sensibiliser aux droits et aux devoirs liés aux usages de l'Internet et des réseaux sociaux** (usage raisonné des différents types de médias, enjeux sociétaux et de connaissance qui y sont liés, sensibilisation à la protection de la vie privée ou au respect de la propriété intellectuelle, etc.).

Comme il a été déjà rappelé, le CLEMI joue un rôle central dans l'éducation aux médias à travers les ressources qu'il met à la disposition des enseignants, les formations qu'il propose et les manifestations culturelles qu'il organise (Semaine de la presse et des médias, concours de blogs, concours de Unes, trophées) qui sont autant d'occasions pour les élèves de mettre en œuvre leurs compétences, de développer des pratiques médiatiques et de comprendre l'actualité et les enjeux du monde de l'information et de la communication, amplifiés par l'omniprésence du numérique.

De nombreux dispositifs émergents peuvent être mobilisés (jumelages numériques entre classes, webradios, médias scolaires, blogs de classes, webdocumentaires, reportages...) pour rendre les élèves actifs, leur apprendre à travailler collectivement en réseau et faire vivre les pratiques de classe autour de l'éducation aux médias et de la culture numérique.

Outre l'éducation nationale, de nombreux acteurs privés ou associatifs, liés au monde des médias ou de l'éducation populaire, se sont lancés dans l'éducation à l'information.

Votre rapporteure souhaite évoquer l'action remarquable de la CNIL. En 2016, cette dernière a signé une convention avec le ministère de l'Éducation nationale dans le but de renforcer les actions de sensibilisation aux enjeux éthiques soulevés par le numérique et en particulier par l'utilisation des données personnelles et de promouvoir un usage responsable et citoyen du numérique, dans le respect des droits et libertés de chacun.

Dans ce cadre, la CNIL organise des interventions dans les académies, à la fois auprès des enseignants et des référents numériques des établissements.

Elle s'investit également dans la création de ressources pédagogiques telles que le quiz « les incollables » qui permet aux enfants de tester de manière ludique leurs connaissances sur des thèmes aussi variés que les bons usages d'Internet, la protection des données, le paramétrage d'un compte Facebook ... 10 000 exemplaires ont été publiés et 7 000 ont été diffusés dans les centres de documentation et d'information des établissements scolaires.

Votre rapporteure souhaite également présenter la démarche originale ERSILIA, une plateforme d'éducation à l'image numérique lancée par LE BAL¹ et qui a pour objectif de former à et par l'image les jeunes afin de devenir « acteurs de leur regard, » et de leur faire prendre conscience que l'image obéit à des codes, à des usages, qu'elle est avant tout un langage, une construction.

La plateforme compte 17 000 utilisateurs. En outre, chaque année, 2 000 jeunes du primaire au lycée, issus notamment d'établissements de l'éducation prioritaire, sont formés aux enjeux des images.

Élaborés en étroite collaboration avec les équipes enseignantes et des artistes et professionnels de l'image, les programmes pédagogiques s'articulent autour de trois axes :

- **l'analyse de l'image ;**
- **la compréhension de ses contextes de production, diffusion, réception ;**
- **la participation concrète à un projet collectif** (film, journal, publication ...).

Au cours d'ateliers, de rencontres avec des professionnels, de projections de films ou de vidéos, de visites d'exposition, les jeunes se confrontent à différents points de vue, interrogent la notion de « document » visuel, affutent leur regard sur les partis pris formels de l'image. Pour mener à bien ses programmes, ERSILIA s'appuie sur des conférenciers (historiens de l'art) et invite une cinquantaine d'intervenants par an (chercheurs, artistes, graphistes, journalistes, iconographes ...) à réfléchir et travailler avec les jeunes sur un thème. Sont associées différentes structures professionnelles (galeries, maisons d'édition, bibliothèques, quotidiens, magazines, agences de presse, de graphistes, laboratoires photo ...) pour rendre tangibles les différentes étapes de la fabrication des images.

Les créations réalisées collectivement par les jeunes avec les artistes invités sont présentées lors d'une exposition publique de restitution au BAL.

¹ LE BAL est une association à but non lucratif. Créée en 2010 par Raymond Depardon et Diane Dufour, elle a lancé une plateforme indépendante d'exposition, d'édition, de réflexion et de pédagogie, dédiée à l'image contemporaine sous toutes ses formes : photographie, vidéo, cinéma, nouveaux médias.

Votre rapporteure souhaite également évoquer l'initiative « Decodex » du journal *Le Monde* qui permet d'évaluer la fiabilité d'un site Internet à travers l'édition d'un code couleurs :

- rouge pour les sites diffusant régulièrement de fausses informations. Le lecteur est invité à la plus grande vigilance face à de telles sources et à les croiser avec d'autres sources jugées plus fiables ;
- orange pour les sites dont la fiabilité ou la démarche est douteuse (sources peu mentionnées, démarche militante cachée, etc.) ;
- bleu pour les sites parodiques.

Par ailleurs, les sites producteurs d'informations qui ont été analysés par *Le Monde* font l'objet d'informations utiles (présentation, distinction entre les rubriques factuelles et celles d'opinion, etc.)

Votre rapporteure estime que plus que jamais, l'éducation aux médias et à l'information constitue un réel enjeu citoyen et démocratique. Nous sommes confrontés à un monde saturé d'informations non hiérarchisées, qui tend à enfermer chaque citoyen dans une bulle de filtres et l'incite à rechercher de préférence des preuves qui confirment ses opinions. Les élèves doivent donc avoir un niveau de compétence très élevé pour critiquer et mettre en doute la pertinence des informations. Or, les pratiques numériques extrascolaires des jeunes ne leur permettent pas de développer une approche raisonnée, distanciée et critique des informations auxquelles ils sont confrontés. Plusieurs personnes auditionnées se sont moquées gentiment de la soi-disant supériorité des « digital natives » - ceux qui sont nés à l'ère du numérique - par rapport aux générations plus âgées, en les qualifiant de « digital naïfs ».

L'éducation nationale a conscience de ces enjeux et votre rapporteure se réjouit que parallèlement à la mise en place d'une « pédagogie de l'interrogation », qui encourage l'analyse, la compréhension et la réflexion critique de messages médiatiques et permet de comprendre les contextes dans lesquels ces messages sont produits, diffusés et reçus, **l'éducation nationale encourage également la participation active des élèves à la production de médias**, ce qui permet de ne pas seulement insister sur les dangers, mais également d'évoquer les opportunités du numérique en matière de communication et de formation citoyenne.

Néanmoins, votre rapporteure s'interroge sur les conditions réelles d'exercice de l'éducation aux médias. Comme pour la formation des élèves aux outils numériques, l'éducation aux médias ne relève pas d'une discipline particulière, mais a vocation à être enseignée de manière transversale dans toutes les disciplines. Se posent donc de nouveau les questions de la place réelle conférée à l'éducation aux médias dans le cadre du cursus scolaire, de la formation des enseignants à la pédagogie, aux thématiques et aux enseignements de l'éducation aux médias ainsi que de l'évaluation de ces enseignements. Par ailleurs, les moyens dédiés au CLEMI sont insuffisants

pour lui permettre de développer une offre de ressources à la hauteur des enjeux de l'éducation aux médias et à l'information.

Enfin, comme l'ont exprimé André Tricot, professeur d'université en psychologie à l'École supérieure du professorat et de l'éducation Midi-Pyrénées, et Pascal Plantard, professeur des universités en sciences de l'éducation, l'éducation aux médias ne devrait pas se limiter à l'apprentissage des bonnes pratiques et mériterait une approche plus philosophique, notamment à travers une réflexion sur les concepts de crédibilité, de confiance et d'autorité.

c) L'éducation à l'informatique : des initiatives récentes à systématiser

La loi du 8 juillet 2013 de refondation de l'École a tranché en faveur de l'apprentissage de l'informatique.

Les langages informatiques sont désormais intégrés dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture. Chaque élève, à l'issue de la scolarité obligatoire, **doit savoir utiliser les outils numériques pour communiquer, connaître les principes de base de l'algorithmique et de la conception des programmes informatiques et les mettre en œuvre pour créer des applications simples.**

Depuis la rentrée 2016, les nouveaux programmes de mathématiques des cycles 2 et 3 comportent une initiation à la programmation. Il s'agit de savoir coder ou décoder pour prévoir ou représenter des déplacements sans matériel spécifique ou bien à l'aide d'un robot ou d'un logiciel d'initiation à la programmation. Dès le cycle 2, les élèves commencent à s'approprier la description de l'architecture simple d'un dispositif informatique. Au cycle 4, les notions d'algorithmie et de programmation sont traitées conjointement dans les programmes de mathématiques et de technologie. Les élèves pratiquent la programmation dans une démarche de projet.

Afin de prendre en compte les nouveaux acquis des élèves à l'école primaire et au collège, des aménagements ont été réalisés dans le programme de mathématiques de la classe de seconde. Une partie de ce programme est désormais dévolue à l'algorithmique et à la programmation.

La loi du 8 juillet 2013 précitée a également renforcé l'apprentissage de l'informatique au lycée.

Depuis 2012, les élèves de terminale S peuvent choisir un enseignement de spécialité « informatique et sciences du numérique » (ISN).

Depuis 2015, désormais, les élèves de seconde peuvent également choisir l'enseignement d'exploration « informatique et création numérique » (ICN). Il vise à la fois une instruction à l'informatique en tant que science et un questionnement sur la place de l'informatique et du numérique dans la société.

Un enseignement facultatif d'ICN est proposé en classe de première des séries générales depuis la rentrée 2016 et en classe des séries ES et L depuis la rentrée 2017. L'ambition de cet enseignement est d'amener les élèves à approfondir et développer des connaissances scientifiques et techniques en informatique, de leur faire découvrir les multiples applications dans d'autres champs disciplinaires et de leur faire comprendre la place déterminante prise par le traitement automatisé de l'information. Cet enseignement fait l'objet d'une épreuve facultative au baccalauréat général à la session 2018.

Votre rapporteure rappelle qu'à la suite de la remise du rapport de Pierre Mathiot, professeur des universités, sur la réforme du bac¹, Jean-Michel Blanquer, actuel ministre de l'éducation nationale, a annoncé, en conseil des ministres du 14 février 2018, parmi les douze spécialités pourront choisir les élèves en première et terminale, une **spécialité « Humanités scientifiques et numériques »**. Cet enseignement de deux heures hebdomadaires vise à faire acquérir une culture scientifique commune aux élèves en approfondissant leurs compétences numériques ainsi que leur compréhension des grandes transformations scientifiques et technologiques de notre temps. Il reposera sur quatre composantes : grands enjeux environnementaux ; codage informatique ; bioéthique ; intelligence artificielle.

Votre rapporteure rappelle que l'enseignement de l'informatique constitue une revendication forte et récurrente de la part de nombreux acteurs du monde de l'enseignement (professeurs d'informatique, Association pour l'Enseignement public de l'informatique), de la recherche (Académie des sciences, INRIA) et de l'industrie (syndicat professionnel Syntec numérique). En 2014, la généralisation de l'enseignement de l'informatique à tous les élèves du primaire au lycée représentait l'une des mesures phares du rapport du conseil national du numérique².

Les auteurs du rapport jugeaient alors l'initiation à la « pensée informatique » indispensable pour :

- *« comprendre de nombreux objets de la vie quotidienne (comme un téléphone, une transaction bancaire, ou la logistique d'un aéroport), mais aussi toutes sortes de phénomènes du vivant, de l'économie, de l'urbanisme, du climat ... ;*
- *se préparer aux métiers de demain, qu'il s'agisse de ceux des entreprises du numérique ou des secteurs de pointe, ou des autres, même les moins techniques, qui sont ou seront transformés par l'informatique ;*
- *collectivement, prospérer dans une économie numérique où l'innovation et la capacité à coopérer constituent les principaux facteurs de compétitivité ;*

¹ « Un nouveau baccalauréat pour construire le lycée des possibles ».

² Jules Ferry 3.0 : bâtir une école créative et juste dans un monde numérique.

-
- *ne pas subir passivement, en tant qu'utilisateur, usager ou consommateur, les décisions d'un programme ou d'un système informatique, sans être capable de les comprendre, de les contester ou les discuter, voire de les modifier ;*
 - *être en mesure de décoder, en tant que citoyens, les enjeux de pouvoir à l'œuvre dans une société numérique, de préserver sa vie privée et son autonomie, de prendre part à des décisions collectives qui mobiliseront de plus en plus de données et de calculs ».*

Au cours des auditions, la plupart des personnes interrogées sur la pertinence d'un enseignement de la science du numérique à l'école ont insisté sur la nécessité de « *sortir le codage des mathématiques* » et généraliser cet enseignement à tous les élèves de toutes les sections afin de leur faire comprendre les procédures anticipatrices et les mécanismes de base de la communication et des bases de données.

Pour Alain Van Sante, délégué académique au numérique à Rennes : « *apprendre à coder, cela ne veut rien dire. Ce qui est intéressant, ce sont les rudiments de programmation. Dépecer les algorithmes, cela fait partie de la culture du numérique.* »

Comme l'a résumé Emmanuelle Roux, membre du Conseil national du numérique, au moment de son audition : il s'agit d'« *apprendre à coder pour décoder le monde* ».

Les défenseurs d'un enseignement généralisé de l'informatique à l'école ont également insisté sur le fait que l'informatique se prête mal aux cours magistraux et ont prôné un travail en groupe, sous forme de projets ouverts sur d'autres disciplines.

Certains ont fait observer que l'instauration d'un enseignement facultatif « *informatique et création numérique* » en seconde, en première et en classe terminale des séries ES et L ainsi que la mise en place d'une spécialité « *humanités scientifiques et numériques* » pouvaient contribuer à augmenter le nombre de femmes optant pour le numérique dans l'enseignement supérieur en leur montrant que l'informatique n'est pas réservé aux « *forts en math* », mais exige créativité et aptitude à la collaboration.

Votre rapporteure approuve la décision d'introduire ces nouveaux apprentissages à l'école. Toutefois, elle s'interroge sur leur réel impact dans le développement d'une culture numérique auprès des élèves en raison du caractère facultatif de ces enseignements.

Selon les statistiques fournies par le ministère de l'éducation nationale, à la rentrée 2016, l'enseignement d'exploration « *informatique et création numérique* » a été proposé dans 32,4 % des lycées. Toutefois, seuls 4,9 % des effectifs de seconde ont suivi cet enseignement, dont 25 % de filles et 75 % de garçons.

À la rentrée 2016, l'option « informatique et création numérique » en classe de première a été proposée par seulement 5,47 % des lycées. 0,4 % des effectifs de première ont choisi cette option.

En ce qui concerne l'enseignement de spécialité « informatique et sciences du numérique » en classe de terminale S, le nombre d'élèves ayant choisi cette spécialité a doublé en quatre ans, pour atteindre désormais 11 % des effectifs de la série S. Toutefois, l'écart reste encore important par rapport à la spécialité mathématiques (26 %), la spécialité physique (23 %) ou la spécialité sciences de la vie et de la Terre (39 %).

En réalité, la réforme introduite n'a pas encore l'impact attendu en raison du caractère facultatif de l'enseignement de l'informatique au collège et au lycée. Il conviendra d'examiner si l'initiation obligatoire à l'informatique instauré à l'école primaire et au collège incitera davantage de lycéens à choisir l'option « informatique et création numérique » ou la spécialité « informatique et sciences du numérique ». Dans le cas contraire, une réflexion devra être menée sur l'introduction d'un enseignement obligatoire de l'informatique au lycée.

B. UN BILAN EN DEMI-TEINTE

1. Des avancées incontestables

a) L'essor des pratiques innovantes

Au cours de ses auditions et de ses déplacements, votre rapporteure s'est réjouie de constater l'inventivité et l'ouverture d'esprit des enseignants et des chefs d'établissement qu'elle a pu rencontrer, du primaire à l'enseignement supérieur.

Le numérique encourage un foisonnement d'initiatives innovantes. S'il est impossible d'en dresser la liste exhaustive, cinq pratiques ont particulièrement retenu l'attention de votre rapporteure.

- **Les classes inversées**

Comme le rappelle Catherine Becchetti-Bizot, inspectrice générale de l'éducation nationale¹, la classe inversée n'obéit pas à un modèle rigide et recouvre une variété de pratiques. Dans le système scolaire traditionnel, l'enseignant délivre les notions fondamentales pendant le cours et vérifie qu'elles ont été comprises à travers des exercices d'application réalisés à la maison. Désormais, les élèves sont amenés à apprendre des notions fondamentales à la maison puis à effectuer les exercices d'application en cours. **Le rôle de l'enseignant se concentre sur l'apprentissage plus que sur la transmission de savoirs.** Elles reposent sur l'idée que « *les tâches cognitives*

¹ « Repenser la forme scolaire à l'heure du numérique : vers de nouvelles manières d'apprendre et d'enseigner », rapport n° 2017-056, mai 2017.

plus complexes, comme la résolution de problèmes, les exercices, les expérimentations, le travail d'interprétation, le débat, qui demandent de l'aide ou des interactions plus soutenues, s'effectuent dans la classe, en présence du professeur, et s'appuient sur le collectif. De cette façon, on peut dire que les enseignants réintroduisent dans la classe le vrai travail de l'élève, qu'ils « ré-internalisent » en quelque sorte les devoirs. L'élève n'est plus seul face à ses apprentissages, il sait que s'il n'a pas compris, il pourra demander de l'aide et sait où la trouver ».

Les avantages de cette pratique sont nombreux. **Les élèves apprennent mieux puisqu'ils sont impliqués activement dans leur apprentissage.** Le travail individuel est stimulé par la dynamique de groupe. Certes, les élèves travaillent parfois à des rythmes différents, en groupes ou individuellement, mais ils travaillent tous et aucun ne reste à l'écart.

Pour le professeur, la classe inversée est un moyen d'être plus disponible pour accompagner ses élèves dans leurs apprentissages : il circule dans les rangs, apporte les explications nécessaires, régule et rythme les activités, rappelle explicitement les consignes, organise les temps de synthèse collective et d'évaluation.

Les relations entre l'enseignant et la classe sont plus apaisées en raison de la place importante accordée au travail collectif et aux interactions entre pairs, en groupes ou en classe entière. En outre, au lieu d'être stigmatisée, l'erreur est intégrée et normalisée dans le processus d'apprentissage. Cela permet la mise en place d'évaluations plus fréquentes et « indolores », qu'elles soient assurées par un logiciel avec lequel travaillent les élèves, par des échanges avec leurs pairs ou par l'enseignant. Cette dédramatisation de l'évaluation met en confiance les élèves, et notamment ceux qui rencontrent des difficultés, et favorise leur implication et une meilleure acceptation de la prise de risque.

La classe inversée favorise également une plus grande prise en compte des besoins individuels des élèves et une personnalisation des enseignements. En effet, les tâches exécutées par les élèves peuvent être différenciées en fonction de leur niveau et de leur rapidité d'exécution.

Lors de sa visite d'une classe de CM1 à l'école Fernand Léger de Caen, votre rapporteure a été impressionnée par l'ambiance à la fois studieuse et conviviale qui caractérisait la session de classe inversée.

Concrètement, la classe était divisée en quatre îlots de deux à quatre enfants qui réalisaient des tâches distinctes : le premier groupe (deux élèves) était chargé de copier une fable d'Esopé dans le cahier multimédia de poésie de la classe ; le deuxième groupe (quatre élèves) devait réaliser une capsule vidéo sur une tablette ; le troisième groupe (quatre élèves) devait effectuer une recherche documentaire sur les tablettes pour répondre à un quiz papier sur le Moyen Âge ; le quatrième groupe (quatre élèves) était occupé à améliorer son oral grâce à l'enregistrement de la présentation d'un petit

exposé sur tablette, à l'écoute de cet enregistrement et à l'analyse de la prise de parole à l'aide d'une grille de critères de réussite fabriquée en classe. La classe ressemblait à une ruche dans laquelle chaque enfant était concentré sur les tâches qu'il devait accomplir.

Votre rapporteure a également été frappée par la capacité d'autonomie des enfants, mais également par le nombre de compétences relationnelles sollicitées par la classe inversée : débat sur les réponses à apporter au questionnaire, négociations pour décider qui effectue les recherches sur Internet, entraide pour arrêter l'intitulé de la question à poser au moteur de recherche, échanges entre les enfants sur la qualité des enregistrements audio ...

- **Les Fab Labs**

Un Fab Lab (contraction de l'anglais « fabrication laboratory », « laboratoire de fabrication ») est un lieu ouvert au public où est mis à sa disposition toutes sortes d'outils, notamment des machines-outils pilotées par ordinateur et des imprimantes 3D, pour la conception et la réalisation d'objets.

La caractéristique principale des Fab Labs est leur « ouverture ». Ils s'adressent à des entrepreneurs, des étudiants, des designers, des artistes, des bricoleurs en tout genre, qui veulent concrétiser leurs projets créatifs. Ils regroupent différentes populations, tranches d'âge et métiers différents. Ils constituent un espace de rencontre et de création collaborative qui permet, entre autres, de fabriquer des objets uniques.

Les Fab Labs sont des « tiers lieux de fabrication et d'échange » qui soutiennent l'apprentissage par le faire et regroupent une communauté d'utilisateurs aux idées, projets, compétences, savoirs et savoir-faire divers et complémentaires.

À travers l'initiation à la création par le numérique, les Fab Labs favorisent la collaboration et les échanges ainsi que la mutualisation des moyens humains et matériels. Leur fonctionnement s'appuie sur les pédagogies actives, participatives, ainsi que sur les pédagogies de projet, pluridisciplinaires.

Votre rapporteure souhaite évoquer le projet particulièrement innovant « d'inclusion inversée » mis en place au lycée Henri Nominé de Sarreguemines à travers son Fab Lab FABULIS.

Depuis la rentrée scolaire 2014, ce lycée propose une section ULIS¹ pro qui permet à des jeunes lycéens présentant des besoins éducatifs particuliers en liaison avec une situation de handicap, d'être accueillis en lycée professionnel. Parallèlement, un Fab Lab a été créé : destiné aux élèves de l'ULIS pro pour qu'ils puissent développer des projets artistiques, scientifiques et en relation avec les nouvelles technologies, il est ouvert à toutes les personnes fréquentant le lycée Henri Nominé (élèves, enseignants,

¹ Unité localisée pour l'inclusion scolaire.

personnel administratif et technique) ainsi qu'aux entreprises ayant développé des partenariats avec le lycée.

Concrètement, les élèves de BTS, BAC Pro, CAP et de troisième pré-professionnelle sont amenés à travailler dans le même espace que les élèves de l'ULIS Pro qui leur expliquent le fonctionnement des machines et le respect des consignes de sécurité. **Ainsi ce sont les élèves en situation de handicap qui deviennent les médiateurs et les « passeurs de savoir », ce qui permet à la fois de les valoriser et de modifier le regard que les autres élèves peuvent porter sur le handicap.**

- **Les webmedias scolaires (web journaux, web radios, web TV)**

Dans le cadre d'une approche active et vivante de l'éducation aux médias et à l'information, de nombreux établissements ont développé des webmedias afin de permettre aux élèves de mettre en ligne leurs propres réalisations culturelles et médiatiques (articles, vidéos, interviews, etc.). Ces activités incitent les élèves à développer leur esprit critique face aux différents médias (comment est construite une information ? a-t-elle été vérifiée ? les sources ont-elles été recoupées ?) et leur apprennent à rechercher et sélectionner l'information. Elles développent également leurs compétences en matière d'écriture, de lecture, d'expression orale et écrite par une mise en situation réelle et un apprentissage empirique.

À l'occasion de la visite de la web radio du collège Marcel Pagnol à Caen, Pascal Cotentin, délégué numérique dans l'académie de Normandie, a souligné l'impact positif de cette activité sur la mise en confiance des élèves, dont les travaux sont valorisés et diffusés.

- **Les twictées**

Les twictées sont des dictées en ligne, collaboratives et interactives, qui reposent sur le réseau social twitter. Elles concernent essentiellement les élèves des classes comprises entre le CE2 et le CM2.

Concrètement, les élèves écrivent sous la dictée un texte qui comporte au plus 140 caractères puis se regroupent en petits groupes de sept ou huit pour élaborer une dictée collective, la plus juste possible. Les élèves envoient ensuite leurs dictées « collectives » à une classe « miroir » pour correction et reçoivent en retour les dictées collectives de l'autre classe. Commence alors la phase de correction au cours de laquelle les élèves non seulement cherchent et soulignent les erreurs orthographiques, mais également créent des « twoutils », c'est-à-dire des justifications orthographiques sous forme de tweets, en catégorisant les erreurs et les règles associées. La conception des twoutils permet aux enfants de réinvestir tout ce qu'ils ont vu en classe, en grammaire et en conjugaison, tandis que

leur rôle en tant que correcteur les incite à vérifier l'orthographe des mots et leur apprend la rigueur.

À l'heure des réseaux sociaux, les twictées permettent d'exercer les compétences orthographiques des élèves de façon à la fois ludique, motivante et structurée et en leur donnant un sens. Les enfants sont également amenés à mobiliser d'autres types de compétences telles que l'analyse, le travail en équipe, l'argumentation ou encore la collaboration.

- **E-Twinning**

E-Twinning est une plate-forme en ligne gratuite pour tous les enseignants. Ce dispositif de la Commission européenne permet de mener des projets de classe avec d'autres établissements en Europe et d'échanger avec plus de 160 000 enseignants.

La plateforme comprend non seulement un réseau social d'enseignants (le Desktop ou tableau de bord) mais aussi un espace privé, le Twinspace, comportant un choix d'outils numériques variés pour communiquer et collaborer (blogs, wiki, forum, chat, etc.).

La liste suivante illustre les multiples possibilités d'échanges qu'offre cet outil :

- échanges de documents écrits, iconographiques, audio ou vidéo (chansons, contes, images) ;
- jeux à partir de photos de classe : chaque élève se présente à l'écrit ou à l'oral dans sa langue ou dans la langue d'apprentissage. La classe partenaire doit reconnaître l'élève sur la photo à partir de la description orale ou écrite envoyée ;
- demande d'informations au(x) partenaire(s) pour organiser une voyage virtuel dans le pays de la classe jumelée et réalisation d'un carnet de voyage virtuel à partir des informations recueillies.

La plateforme e-Twinning encourage ainsi l'apprentissage par projets. À travers une mise en situation réelle - communiquer avec des élèves inconnus, parfois dans une langue étrangère - la curiosité des enfants est sollicitée et ces derniers sont motivés pour engager un échange qui mobilise leurs compétences en écriture, en expression orale, leurs capacités linguistiques, mais également leur créativité et leur esprit d'initiative.

Les exemples cités précédemment témoignent de la diversité des pédagogies actives. Toutes promeuvent des valeurs communes telles que :

- **la confiance et la bienveillance** : l'école ne doit pas être un lieu de sélection, mais a pour but de développer un certain nombre de compétences chez les élèves pour leur permettre d'agir en tant que citoyen éclairé et de s'insérer dans le monde professionnel. Afin que chaque enfant puisse aller

au bout de son potentiel, il est important de le mettre en confiance et de l'inciter à devenir un acteur engagé de son apprentissage ;

- **la coopération et l'entraide entre les pairs** à la fois pour développer les compétences socio-cognitives, mais également parce qu'elles contribuent à l'efficacité de l'apprentissage. En effet, les modes d'apprentissage collaboratifs « tirent vers le haut » les élèves moins à l'aise dans leur apprentissage et valorisent les élèves dans leur mission de « passeurs de savoir » et de pédagogues. En outre, les modes collaboratifs d'apprentissage permettent de mettre en valeur d'autres types d'intelligence que l'intelligence linguistique et l'intelligence logico-mathématique ;

- **le désir d'apprendre et la motivation**, encouragés notamment par les apprentissages par projet et la mise en situation des enseignements. Les pédagogies actives s'efforcent de donner du sens à l'apprentissage ;

- **la priorité donnée à « apprendre à apprendre » plus qu'à transmettre des savoirs** : comme le rappelle un rapport récent¹, l'étymologie du terme « autorité » renvoie à la « capacité de faire grandir ». À l'heure où l'accès au savoir n'a jamais été aussi facile, la valeur ajoutée de l'enseignant repose moins sur les connaissances à transmettre que dans la capacité à accompagner l'élève dans ses apprentissages.

b) Une plus grande coopération entre tous les acteurs

L'éducation relève de la compétence de l'État dans la mesure où il est seul responsable de l'organisation pédagogique. C'est lui qui définit les voies de formations, les programmes nationaux et le contenu des enseignements et certifie les connaissances et les compétences par la délivrance des diplômes nationaux, des grades et des titres. L'État a également la charge du recrutement, de la gestion et de la rémunération du personnel enseignant, de l'administration et de l'inspection ainsi que du personnel exerçant dans les établissements secondaires et ne relevant pas du département ou de la région.

Pour autant, la décentralisation a fait des collectivités territoriales des acteurs à part entière du système éducatif en leur déléguant la construction, l'équipement et le fonctionnement des établissements scolaires (cf. encadré ci-après).

Le rôle des collectivités territoriales en matière d'éducation

Aux termes de l'article L. 211-1 du code de l'éducation, l'éducation est un service public national, dont l'organisation et le fonctionnement sont assurés par l'État, sous réserve des compétences attribuées par la loi aux collectivités territoriales pour les associer au développement de ce service public.

¹ Catherine Becchetti-Bizot, Guillaume Houzel, François Taddei : *Vers une société apprenante : rapport sur la recherche et développement de l'éducation tout au long de la vie*, mars 2017.

Les communes

Les communes bénéficient d'une expérience très ancienne dans le domaine de l'enseignement primaire puisqu'elles ont la charge des écoles publiques depuis la loi Goblet du 30 octobre 1886 (articles L. 212-4 du code de l'éducation).

La création et l'implantation des écoles élémentaires et maternelles sont décidées par le conseil municipal après avis du représentant de l'État dans le département (article L. 212-1 du code de l'éducation).

La commune est propriétaire des locaux et en assure notamment la construction, l'équipement et le fonctionnement, à l'exception de la rémunération du personnel enseignant (compétence de l'État) et des droits dus en contrepartie de la reproduction par reprographie à usage pédagogique d'œuvres. Les dépenses des écoles ont un caractère obligatoire (article L. 212-5 du code de l'éducation).

Le département

Depuis les premières lois de décentralisation (entrées en vigueur en 1986), le département a la charge des collèges (article L. 213-2 du code de l'éducation). À ce titre, il en assure la construction, la reconstruction, l'extension, les grosses réparations, l'équipement et le fonctionnement, à l'exception des dépenses pédagogiques et de personnels à la charge de l'État (personnels enseignants pour l'essentiel).

Depuis la loi relative aux libertés et responsabilités locales du 13 août 2004 (article 82), le département assure en outre l'accueil, la restauration, l'hébergement ainsi que l'entretien général et technique, à l'exception des missions d'encadrement et de surveillance des élèves. Il assure le recrutement et la gestion des personnels TOS (techniques, ouvriers et de service) exerçant leurs missions dans les collèges.

Le département est propriétaire des locaux dont il a assuré la construction et la reconstruction. L'article 79 de la loi relative aux libertés et responsabilités locales a prévu en sa faveur le transfert en pleine propriété des biens immobiliers des collèges appartenant à l'État, à titre gratuit.

La région

Depuis les premières lois de décentralisation (entrées en vigueur en 1986), la région a la charge des lycées (article L. 214-6 du code de l'éducation). À ce titre, elle en assure la construction, la reconstruction, l'extension, les grosses réparations, l'équipement et le fonctionnement, à l'exception des dépenses pédagogiques et de personnels à la charge de l'État (personnels enseignants pour l'essentiel).

Depuis la loi relative aux libertés et responsabilités (article 82), la région assure en outre l'accueil, la restauration, l'hébergement ainsi que l'entretien général et technique, à l'exception des missions d'encadrement et de surveillance des élèves. Elle assure le recrutement et la gestion des personnels TOS exerçant leurs missions dans les lycées.

La région est propriétaire des locaux dont elle a assuré la construction et la reconstruction. L'article 79 de la loi relative aux libertés et responsabilités a prévu en sa faveur le transfert en pleine propriété des biens immobiliers des lycées appartenant à l'État, à titre gratuit.

En matière de numérique, la loi du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République a clarifié le rôle des collectivités territoriales.

Ainsi, l'article 21 dispose que *« l'acquisition et la maintenance des infrastructures et des équipements, dont les matériels informatiques et les logiciels prévus pour leur mise en service, nécessaires à l'enseignement et aux échanges entre les membres de la communauté éducative sont à la charge du département »*.

De même, l'article 23 prévoit que : *« l'acquisition et la maintenance des infrastructures et des équipements, dont les matériels informatiques et les logiciels prévus pour leur mise en service, nécessaires à l'enseignement et aux échanges entre les membres de la communauté éducative sont à la charge de la région »*.

Par conséquent, si l'État est responsable des usages pédagogiques, il dépend des collectivités territoriales pour l'équipement des établissements scolaires. En outre, les collectivités sont également compétentes en matière de déploiement d'infrastructures et de réseaux de communication électronique.

La mise en œuvre du plan numérique pour l'éducation a donc conduit l'État à collaborer étroitement avec les départements afin de les persuader d'investir dans l'équipement numérique des collèges. L'État s'est fortement engagé financièrement (pour un euro investi par les collectivités territoriales, l'État investit également un euro), mais le plan numérique pour l'éducation ne peut se développer qu'avec l'appui politique et financier des départements volontaires.

La coopération entre l'État et les collectivités territoriales en matière de numérique a été améliorée par l'identification d'interlocuteurs privilégiés pour les collectivités territoriales représentés par la direction du numérique pour l'éducation créée en 2014 au niveau du ministère de l'éducation nationale et les délégués académiques au numérique.

**Les missions de la direction du numérique pour l'éducation
et du délégué académique au numérique**

La direction du numérique pour l'éducation assure la mise en place et le déploiement du service public du numérique éducatif. Elle définit la politique de développement des ressources, des contenus et des services numériques pour répondre aux besoins de la communauté éducative. Elle crée les conditions d'un déploiement cohérent de ces ressources, et en assure la valorisation et la diffusion. Elle assure une fonction d'impulsion, d'expertise et d'appui aux grands projets structurants du numérique éducatif. Elle prépare les orientations stratégiques et les éléments de programmation en matière de numérique éducatif et de systèmes d'information. Elle conduit la politique partenariale avec les acteurs publics et privés de la filière numérique. **Elle est donc l'interlocuteur privilégié des représentants des collectivités territoriales au niveau national (Association des maires de France, Assemblée des départements de France, Association des régions de France).**

Le délégué académique au numérique (DAN) est le conseiller du recteur pour l'élaboration et le suivi de la stratégie académique relative au numérique éducatif.

Sous son autorité, il contribue à la construction du projet académique déclinant les orientations de la stratégie numérique nationale et coordonne les réseaux d'acteurs concernés. Il pilote la mise en œuvre dans l'académie du service public du numérique éducatif et en évalue les résultats.

Il est également en charge des relations avec les collectivités territoriales et assure l'animation d'une instance de gouvernance académique. Le délégué académique au numérique est donc en contact permanent avec les collectivités territoriales de l'académie sur les questions de numérique et travaille en étroite collaboration avec elles au niveau local.

Source : ministère de l'éducation nationale

c) Le développement d'une stratégie globale

Dès sa conception, le plan numérique pour l'éducation a insisté sur le fait que l'équipement en outils numériques était une condition nécessaire mais non suffisante pour adapter l'École aux enjeux du numérique. C'est la raison pour laquelle la stratégie développée par le gouvernement repose sur quatre piliers : l'équipement, mais également la mise en ligne de ressources pédagogiques pour les enseignants et les élèves, la formation des équipes éducatives aux outils numériques et à leurs usages et l'innovation. Cette dernière composante constitue à la fois la pierre d'angle du dispositif et le critère décisif pour juger de sa réussite. **En effet, le numérique n'est pas une fin en soi, mais constitue un outil au service d'innovations pédagogiques et du développement de nouvelles manières d'enseigner et d'apprendre.**

En conséquence, l'équipement des collèges s'effectue à travers plusieurs appels à projet intitulés « collèges numériques et innovation pédagogiques ».

Chaque appel à projet est co-construit par les chefs d'établissement, les équipes éducatives, les académies et les collectivités territoriales partenaires. Il a vocation à arrêter un projet pédagogique et éducatif cohérent, visant à créer les conditions d'un développement harmonieux des usages du numérique des enseignants et des élèves. Il est censé promouvoir les principes suivants :

- travailler en équipe/ partager ses pratiques ;
- renforcer l'interactivité avec et entre les élèves ;
- rendre les élèves autonomes ;
- évaluer les acquis des élèves ;
- personnaliser les apprentissages des élèves ;
- associer les parents.

2. Un bilan jusqu'à présent en-deçà des attentes

a) Une utilisation des outils numériques qui reste trop traditionnelle

Comme il a été rappelé précédemment, les outils numériques ont vocation à faciliter la mise en place de pédagogies innovantes, dans lesquelles l'élève retrouve le désir d'apprendre et devient l'acteur de son apprentissage.

Certes, la modification des usages par les technologies du numérique est un processus qui prend du temps. Il nécessite une appropriation des dites technologies, une prise de conscience de leurs potentialités et des phases de tâtonnement et d'expérimentations pour l'implantation des nouveaux usages, comme l'explique l'encadré ci-après.

Le modèle SAMR (substitution, augmentation, modification, redéfinition)

Ce modèle a été développé par Ruben Puentedura, chercheur américain spécialiste en éducation. Il s'agit d'un modèle théorique qui décrit les différents paliers d'intégration des technologies dans une séance de classe selon plusieurs niveaux d'efficacité pédagogique.

S (substitution) : le numérique est utilisé pour effectuer les mêmes tâches qu'avant. Exemple : utiliser un traitement de texte au lieu d'un crayon pour écrire ;

A (augmentation) : le numérique apporte une amélioration fonctionnelle. Exemple : proposer à l'élève des corrections instantanées et favoriser la rétroaction.

M (modification) : le numérique transforme la classe, les séquences pédagogiques sont repensées. Exemple : demander à l'élève d'enrichir sa production écrite par un enregistrement audiovisuel afin de le mettre en ligne et de le partager avec d'autres.

R (Redéfinition) : le numérique permet une nouvelle approche de l'apprentissage. Exemple : produire à plusieurs mains un document collaboratif à l'aide d'un service en ligne. L'entraide, la collaboration et les interactions sont plus importantes.

Source : ministère de l'éducation nationale

Jusqu'à présent, les usages du numérique par les enseignants restent très traditionnels, comme en témoigne l'étude menée par la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP) du ministère de l'éducation nationale sur l'usage du numérique dans le cadre scolaire et son lien avec les pratiques des enseignants¹.

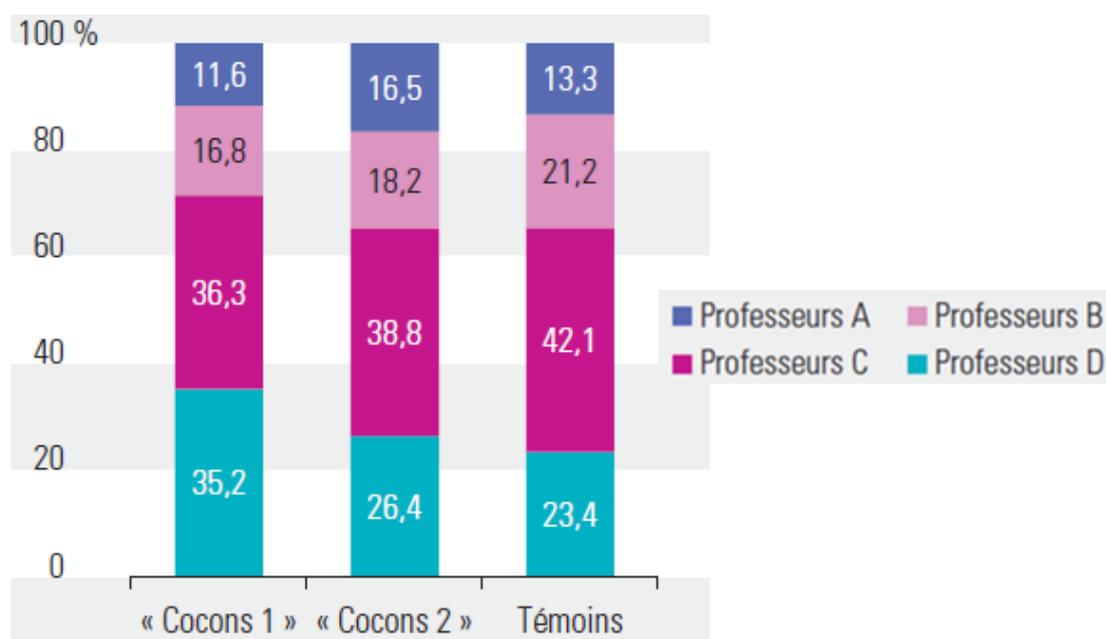
Pour réaliser son étude, la DEPP s'est appuyée sur trois groupes de collèges : deux groupes de collèges connectés à deux périodes différentes (23 collèges connectés en 2013-2014 et 49 collèges connectés en 2014-2015) et un groupe témoin de 102 collèges. Il s'agissait de mesurer dans quelle mesure l'introduction du numérique au collège modifie les pratiques

¹ Note d'information : n° 02, janvier 2016.

pédagogiques des enseignants et les incite à développer des pratiques dans lesquelles l'élève est davantage sollicité.

Il en ressort les résultats suivants.

Répartition des professeurs selon le type d'utilisation qu'ils font du numérique



Rappel : les « professeurs A » n'utilisent pas le numérique en lien avec leur enseignement ; les « professeurs B » n'utilisent le numérique que pour préparer leur séance de cours ; les « professeurs C » l'utilisent seuls durant la séance ; les « professeurs D » l'utilisent aussi avec leurs élèves.

Lecture : dans les « Cocons 1 », 11,6 % des enseignants sont des « professeurs A ».

Source : MENESR-DEPP, enquête Cocons 2014-2015

Même si elle est réduite, la part d'enseignants qui n'utilisent pas le numérique en lien avec leur enseignement n'est pas négligeable : elle oscille entre 11,6 % et 16,5 % et s'avère même plus forte dans un des groupes des collèges connectés que dans le groupe des collèges témoins.

En outre, l'utilisation du numérique par les enseignants reste en grande majorité traditionnelle et est cantonnée à la préparation des cours ou à une utilisation exclusive par l'enseignant pendant le cours, et ce quel que soit le groupe de collègues étudié.

Certes, la proportion d'enseignants des collèges connectés faisant manipuler les outils numériques à leurs élèves est plus élevée (respectivement 35,2 % et 26,4 % contre 23,4 % pour les enseignants du groupe de collèges témoins). **A contrario, cela signifie que les trois quarts des enseignants n'ont pas modifié fondamentalement leurs méthodes d'enseignement en dépit de l'introduction du numérique dans leur collège.** Ce constat d'échec est d'autant plus accablant que, pour éviter les erreurs des plans numériques précédents, la numérisation des collèges est censée se faire

sur une base volontaire, à travers l'établissement d'un projet pédagogique qui arrête les objectifs à atteindre et décrit les usages à promouvoir.

L'étude précitée constate que « *l'adoption par les enseignants de pratiques pédagogiques actives n'a que peu de liens avec la qualité globale de l'écosystème du collège* », même si « *ces pratiques peuvent être indirectement liées à l'utilisation des outils numériques par les élèves* », plus fréquente dans les collèges connectés que dans les collèges témoins.

Les résultats de l'enquête PROFETIC 2016 sur les pratiques des enseignants sont un plus encourageants¹, même s'ils confirment une utilisation très classique des outils numériques.

Ainsi, entre 75 et 92 % des enseignants utilisent le numérique de façon hebdomadaire voire quotidienne pour préparer leurs cours, saisir les notes et absences, compléter le cahier de textes et monter des séquences d'activités en classe sans manipulation des outils numériques par les élèves.

En revanche, ils ne sont que 47 % à utiliser le numérique pour échanger ainsi que partager et mutualiser des ressources, 35 % pour monter des séquences d'activités en classe avec manipulation des outils numériques par les élèves, 29 % pour personnaliser les apprentissages en faisant travailler les élèves en autonomie et 13 % pour préparer une séance pédagogique nécessitant que les élèves se servent de matériel informatique sans Internet.

Les moins de 30 ans sont plus nombreux que les autres classes d'âge à préparer des cours et à monter des séquences sans manipulation, mais sur les autres activités, leurs pratiques ne se distinguent pas des enseignants plus âgés.

b) Une formation insuffisante des enseignants

Les enseignants constituent la clé de voûte du plan numérique pour l'éducation dans la mesure où ce sont eux qui portent *in fine* la responsabilité d'utiliser les outils numériques mis à leur disposition ainsi qu'à leurs élèves pour développer des usages susceptibles d'améliorer la qualité des enseignements et de favoriser les apprentissages.

Alors que les usages faits par les enseignants du numérique sont peu novateurs et ont donc une plus-value limitée sur leurs pratiques pédagogiques, l'enquête PROFETIC mentionnée précédemment montre que dans leur grande majorité, les enseignants sont convaincus des bienfaits du numérique à l'école, notamment :

- pour diversifier leurs pratiques pédagogiques (93 %) ;
- pour rendre le cours plus attractif (91 %) ;

¹ Il convient de remarquer que les résultats de ce sondage peuvent présenter un biais : sur les 5 000 questionnaires envoyés, 1 175 réponses ont été renvoyées, soit un taux de réponse de 36 %. Il n'est pas improbable que parmi les enseignants n'ayant pas répondu, les enseignants ayant peu ou pas de pratique numérique soient surreprésentés.

-
- pour travailler et partager avec des collègues (83 %) ;
 - pour faire progresser l'élève dans ses apprentissages (77 %) ;
 - pour rendre l'élève plus autonome et capable de prendre plus d'initiative (66 %) ;
 - pour diversifier les pratiques d'évaluation (64 %).

Parmi les facteurs considérés par les enseignants comme un frein à l'usage du numérique¹, **51 % des enseignants évoquent une formation insuffisante ou inexistante à l'utilisation pédagogique du numérique et 41 % des connaissances insuffisantes dans le domaine du numérique.**

Au moment de l'annonce du plan numérique pour l'éducation, le gouvernement de l'époque avait insisté sur l'importance de la formation afin de permettre aux enseignants de s'appropriier les outils numériques et de les utiliser pour développer des pratiques pédagogiques qui favorisent la réussite de tous les élèves.

Lors de son audition, Mathieu Jeandron, alors directeur du numérique pour l'éducation, a fait remarquer que les besoins étaient variables selon les enseignants. Il a rappelé que « *chaque académie a eu des crédits pour la mise en place de trois jours de formation au numérique pour insister sur les aspects contextuels (droit d'auteur, liberté individuelle) ou valoriser les contenus pédagogiques* ». Il a toutefois précisé que le bilan en cours de cette initiative « *risquait d'être décevant car les plans de formation ont été utilisés en priorité pour la réforme du collège. En outre, les formations sont étalées dans le temps, ce qui retarde la mise en œuvre du plan numérique pour l'éducation* ».

L'étude PROFITEC mentionnée précédemment confirme ce bilan en demi-teinte : 38 % des enseignants interrogés n'ont suivi aucune formation ou animation sur les usages pédagogiques du numérique au cours des deux dernières années et 38 % n'ont suivi qu'une formation d'un à deux jours sur la même période.

Il convient de rappeler que depuis 2013, la possession du certificat informatique et Internet n'est plus une condition nécessaire pour la titularisation des enseignants.

La loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'École a réformé la formation initiale des enseignants et s'est traduite par :

- la création des écoles supérieures du professorat et de l'éducation (ÉSPÉ) au 1^{er} septembre 2013, en remplacement des instituts universitaires de formation des maîtres (IUFM) ;

¹ Sont ainsi évoqués la taille des groupes de élèves, un équipement informatique insuffisant, obsolète, ou défectueux, la nécessité de réserver le matériel ou la salle longtemps à l'avance, un débit réseau ou Internet insuffisant, l'absence d'un dispositif d'assistance efficace, le temps d'installation du matériel trop long, etc.

- la mise en place de nouveaux Masters « Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation (MEEF) », déclinés en 4 mentions : premier degré, second degré, encadrement éducatif et pratique et ingénierie de la formation (cf. encadré ci-après) ;
- la mise en place de nouveaux formats de concours de recrutement des enseignants.

**Le master MEEF¹,
une formation dédiée aux métiers du professorat et de l'éducation**

Depuis sa création, en 2013, le master MEEF est le master dédié à la formation aux métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation. Diplômante et professionnalisante, cette formation concerne tous les futurs enseignants, qu'ils se destinent à exercer en maternelle, à l'école élémentaire, au collège ou au lycée, ainsi que les futurs conseillers principaux d'éducation (CPE).

Le cursus MEEF prépare au métier en alternant :

- des enseignements théoriques spécifiques (sur les disciplines d'enseignement, la pédagogie) ;
- des thèmes communs à tous structurés autour des valeurs de la République (enseignement de la laïcité, la lutte contre les discriminations), des thèmes d'éducation transversaux et portant sur des grands sujets sociétaux (citoyenneté, sensibilisation à l'environnement et au développement durable), des gestes professionnels (conduite de classe, prévention des violences scolaires) et des connaissances sur les parcours des élèves (processus d'apprentissage, orientation) ;
- des stages, dès la première année, et avec une deuxième année en alternance.

La formation intègre la préparation aux concours de recrutement qui ont lieu à la fin de la première année. Elle propose également une ouverture à l'international, à la recherche (avec un mémoire) et aux apprentissages numériques.

Au sein du master, trois mentions spécifiques préparent aux métiers de l'éducation nationale et forment ainsi les futurs enseignants et personnels d'éducation :

- mention premier degré pour devenir professeur des écoles ;
- mention second degré pour enseigner au collège et au lycée (hors agrégation) ;
- mention encadrement éducatif pour devenir conseiller principal d'éducation (CPE).

Source : commission de la culture, de l'éducation et de la communication du Sénat

L'article 70 de la loi du 8 juillet 2013 a expressément chargé les ESPÉ de la formation au numérique des futurs enseignants et dispose que « *dans le cadre de leurs missions, elles [les ESPÉ] assurent le développement et la promotion de méthodes pédagogiques innovantes. Elles prennent en compte, pour délivrer leurs enseignements, les technologies de l'information et de la communication et forment les étudiants et les enseignants à l'usage pédagogique des outils et ressources numériques* ».

¹ Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation.

Toutefois, toutes les personnes auditionnées ont estimé que la formation au numérique proposée dans les ESPÉ était sous-dimensionnée, propos que l'audition d'Alain Fruguière, directeur de l'ESPÉ de Paris et le déplacement de votre rapporteure à l'ESPÉ de Caen n'ont fait que confirmer. En effet, le nombre d'heures consacrées à la maîtrise des outils numériques et à leurs usages est très limité :

- 20 heures en master 1 (dont 12 heures de manière transversale) sur 350 à 500 heures au total ;

- 15 heures en master 2 (dont 2 heures de manière transversale) sur 250 à 300 heures.

En outre, cette formation reste trop théorique alors qu'elle devrait reposer sur un apprentissage par projet afin d'amener les futurs enseignants à développer un savoir applicable.

Une autre difficulté évoquée par de nombreuses personnes auditionnées et soulignée par la Cour des comptes¹ tient à la complexe articulation entre les masters MEEF et les concours de recrutement. En master 1, les étudiants accordent logiquement la priorité à la réussite du concours. Les enseignements relatifs au tronc commun - tels que l'usage pédagogique des outils numériques - ne présentent donc d'intérêt aux étudiants que s'ils améliorent leur chance de réussite au concours. Or, ce dernier continue de privilégier les connaissances disciplinaires en dépit de réformes récentes².

En master 2, l'équilibre au sein d'un parcours en alternance entre le stage et la formation est difficile à obtenir. Les fonctionnaires-stagiaires donnent la priorité à la préparation de leurs cours devant leurs élèves, parfois au détriment de leur formation.

Telle qu'elle est organisée actuellement, la formation continue ne permet pas non plus de répondre aux enjeux de l'intégration du numérique à l'école.

Depuis la loi du 8 juillet 2013 précitée, le code de l'éducation dispose que « *chaque enseignant est amené à se former régulièrement* » (article L. 912-1-2).

Dans l'arrêté du 1^{er} juillet relatif au référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation, parmi les quatorze compétences attendues de l'ensemble des enseignants figure la compétence suivante :

« 14. *S'engager dans une démarche individuelle et collective de développement professionnel.*

¹ Cour des comptes : *gérer les enseignants autrement*, octobre 2017.

² Cf. *arrêté du 19 avril 2013 et annexes visant à évaluer la capacité des candidats à transmettre des connaissances et à exercer le métier d'enseignant.*

- Compléter et actualiser ses connaissances scientifiques, didactiques et pédagogiques.

- Se tenir informé des acquis de la recherche afin de pouvoir s'engager dans des projets et des démarches d'innovation pédagogique visant à l'amélioration des pratiques.

- Réfléchir sur sa pratique -seul et entre pairs- et réinvestir les résultats de sa réflexion dans l'action.

- Identifier ses besoins de formation et mettre en œuvre les moyens de développer ses connaissances en utilisant les ressources disponibles ».

La formation continue est donc reconnue comme une nécessité et constitue un droit pour l'ensemble des enseignants. Mais elle n'est obligatoire que pour les enseignants du premier degré à hauteur de 18 heures par an (soit trois jours) intégrées dans le temps du service.

Comme le rappelle la Cour des comptes¹, dans les autres pays de l'OCDE, la formation constitue une obligation ou une condition pour obtenir une promotion. De fait, les enseignants français sont moins nombreux à se former que leurs homologues étrangers et les durées de formation sont plus courtes.

Au cours de ses auditions, votre rapporteure a constaté que le principe d'une formation obligatoire était loin de faire l'unanimité chez les enseignants. Les opposants à son caractère obligatoire font remarquer que les taux de formation dans le second degré (57 % en 2014-2015) - pour lequel elle est facultative - sont légèrement supérieurs à ceux constatés dans le premier degré (54,4 %) alors qu'elle y est obligatoire.

D'autres ont insisté sur l'inadaptation de la formation continue, souvent éloignée des besoins des personnels enseignants, aussi bien au niveau de son contenu que de son format et de ses modalités.

Votre rapporteure estime que la formation devrait être obligatoire, mais qu'elle doit être repensée dans une logique ascendante, en partant des besoins des enseignants. En outre, elle doit être complétée par un accompagnement renforcé des pratiques. S'approprier les acquis de la formation aux usages pédagogiques du numérique et les transférer dans sa pratique professionnelle est un processus de longue haleine, pour lequel l'enseignant a besoin d'être accompagné par un interlocuteur bienveillant pour répondre à ses questions et l'aider à développer son projet pédagogique.

Au cours de son audition, Alain Van Sante, délégué académique au numérique à Rennes, a rappelé que le ministère de l'éducation nationale avait mis en place un réseau de formateurs de proximité, les enseignants référents pour les usages du numérique. En Bretagne, ce réseau est constitué de 30 enseignants qui bénéficient d'une décharge partielle. Toutefois, il a

¹ Rapport public : « Gérer les enseignants autrement », octobre 2017.

jugé ce nombre très insuffisant. Il a également observé que les enseignants référents étaient plutôt spécialisés sur les questions techniques et moins sur les aspects pédagogiques. Enfin, il a regretté qu'aucune formation pédagogique n'ait été prévue dans les lycées en raison de la focalisation du plan numérique pour l'éducation sur les collèges.

c) Une École enfermée dans des carcans trop rigides

La première partie du présent rapport insiste sur les bouleversements apportés par le numérique :

- évolution des compétences nécessaires pour une insertion professionnelle réussie, qui mettent l'accent sur la capacité d'adaptation, l'autonomie, la créativité et l'esprit d'équipe ;
- transformation du rapport au savoir, qui implique des évolutions importantes dans la manière d'enseigner ;
- impérieuse nécessité d'une éducation citoyenne pour favoriser le développement de la capacité de questionnement et de réflexivité et permettre aux élèves de comprendre le monde et d'en décortiquer ses mécanismes et ses logiques sous-jacents.

Comme le rappellent les auteurs du rapport « Vers une société apprenante »¹, l'enjeu majeur de l'École à l'heure du numérique est donc de permettre à tous les élèves d'apprendre à apprendre, à interroger et à interpréter. *« Dans cette perspective, la fonction du maître, du formateur ou de l'éducateur passe du professeur ex cathedra qui transmet un contenu plus ou moins figé de connaissances à celle d'un guide ou d'un mentor qui oriente et accompagne, avec sollicitude, bienveillance et rigueur, le cheminement de l'apprenant et l'aide à progresser ».*

Les outils numériques offrent de nouvelles opportunités d'intensifier le processus de co-construction, de partage et de diffusion des connaissances en favorisant la participation de chacun. Ils permettent la personnalisation et l'autonomie dans les apprentissages, facilitent les interactions et la réflexivité, le retour constructif et les modalités positives et formatives de l'évaluation.

Le numérique est aussi potentiellement porteur de nouvelles manières d'apprendre, à la fois plus personnalisée, plus interactives, plus ludiques et plus inductives. Ces méthodes donnent du sens aux apprentissages en les rendant plus concrets et plus stimulants.

Néanmoins, il n'est pas, en lui-même, facteur d'innovation : il apporte des outils pour mettre en œuvre ces pratiques pédagogiques innovantes. Or, ces dernières représentent une véritable révolution culturelle qui se heurte aux carcans très rigides de l'éducation nationale.

¹ Catherine Becchetti-Bizot, Guillaume Houzel, François Taddei : *Vers une société apprenante ; rapport sur la recherche et développement de l'éducation tout au long de la vie.*

Lors de son audition, Bruno Devauchelle a ainsi souligné que l'obligation pour les enseignants de « *finir le programme* » était difficilement compatible avec la différenciation des apprentissages, permettant à chaque enfant de « *suivre le même chemin que les autres, mais dans une temporalité différente* ».

D'autres personnes auditionnées ont fait remarquer que la pédagogie promue par le numérique exigeait d'installer la bienveillance dans le système éducatif, valeur jusqu'à peu relativement négligée dans le système scolaire, et ce à tous les niveaux :

- au niveau des élèves, dans la mesure où le système éducatif français tend plutôt à organiser une sélection précoce et repose sur une évaluation systématique visant le contrôle de conformité et non la progression individuelle de l'élève ;

- au niveau de l'institution : l'innovation reste suspecte car elle remet en cause les modèles établis ; elle se heurte souvent à de nombreux obstacles (matériels, institutionnels, etc.) que l'enseignant ou l'établissement résout souvent seul. Comme pour les élèves, le droit à l'erreur des enseignants est mal reconnu, ce qui peut inhiber les initiatives. De nombreuses personnes auditionnées ont insisté sur la nécessité de renforcer le travail collectif des enseignants ainsi que l'accompagnement des équipes, notamment à travers une évolution des métiers des inspecteurs.

3. Une efficacité du numérique pour améliorer la réussite scolaire qui reste à démontrer

Lors de son audition, Jean-Michel Fourgous, maire d'Elancourt et auteur du rapport « Réussir l'école numérique »¹ a rappelé que son engagement de longue date en faveur d'une intégration massive du numérique à l'école reposait sur la volonté de lutter contre l'échec scolaire. Il a repris les chiffres avancés dans son rapport qui, « *malheureusement, n'ont pas beaucoup évolué* ».

Au niveau de l'école primaire, 40 % des élèves français ont des lacunes, contre 5 % en Finlande. 20,5 % des élèves quittent l'école sans diplôme de type CAP, BEP ou bac. 20 % des étudiants quittent l'université sans diplôme. 38 % des Français ont redoublé au moins une fois.

L'étude de l'OCDE² confirme les résultats mitigés de la France en matière de performance et d'équité.

¹ Rapport remis en 2010 dans le cadre de sa mission sur la modernisation de l'école numérique à la demande du Premier ministre de l'époque, François Fillon.

² PISA 2015 : les défis du système éducatif français et les bonnes pratiques internationales, 6 décembre 2016.

En ce qui concerne la performance de la France, l'OCDE constate que *« ses résultats à l'enquête OCDE-PISA 2015 en sciences, mathématiques et compréhension de l'écrit sont moyens et ne montrent guère d'amélioration par rapport aux cycles précédents. Le système en France est toujours dichotomique : tenu par ses bons élèves dont la proportion est stable et supérieure à la moyenne des pays OCDE, et se dégradant lentement par le bas, avec une proportion d'élèves en difficulté toujours au-dessus de cette même moyenne OCDE. Ces résultats sont préoccupants tant le système français est plus inégalitaire que la plupart des pays de l'OCDE »*.

En ce qui concerne l'équité, l'OCDE rappelle qu'en France, *« les inégalités dans le niveau de performance des élèves en sciences sont toujours aussi fortes en 2015 qu'en 2006, alors même que l'insertion professionnelle des jeunes les moins qualifiés est difficile. Cette situation est d'autant plus préoccupante que l'une des leçons d'OCDE - PISA 2015 est le **lien étroit entre l'équité et la performance générale du système d'éducation**. En d'autres mots, la capacité d'un système à faire progresser les élèves en difficulté améliore la qualité générale du système et donc sa performance globale. Or, plus on vient d'un milieu défavorisé en France, moins on a de chances de réussir selon l'évaluation PISA 2015. Ce constat est aussi valable pour les élèves de 15 ans issus de l'immigration »*.

L'étude de l'OCDE conclut ainsi : *« Réformer l'École pour concilier excellence et réussite scolaire pour tous est le meilleur moyen de s'attaquer aux inégalités sociales à la racine. Il est également important de souligner que, contrairement aux idées reçues, les premiers bénéficiaires d'une bonne réforme peuvent déjà s'obtenir au bout de quelques années comme le montre les différentes études PISA. Plus encore, dans nombre de pays, les réformes fixant comme priorité la réduction des inégalités sociales n'ont pas conduit à un nivellement par le bas des performances. Bien au contraire, la proportion d'élèves en échec scolaire y a diminué, alors que, dans le même temps, celle des bons élèves y a augmenté »*.

a) Les promesses infinies du numérique...

Votre rapporteure a constaté un réel emballement médiatique sur les nouvelles perspectives qu'est censé offrir le numérique en matière d'apprentissage. Grâce à Internet, les apprenants ont désormais à leur disposition un choix de ressources immense sous des formes très variées : éléments de cours écrits, capsules vidéos, exercices d'application en auto-correction, correction de sujets d'examen, etc.

Deux technologies font l'objet d'un engouement particulier : les CLOM (ou MOOC - *massive online open courses*) et l'analytique de l'apprentissage.

(1) Les CLOM (cours en ligne ouverts et massifs)

Le développement des outils nomades - ordinateurs portables, tablettes et smartphones - fait voler en éclats la frontière entre l'espace et le temps scolaires et non scolaires et permet désormais à chacun de se former quand il veut, où il veut et au rythme qu'il veut. Le succès des CLOM s'explique par la grande autonomie d'apprentissage offerte aux apprenants.

Nés d'une expérimentation au Canada en 2008¹, les CLOM se sont développés à partir de 2012 avec la création de la société Coursera, qui rassemble plus de 400 vidéos de cours d'une centaine d'universités du monde entier. En France, le ministère de la recherche et de l'enseignement supérieur a lancé en octobre 2013 FUN-MOOC qui offre 150 cours en partenariat avec 50 établissements d'enseignement supérieur français et étrangers.

Le principe de fonctionnement des CLOM consiste à diffuser en ligne un ensemble de cours en vidéo à des personnes qui se sont préalablement inscrites. Les enseignements sont complétés par des exercices interactifs corrigés automatiquement (quiz à l'issue du cours) et donnent lieu à des forums permettant d'échanger. L'intervenant propose souvent des ressources (livres, dossiers, sites Internet) qui permettent de compléter le cours par les apprenants.

L'enseignement est segmenté en modules compris entre 10 et 20 minutes. Les cours se déroulent généralement sur plusieurs semaines (un à six mois), selon des intensités variables (une à plusieurs séquences par semaine).

Les CLOM ne permettent pas d'accéder à un diplôme, mais ils peuvent proposer, lorsqu'il est terminé, un examen payant qui, en fonction des notes obtenues, peut déboucher sur un certificat.

Les avantages des CLOM sont de deux ordres.

D'une part, ils offrent une autonomie et une liberté inégalables à l'apprenant. Dès que le cours est commencé, les vidéos sont postées sur YouTube et y restent plusieurs semaines. Elles peuvent être consultées sans limite à tout moment et en tout lieu, ce qui permet à chacun d'étudier à son rythme.

D'autre part, leur gratuité et leur mise en ligne les rend accessibles à un public très large. En 2016, Coursera comptabilisait 20 millions d'élèves et FUN-MOOC revendique un million d'inscrits.

Concrètement, les CLOM répondent donc aux besoins de formation des personnes qui, pour des raisons financières, géographiques, professionnelles, familiales, médicales etc. ne peuvent pas réaliser leur scolarité dans l'établissement. À l'heure actuelle, les CLOM n'offrent pas la possibilité de suivre un cycle d'enseignement sur plusieurs années (licence, BTS, master), même s'ils peuvent être intégrés dans un cycle de formation. Ainsi, lors de son audition, Bénédicte Arnould, directrice adjointe de la formation à l'École nationale d'administration (ENA) a expliqué que deux enseignements étaient désormais réalisés exclusivement en *e-learning*, « Comptabilité et analyse financière » et « Droit et statut de la fonction publique ». Avant la fin de leur scolarité, les élèves doivent valider obligatoirement ces cours qui comportent un contenu pédagogique et des mises en situation à valider.

¹ Cf. François-Xavier Husherr, Cécile Husherr : « Construire le modèle éducatif du 21^e siècle, les promesses de la digitalisation et les nouveaux modes d'apprentissage », 2017, pages 29 et suivantes.

Les CLOM constituent un complément de formation particulièrement apprécié par les entreprises et apportent une souplesse dans l'organisation des formations, qu'elles concernent les étudiants, les enseignants et globalement toutes les personnes susceptibles de se former tout au long de leur vie. Actuellement, ils visent plutôt à traiter un sujet relativement circonscrit et permettent d'apporter un complément de formation, d'élargir la culture générale des apprenants ou de répondre à un besoin professionnel ponctuel.

Il convient de remarquer que les coûts d'élaboration de ces formations en ligne sont très élevés pour les universités : seules celles qui disposent d'une assise financière solide peuvent se lancer dans cette entreprise. Pour l'instant, les établissements d'enseignement supérieur utilisent les CLOM comme un outil de promotion. Ils sont une porte d'entrée pour accéder au marché mondial de l'éducation, accroissent la renommée de l'établissement et permettent d'attirer de nouveaux étudiants.

(2) L'analytique de l'apprentissage

Les progrès en matière d'intelligence artificielle associés à la possibilité de traiter un nombre considérable de données conduisent à l'émergence d'une nouvelle discipline pédagogique jugée très prometteuse : l'analytique de l'apprentissage (*learning analytics*).

L'analytique de l'apprentissage peut être définie comme l'utilisation de données intelligentes, produites par l'apprenant, et de modèles d'analyse pour découvrir des informations et des connexions sociales, et pour prédire et conseiller l'apprentissage.

L'objectif est de suivre et d'analyser toutes les données produites par les apprenants, quel que soit leur contexte de production, dans un objectif de personnalisation et d'adaptation de l'apprentissage à dimension prédictive.

Comme le font remarquer François-Xavier et Catherine Hussherr dans leur ouvrage¹, l'utilisation de l'analytique de l'apprentissage peut être envisagée à deux niveaux :

- **au niveau individuel, la collecte facilitée des données devrait permettre au professeur d'assurer un suivi et, si besoin, une adaptation de son enseignement en temps réel.** Il peut organiser sa classe en conséquence et former des groupes de niveau en fonction des résultats qu'il visualise sur son écran. Le taux d'encadrement effectif augmente donc et les interactions avec les enfants sont plus riches. L'analytique d'apprentissage facilite la détection précoce du risque de décrochage scolaire et autorise la mise en place d'un apprentissage fortement personnalisé ;

¹ Construire le modèle éducatif du 21^e siècle : les promesses de la digitalisation et les nouveaux modes d'apprentissage, 2017.

- au niveau collectif, l'analyse des données collectées sur les élèves et leur apprentissage peut mettre en évidence des blocages liés à la nature de l'enseignement ou au parcours de l'élève et faciliter la restructuration du processus de l'enseignement afin de mieux l'adapter au profil et aux besoins spécifiques de l'élève.

b) ...relativisées par la science

(1) Le mythe de l'apprentissage individuel

Parmi les avantages du numérique cités par les défenseurs d'une utilisation massive de ce dernier pour l'apprentissage figure l'autonomie de l'individu, non seulement dans l'organisation de son temps de travail, mais également dans sa manière de travailler.

Toutefois, cette autonomie est à double tranchant, comme en témoignent les taux d'abandon très élevés (entre 90 et 97 %) des formations par CLOM.

Comme l'a rappelé Sandra Enlart, chercheure associée en sciences de l'éducation à l'université de Paris Ouest Nanterre la Défense, au cours de son audition, la devise « *Apprendre quand je veux, où je veux, comme je veux* » donne l'impression que l'apprentissage n'est qu'une affaire de volonté personnelle. Certes, les dispositifs numériques peuvent casser la référence scolaire et permettre une autre forme de relation au fait d'apprendre, mais **l'apprentissage reste plus difficile pour ceux qui ne sont pas à l'aise dans le rapport au savoir**. En effet, le Web est peu structuré, il est éclaté en différents sites, rubriques, catégories. Pour que ce savoir prenne sens et devienne occasion d'apprentissage, il faut être capable de se repérer et de retracer des liens implicites.

Cet exercice de catégorisation et de mise en liens nécessite d'avoir intériorisé une « carte mentale » pour situer les savoirs les uns par rapport aux autres et être en mesure de transformer les informations disponibles sur le Web en connaissances.

Par conséquent, « *ceux qui ont le plus besoin d'apprendre en dehors de l'école sont ceux qui peuvent le moins le faire sur Internet* ».

Selon Sandra Enlart, **quatre conditions sont nécessaires afin de pouvoir apprendre sur Internet** :

- donner aux apprenants les clés nécessaires pour intégrer de nouveaux savoirs et ne pas faire comme si l'apprentissage numérique était une simple affaire de motivation ou de volonté. Concrètement : il faut par exemple **savoir chercher** ;

- **assurer la présence d'un pédagogue** pour les accompagner dans leur apprentissage ;

- **encourager l'alternance entre l'apprentissage de connaissances et leur mise en pratique** dans le monde réel ;

- **donner une valeur sociale à ces apprentissages** afin d'améliorer l'estime de soi des apprenants et de les valoriser.

(2) Les travaux sur la plus-value des évolutions technologiques

Dans un livre récent¹, les chercheurs Franck Amadiou et André Tricot se sont interrogés sur la plus-value des évolutions technologiques et pédagogiques. Ils sont partis de huit assertions (les technologies motivent pour apprendre, on apprend mieux en jouant grâce au numérique, etc.) qu'ils ont passé au crible de l'analyse scientifique, en réalisant une revue des résultats de recherche existant sur ces sujets.

À propos du mythe des technologies qui motivent pour apprendre, ils font remarquer que la motivation concerne plus l'outil et son usage que la tâche d'apprentissage à proprement parler. En outre, ils insistent sur le fait qu'il ne faut pas confondre préférence et performance. Ainsi, les apprenants perçoivent les tablettes comme plus efficaces même lorsqu'il est démontré scientifiquement qu'elles n'ont pas de plus-value à l'apprentissage. Ils en concluent que technologie, motivation et performance n'ont pas de lien évident.

Concernant le **mythe selon lequel on apprend mieux en jouant grâce au numérique**, ils constatent que les jeux sérieux constituent un moyen parmi d'autres de rendre les apprenants actifs, ce qui est particulièrement important dans le cadre de l'apprentissage de savoir-faire. Néanmoins, ils rappellent l'**extrême difficulté de concevoir une situation dans laquelle les élèves apprennent en jouant**. Comme ils font remarquer, « *jouer à un jeu apprend à jouer à ce jeu et crée peu de transfert de connaissances ou de compétences vers d'autres domaines* ». Les jeux ne sont donc porteurs d'apprentissage que si le scénario a été conçu afin qu'une utilisation détournée du jeu permette un apprentissage autre que celui du jeu.

Les chercheurs décortiquent également le **mythe du numérique qui favorise l'autonomie des apprenants**. Selon eux, un apprentissage auto-régulé implique que l'apprenant décide quels concepts étudier, quelles ressources consulter, quelles activités mener, etc. Les apprenants qui sont performants dans les apprentissages en ligne sont donc les mêmes qui sont compétents dans les apprentissages auto-régulés. En réalité, **l'autonomie n'est pas la résultante d'un apprentissage avec les technologies, mais bien une compétence nécessaire à la conduite d'enseignements auto-régulés**.

À propos du mythe selon lequel le numérique permet un apprentissage actif, les chercheurs estiment que l'interactivité des contenus est souvent insuffisante pour permettre un apprentissage actif. En réalité, le caractère actif de l'apprentissage par le numérique dépend du scénario pédagogique retenu et de sa capacité à impliquer la nécessité de faire des hypothèses ou de faire des inférences.

¹ « Apprendre avec le numérique : mythes et réalités » ; 2014.

Concernant le mythe selon lequel les vidéos et les informations dynamiques favorisent l'apprentissage, les chercheurs constatent que certains travaux montrent que les habiletés spatiales et de raisonnement mécanique des apprenants peuvent être améliorées par une animation. De même, la présentation animée d'informations elles-mêmes dynamiques serait efficace à condition de respecter trois conditions :

- animer l'essentiel et non pas les détails ;
- limiter le nombre d'informations à maintenir en mémoire pendant le visionnage ;
- segmenter les animations par des pauses permettant de structurer le processus d'apprentissage.

Les chercheurs se sont également intéressés au **mythe de l'adaptation de l'apprentissage aux élèves grâce au numérique**. Ils ont constaté que la mise en œuvre d'une telle stratégie était à la fois très complexe et coûteuse. En effet, pour créer des tuteurs intelligents, il faut élaborer un modèle de l'élève (pour interpréter ce que fait un élève), un modèle de la discipline enseignée (avec une description informatique exhaustive et structurée des connaissances dans la discipline) et un modèle de l'enseignement (description de la façon dont on enseigne la discipline et dont on régule cet enseignement en fonction de la façon dont tous les élèves possibles apprennent). Devant la grande difficulté d'élaborer des modèles et de les faire interagir entre eux, les industriels ont développé à l'heure actuelle des dispositifs plus modestes dans le domaine de l'évaluation fermée et sommaire¹ et de la recherche d'aide à l'apprentissage, qui sont néanmoins très prometteurs.

Exemple de tuteur intelligent : espace Maths

Espace maths est un système pour l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. Il propose aux élèves des exercices puis des corrections adaptées aux erreurs spécifiques de chacun, une aide adaptée à ses erreurs et des activités de rattrapage et d'approfondissement, toujours en fonction de ses erreurs.

Il propose également pour l'enseignant, des rapports d'activité de chaque élève, avec une liste détaillée des activités réalisées par enfant, des statistiques au niveau de la classe et au niveau de chaque élève, ainsi qu'un état des problèmes graves rencontrés par élève et par thème.

La dimension adaptative du système consiste, quand l'élève rencontre une difficulté ou fait une erreur, à lui proposer un message le guidant vers la solution. Si l'élève ne parvient pas à résoudre le problème malgré cette aide, le système indique la solution. Le système analyse alors vers quelle activité renvoyer l'élève pour ce dernier puisse surmonter sa difficulté.

Source : Franck Amadieu et André Tricot, Apprendre avec le numérique : mythes et réalités, 2014

¹ Le système propose à l'élève un retour sur sa réponse, mais à condition que la question soit relativement fermée, que les réponses possibles soient en nombre limité et identifiées à l'avance.

Concernant la capacité du numérique de s'adapter aux besoins particuliers des apprenants, les chercheurs ont repéré deux domaines prometteurs pour permettre à des élèves porteurs d'un handicap ou de troubles « dys »¹ de bénéficier du numérique dans leur apprentissage :

- le domaine de l'interaction entre l'humain et la machine, centré sur les handicaps moteurs et sensoriels et le développement de technologies qui compensent ou contournent ces handicaps ;

- le domaine de l'informatique pédagogique centré sur les troubles de l'apprentissage afin d'améliorer les apprentissages et de compenser les troubles.

Ils ont jugé les résultats obtenus très encourageants quelle que soit la stratégie utilisée : compensation, contournement et rééducation.

Enfin, à propos du **mythe selon lequel la lecture sur écran réduit les compétences de lecture et les capacités attentionnelles des jeunes**, les chercheurs ont constaté que les écrans rétro-éclairés fatiguent les yeux. En revanche, non seulement le numérique ne réduit pas les compétences de lecture, mais il conduit les apprenants à développer de nouvelles pratiques de lecture et d'étude qui impliquent de nouvelles compétences, telles que la construction de sens à partir de documents multiples et la représentation de la tâche à effectuer.

Alors que les positions sur l'utilité du numérique dans les apprentissages oscillent entre diabolisation et idéalisation, votre rapporteure estime important de s'appuyer sur des résultats scientifiques pour évaluer, de manière objective, les apports du numérique. À cet égard, l'étude qui vient d'être présentée permet de remettre le numérique à sa place : si les opportunités qu'il offre ne doivent pas être sous-évaluées, il ne faut pas oublier qu'il n'est qu'un outil au service de la pédagogie.

c) Une efficacité du numérique inégale selon les objectifs poursuivis

(1) Les effets limités du numérique sur la réussite scolaire

Plusieurs études montrent l'absence de corrélation entre un usage intensif du numérique et de bons résultats en matière de réussite scolaire.

Le rapport PISA de 2015² pose le constat suivant : les élèves utilisant modérément les ordinateurs à l'école ont tendance à obtenir des résultats scolaires légèrement meilleurs que ceux ne les utilisant que rarement. En revanche, les élèves utilisant très souvent les ordinateurs à l'école obtiennent des résultats bien inférieurs dans la plupart des domaines d'apprentissage, même après contrôle de leurs caractéristiques socio-démographiques.

¹ Dyslexie, dysphasie, dyspraxie, trouble de l'attention.

² OCDE (Programme international pour le suivi des acquis des élèves): « Connectés pour mieux apprendre ? Les élèves et les nouvelles technologies : principaux résultats ».

En outre, selon les résultats de l'enquête PISA, les pays qui ont consenti d'importants investissements dans les TIC dans le domaine de l'éducation n'ont enregistré aucune amélioration notable des résultats de leurs élèves en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences. **Au contraire, dans les pays où il est plus courant pour les élèves d'utiliser Internet à l'école dans le cadre du travail scolaire, leur performance en compréhension de l'écrit a reculé entre 2000 et 2012, en moyenne.**

Enfin, les nouvelles technologies n'apparaissent pas d'un grand secours pour combler les écarts de compétences entre élèves favorisés et défavorisés.

Plusieurs raisons ont été avancées par les personnes auditionnées pour expliquer ces résultats décevants.

Certains ont mis en avant les délais entre la mise en œuvre de nouvelles pratiques et l'obtention de résultats.

D'autres ont insisté sur le fait que le numérique s'était déployé dans le système éducatif, mais que les usages étaient restés traditionnels et n'avaient pas introduit de changement dans les façons d'enseigner et d'apprendre. Selon Alain Jaillet, directeur de TechEduLab, le numérique tend même à conforter des pratiques peu intéressantes. C'est le cas du tableau numérique interactif, qui renforce la posture magistrale de l'enseignant lorsqu'il est utilisé pour diffuser un power point.

Le décalage entre l'équipement des établissements scolaires et la mise en œuvre de nouveaux usages a reçu plusieurs explications : les compétences variables des enseignants en matière de numérique, l'insuffisante préparation pédagogique pour une intégration pertinente du numérique dans les programmes en raison de l'absence de formation, l'isolement des équipes pédagogiques qui ont développé des pratiques numériques innovantes et le faible soutien de la part de leurs supérieurs hiérarchiques, le renouvellement des équipes enseignantes qui fragilise la pérennisation des projets, l'injonction descendante d'utiliser le numérique qui crispe la communauté enseignante.

(2) Des résultats incontestés pour surmonter les handicaps

Il existe néanmoins un domaine dans lequel le numérique joue un rôle fondamental et incontestable : l'apprentissage et la scolarité des élèves à besoins particuliers.

La loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées a permis des avancées majeures dans la politique de scolarisation des élèves en situation de handicap en réaffirmant les principes d'accessibilité (accès à tout pour tous) et de compensation (mesures individuelles rétablissant l'égalité des droits et des chances). Il s'agit d'un changement de paradigme important. Avant cette loi les enfants handicapés devaient prouver qu'ils étaient scolarisables. Désormais, la scolarisation dans l'établissement de

référence est un droit et c'est à l'institution à mettre en place les adaptations nécessaires pour que cette scolarisation devienne possible.

Depuis 2006, le nombre d'élèves en situation de handicap scolarisés en milieu ordinaire a plus que doublé avec près de 305 000 élèves à la rentrée 2017, ce qui représente plus de 25 % d'élèves supplémentaires depuis 2012. Ce nombre continue d'augmenter chaque année de plus de 10 % environ. En 2017, 23 300 étudiants en situation de handicap ont contacté les dispositifs handicap des universités et ce nombre augmente de 13 % chaque année.

C'est dans ce contexte que le ministère de l'éducation nationale mène une politique de soutien et de diffusion à la production et au **développement des usages de ressources pédagogiques numériques spécifiques afin de proposer un contenu adapté et des solutions novatrices pour les enfants porteurs de handicap ou de troubles de l'apprentissage.**

Le numérique permet en effet d'offrir des réponses particulièrement pertinentes aux besoins de la plupart des élèves en situation de handicap : les contenus peuvent, *via* des traitements informatiques appropriés, être aisément adaptés.

Par exemple, les logiciels bureautiques permettent de paramétrer la présentation du texte en utilisant une police sans empattement (sans serif) convenant aux élèves porteurs de troubles « dys ».

Un effort particulier a été consacré au développement de ressources destinées aux élèves sourds et malentendants, en cohérence avec la politique mise en place pour ces publics : publication des programmes d'enseignement de la LSF (langue des signes française), mise en place progressive dans les académies des pôles pour l'accompagnement à la scolarisation des élèves sourds (PASS) et création du CAPES de LSF.

De nombreuses ressources ont également été développées pour adapter l'apprentissage aux besoins des élèves souffrant de troubles visuels : élaboration d'un logiciel libre de transcription et de détranscription en braille, conçu de manière à permettre à un utilisateur novice de produire facilement et rapidement des transcriptions sans qu'il ait pour autant besoin de connaître le braille ; développement d'outils Web pour la mutualisation de documents adaptés à des élèves ou étudiants déficients visuels.

De nouveaux projets ont pour ambition de fournir aux élèves porteurs de « dys » des ressources accessibles ou des outils sur supports mobiles. Enfin, une plateforme permet de prendre en compte les besoins particuliers des élèves victimes d'accident vasculaire cérébral ou de traumatismes crâniens.

C. LES CONDITIONS NÉCESSAIRES POUR METTRE LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DE LA RÉUSSITE SCOLAIRE

1. La pédagogie au cœur du projet numérique

Votre rapporteure souhaite rappeler avec force ce qui a été démontré précédemment et rappelé par toutes les personnes auditionnées : le numérique n'est qu'un outil au service de la pédagogie.

La formule de Bruno Devauchelle utilisées lors de son audition est explicite : « *il n'a pas de pédagogie numérique, il n'y a que de la pédagogie qui « embarque » du numérique* ».

Le numérique n'est pas une finalité en soi, il constitue simplement un vecteur au service des apprentissages qui permet de démultiplier les potentialités d'une pédagogie innovante. Comme l'a rappelé Stephan Vincent-Lancrin, analyste senior et sous-chef de la division « Innovation et mesure du progrès » à l'OCDE : « *si la technologie permet d'optimiser un enseignement d'excellente qualité, elle ne peut pallier un enseignement de piètre qualité.* »

Dans le cadre du présent rapport, il a déjà été donné l'occasion de présenter les principes et valeurs de cette nouvelle pédagogie à privilégier au sein des établissements scolaires et qui peuvent se résumer de la manière suivante :

- une pédagogie qui valorise le travail coopératif et collaboratif ;
- une pédagogie qui donne du sens à l'apprentissage à travers l'élaboration d'un projet ou la mise en pratique de connaissances théoriques ;
- une pédagogie dans laquelle l'apprenant est acteur de son apprentissage, renforce son autonomie et sa créativité ;
- une pédagogie dans laquelle l'erreur constitue une étape normale et nécessaire dans le processus d'apprentissage ;
- une pédagogie qui privilégie l'évaluation dans laquelle la progression des apprentissages de chaque élève est mesurée par rapport à lui-même, au contraire de l'évaluation normative, dans laquelle prédomine la logique de classement et de comparaison des uns par rapport aux autres ;
- une pédagogie qui encourage l'acquisition de compétences ;
- une pédagogie qui favorise l'individualisation de l'enseignement ;
- une pédagogie qui favorise l'interdisciplinarité.

Au total, tous les partisans d'une plus grande intégration du numérique à l'École défendent avant tout un renouveau de la pédagogie.

Selon Jean-Michel Fourgous, les causes principales de l'échec scolaire résident dans le manque de confiance en soi et le manque de motivation, d'où l'importance de l'individualisation de l'enseignement et d'une pédagogie de projet pour y remédier.

Lors de son audition, Philippe Watrelot, ancien président du conseil national de l'innovation pour la réussite éducative, a insisté sur l'importance de la **pédagogie de la coopération facilitée par le numérique**, qui permet à tous les enfants, et donc notamment à ceux rencontrant des difficultés, de développer l'estime de soi et une véritable envie d'apprendre et de comprendre.

François Taddei, directeur du Centre de recherches interdisciplinaires (CRI) a fait observer que le numérique permettait **une évaluation neutre**, notamment à travers les exercices d'autoévaluation. Or, une évaluation qui valorise et qui est au service des apprentissages plutôt qu'un outil de sélection **encourage l'estime de soi, la prise de conscience de ses capacités, le bien-être**, autant de facteurs importants pour faire réussir tous les élèves.

André Tricot, professeur de psychologie, a expliqué : *« si l'école existe, c'est parce qu'il y a des thèmes qui ne sont pas motivants. L'école est nécessaire lorsque la dynamique adaptative ne suffit plus. Elle est le lieu des apprentissages non naturels. Le génie des enseignants, c'est de rendre motivants des sujets qui a priori ne le sont pas »*.

Il convient donc de valoriser l'ingénierie pédagogique, afin de mieux comprendre le processus par lequel l'enseignant perçoit son intervention, la met en œuvre, évalue les connaissances acquises et les capacités de développement de l'apprenant.

2. La formation et l'accompagnement aux usages pédagogiques du numérique

Votre rapporteure a déjà eu l'occasion de présenter les lacunes du système actuel de formation initiale qui ne donne pas aux professeurs-stagiaires l'occasion d'engager une démarche réflexive sur leur métier et les pédagogies les plus adaptées à mettre en œuvre. De même, leur formation aux outils numériques et à leurs usages pédagogiques reste très lacunaire.

Plusieurs personnes auditionnées ont fait référence au **principe d'isomorphisme** selon lequel « on enseigne comme on a été formé ». Comme l'a expliqué Philippe Watrelot : *« si dans les ÉSPÉ, on enseigne de manière frontale avec un cours magistral, le futur enseignant répétera cette méthode. Si l'on veut que le métier change, il ne faut pas seulement enseigner la pédagogie, il faut la faire vivre en ayant des dispositifs de formation qui mettent les stagiaires en situation d'activité. C'est parce qu'ils l'auront vécu dans leur formation qu'ils seront mieux convaincus de leur transférabilité dans leur propre enseignement »*. Or, de l'avis de la plupart des personnes auditionnées, **les formations assurées dans les ÉSPÉ restent très traditionnelles et ces dernières sont impliqués de manière très inégale dans la promotion et l'expérimentation de pédagogies innovantes permises par le numérique**.

Parmi les raisons avancées pour expliquer le conservatisme des ÉSPÉ figure le **profil des formateurs qui y enseignent**. Trop nombreux sont les formateurs qui n'ont plus été confrontés à des classes depuis des années. Il est donc indispensable d'encourager soit les temps partagés, soit des allers-retours réguliers entre les métiers d'enseignant et de formateur. **Garder le contact avec le terrain est fondamental pour comprendre l'indispensable adaptation de la pédagogie aux évolutions des élèves et aux enjeux générés par l'essor du numérique**. Le contact régulier avec une classe renforce la crédibilité des formateurs, mais également la modestie inhérente à toute démarche de formation. Il permet également de prévenir tout dogmatisme.

Jean-Michel Blanquer, ministre de l'éducation nationale, et Frédérique Vidal, ministre de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, ont, à cet égard, confié à la fin du mois d'avril 2018 une mission sur les ÉSPÉ et sur la formation des enseignants à Monique Ronzeau et Bernard Saint-Girons. Ils ont expliqué que l'un des enjeux auxquels étaient confrontés les ÉSPÉ était de garantir la présence de « *praticiens qui continuent à être devant les élèves et peuvent transmettre aux professeurs un savoir-faire régénéré* ».

La commission de la culture, de l'éducation et de la communication du Sénat a également engagé, en février dernier, un travail sur le métier d'enseignant, piloté par nos collègues Max Brisson et Françoise Laborde, qui rendra ses conclusions dans le courant du mois de juillet prochain.

Sans préjuger des recommandations qui seront faites, il apparaît indispensable de **pré-professionnaliser les trois années de licence**¹ avec des stages dès les deux premières années universitaires, de **renforcer les connaissances dans les disciplines avant le master 1** et d'**avancer le passage du concours avant l'entrée en master**. Ainsi, les deux années de master correspondraient à deux années réelles de formation, pendant lesquelles **l'accent serait mis sur des enseignements plus transversaux et tournés vers la pratique** (la pédagogie de projet, les usages pédagogiques des outils numérique, apprendre à travailler avec les parents, etc.).

Une alternative consisterait à soumettre les étudiants plus en amont (pendant les trois années de licence) aux enseignements communs afin qu'ils puissent en tirer davantage profit.

De même, les concours de recrutement devraient être modifiés afin de comporter une épreuve liée à l'usage pédagogique des outils numériques.

¹ Actuellement, seule la dernière année de licence fait parfois l'objet d'un module de préprofessionnalisation aux métiers d'enseignant.

Plusieurs personnes auditionnées ont souligné des avancées encourageantes. Lors des trois derniers concours pour le CAPES¹ de professeur documentaliste, les sujets d'épreuve étaient liés à Internet.

Par ailleurs, depuis juin 2017, au CAPES mathématiques, les étudiants peuvent présenter une option « informatique ». L'année dernière, 1 040 candidats ont choisi cette option sur un total de 5 248 inscrits et 102 ont été admis sur les 1 066 admis au total.

Votre rapporteure se félicite de cette évolution qui vise à tenir compte de l'évolution des compétences exigées dans les concours de recrutement des enseignants. Elle rappelle que **la formation des professeurs des écoles et des professeurs du second degré aux langages informatiques constitue un enjeu majeur** : à l'école primaire ainsi qu'au collège, la programmation fait désormais partie du socle commun de connaissances, de compétences et de culture et est obligatoire. Si elle est facultative au lycée, elle exige toutefois également une formation appropriée des professeurs de mathématiques.

Au-delà de la formation initiale, l'intégration réussie du numérique à l'école nécessite un accompagnement des enseignants au quotidien.

Comme le rappelle le conseil national de l'innovation pour la réussite éducative², *« l'innovation et sa consolidation demandent un renforcement des accompagnements. Innover comme apprendre sont toujours des processus de changement : ils consistent à changer des pratiques mais aussi à se changer et à changer son rapport au monde. Comme partout où ils s'opèrent, ces processus demandent des soutiens et des supports. Ceux-ci ne doivent pas simplement apporter des ressources, mais plus encore, doivent valider les différentes étapes du changement et les reconnaître ou les légitimer »*.

Cet **accompagnement** comporte deux dimensions :

- **il est d'abord un soutien matériel et intellectuel**. C'est par exemple le **rôle des CARDIE**³, qui viennent en soutien et en impulsion des équipes et des enseignants qui expérimentent des réponses à des problématiques du terrain, ou des **référents pour les ressources et les usages pédagogiques du numérique**, qui accompagnent les enseignants des collèges et des lycées afin qu'ils utilisent toutes les potentialités des outils et des ressources numériques ;

- il est également synonyme de **reconnaissance et de valorisation des projets initiés**. À cet égard, de nombreuses personnes auditionnées ont souligné l'importance d'un encadrement bienveillant pour la réussite des initiatives innovantes et d'une évaluation constructive.

¹ Certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement du second degré.

² « Pour une école innovante » : synthèse des travaux du conseil national de l'innovation pour la réussite éducative, 2013-2014.

³ Cellules académiques pour la recherche, le développement, l'innovation et l'expérimentation.

Les chefs d'établissement ont donc un rôle fondamental à jouer pour favoriser les pratiques innovantes, stimuler le travail d'équipe et accompagner les apprentissages collectifs. Ils ont le pouvoir de créer un climat positif dans leur établissement, qui encourage la confiance, la prise d'initiative et l'investissement des enseignants et facilite le travail collaboratif.

De même, les **membres des corps d'inspection doivent élargir les critères d'évaluation des professeurs.** L'enseignant ne peut plus être jugé uniquement en situation « seul face à la classe » dans la discipline où il enseigne. D'autres aspects sont à prendre en compte tels que son rôle dans une équipe pédagogique, sa capacité à porter des projets qui placent les élèves en situation contributive ou coopérative ou encore sa capacité à partager des supports de cours sur un mode ouvert. **Le rôle même des inspecteurs mériterait d'évoluer vers celui de conseiller qui aide, encourage, motive et oriente les enseignants dans leurs pratiques pédagogiques.**

3. L'établissement comme échelon pour l'innovation numérique

Il ressort des remarques précédentes que le **succès de l'intégration du numérique à l'École repose sur une démarche ascendante, qui part des pratiques quotidiennes des enseignants** et arrête avec eux une stratégie numérique adaptée au contexte de l'établissement et les besoins en formation correspondants.

Comme le fait remarquer le conseil national de l'innovation pour la réussite éducative¹, la conduite du changement doit se faire au plus près du terrain, dans une logique de réseau et en privilégiant les changements à bas bruit s'appuyant sur l'existant et les pratiques réelles plutôt que sur un modèle idéal et culpabilisant.

Le chemin est donc étroit entre la reconnaissance nécessaire à apporter aux enseignants qui développent des pratiques numériques originales et la survalorisation de l'innovation qui peut être inhibitoire et constituer un obstacle à la généralisation des pratiques.

Selon Bruno Devauchelle, il existe **deux sortes de comportement** chez les enseignants qui maîtrisent le numérique :

- le **champion**, très à l'aise dans sa pratique, qui met en place un usage pédagogique du numérique particulièrement sophistiqué mais qui reste relativement isolé dans sa démarche **et ne souhaite pas forcément sa diffusion et sa généralisation** ;

- celui dont le projet numérique est peut-être moins ambitieux, mais qui explique et partage ses pratiques avec les autres enseignants.

¹ « Innover pour une école plus juste et plus efficace », 2017.

Lors de son audition, Pascal Plantard, professeur des universités en sciences de l'éducation, a estimé qu'« *il faut dépasser le seuil de 30 % d'utilisateurs dans l'équipe pédagogique afin que l'innovation pédagogique s'installe* ». On voit donc l'intérêt à encourager les pratiques qui peuvent faire tâche d'huile au niveau de l'établissement.

4. L'équipement

Le plan numérique pour l'éducation s'est accompagné d'un investissement massif dans l'équipement informatique des collèges de la part de l'État et des collectivités territoriales.

Trois modèles étaient possibles, avec leurs avantages et leurs inconvénients :

- **l'investissement dans les équipements individuels mobiles (EIM)**, qui permet une massification rapide des usages, mais entraîne des coûts financiers importants ;

- **le développement des « classes mobiles »**, composées d'ordinateurs portables ou de tablettes (une dizaine environ) et d'un raccordement au réseau de l'établissement soit au moyen d'une borne Wi-Fi, soit en filaire. Grâce à ce dispositif, les élèves peuvent travailler sur ordinateur dans une salle classique et disposer des mêmes ressources qu'en salle multimédia. Les classes mobiles encouragent les usages spécifiques et progressifs du numérique à un coût budgétaire modéré. Aussi bien dans le cas des EIM que des classes mobiles, la gestion et le contrôle de la classe ainsi que la gestion technique des équipements déployés sont un prérequis. Par conséquent, les départements ayant réalisé ces investissements ont souvent acquis également un logiciel de gestion de classe mis à la disposition des enseignants et ont mis en place un dispositif de gestion du service mobile pour piloter la flotte d'équipements mobiles ;

- **l'utilisation de l'outil informatique de l'élève (projet BYOD)**. Cette solution technique présente l'avantage de faire porter le coût d'investissement sur les parents d'élèves. En outre, elle supprime tous les inconvénients liés à la gestion des matériels (panne, renouvellement de la flotte, etc.) Elle soulève certaines questions de sécurité (notamment en ce qui concerne l'accès au réseau de l'établissement et le blocage d'URL non pertinents) et d'accès aux ressources pédagogiques au regard de la diversité des formats de ressources numériques disponibles et des fonctionnalités très différentes entre les appareils mobiles existants sur le marché.

Au cours de la dernière législature, le gouvernement a souhaité donner la priorité à l'équipement individuel de tous les élèves. Dans les faits, de nombreux départements, initialement lancés dans le déploiement d'équipements individualisés, sont revenus sur cette politique et privilégient désormais les classes mobiles à la suite d'études montrant la

sous-utilisation des tablettes ou des ordinateurs portables en classe et une utilisation essentiellement ludique par les élèves en dehors des établissements scolaires.

Par ailleurs, un certain nombre d'établissements testent la faisabilité d'un modèle dans lequel l'élève travaillerait avec son équipement personnel. De nombreuses personnes auditionnées ont estimé que cette solution s'imposerait *de facto*, à la fois pour des raisons de coût, mais également pour des raisons pratiques : 86 % des 12-17 ans disposent d'un smartphone qu'ils ont toujours à portée de main ! Lors de son audition, David Knecht, directeur de cabinet du ministre de l'éducation nationale, a confirmé que cette voie était privilégiée par l'actuel gouvernement.

Toutefois, en l'état actuel de la législation, l'utilisation d'un téléphone portable même à des fins pédagogiques est interdite. L'article L. 511-5 du code de l'éducation¹ dispose que « *dans les écoles maternelles, les écoles élémentaires et les collèges, l'utilisation durant toute activité d'enseignement et dans les lieux prévus par le règlement intérieur, par un élève, d'un téléphone mobile est interdite* ».

Avec l'accord du gouvernement, une proposition de loi² a été adoptée le 7 juin dernier à l'Assemblée nationale visant à interdire l'utilisation d'un téléphone mobile par un élève dans les écoles maternelles, les écoles élémentaires et les collèges, « *à l'exception des lieux où, dans les conditions qu'il précise, le règlement intérieur l'autorise expressément* ».

Cette proposition permettra de faciliter l'usage du téléphone mobile pendant les activités d'enseignement. En revanche, la portée pédagogique de cette disposition ne pourra être atteinte que si les modifications du règlement intérieur exigées par la loi font l'objet au préalable d'un large débat sur les risques et opportunités du portable auquel participeraient non seulement le personnel enseignant, mais également les élèves et leurs parents.

Au-delà des équipements numériques mobiles, certains obstacles récurrents freinent le développement du numérique à l'école, tels que l'accès à une connexion Internet à haut débit ou encore la compatibilité des équipements d'un établissement à l'autre, voire entre les équipements d'un même établissement.

Enfin, selon les représentants des collectivités territoriales auditionnées, en dépit des progrès constatés, la **coopération entre les départements et l'État pourrait encore être améliorée**. Ainsi, les départements ont mis en œuvre des politiques numériques éducatives basées essentiellement sur le déploiement d'équipements (ordinateurs, tablettes, infrastructure réseau), sans pouvoir s'assurer que les investissements menés

¹ Issu de l'article 183 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.

² Proposition de loi n°941 relative à l'interdiction de l'usage du téléphone portable dans les écoles et les collèges.

touchaient leur cible en termes d'usages. Ils ont notamment déploré ne pas disposer d'informations précises sur l'utilisation des équipements qui ont été acquis par les collectivités territoriales.

Votre rapporteure souhaite donc reprendre à son compte les revendications des collectivités territoriales suivantes :

- **la mise en place d'une véritable instance de pilotage permettant de conduire la nécessaire collaboration entre le département et les services de l'État ;**
- **l'identification par le rectorat des usages actuels et l'évaluation des besoins futurs des établissements afin de permettre aux départements de planifier leurs investissements ;**
- **l'amélioration de la formation des utilisateurs, et en particulier des enseignants, afin de rationaliser les investissements et diminuer les coûts de maintenance de niveau 1 ;**
- **la publication d'indications précises sur les impacts des services et équipements financés par les collectivités territoriales ainsi qu'une évaluation de leurs effets sur les accès et les usages.**

5. La nécessité de prendre en compte les résultats scientifiques

De nombreuses personnes auditionnées ont souligné que le numérique polarisait les opinions, notamment en matière d'éducation, entre ceux qui voient dans le numérique un remède à l'ensemble des maux du système éducatif français et ceux pour lesquels le numérique est au mieux au gadget, au pire un outil néfaste qui détourne l'attention des élèves et les empêche de réfléchir.

La communauté des enseignants, mais également les parents, les élèves et les hommes et femmes politiques ont des idées très arrêtées s'agissant de l'impact du numérique sur les apprentissages, qui relèvent néanmoins souvent plus d'une conviction, voire d'une idéologie, que d'une opinion étayée par des preuves scientifiques.

Les différents plans pour inciter l'intégration du numérique à l'école peuvent faire l'objet d'une critique similaire. Les pouvoirs publics se lancent dans des investissements considérables sans connaître réellement l'efficacité de leurs actions sur la modification des enseignements, la qualité des apprentissages ou encore la lutte contre les inégalités.

À l'occasion de son déplacement à l'université de Cergy-Pontoise, votre rapporteure a rencontré Alain Jaillet, directeur de TechEduLab, qui a rappelé que *« l'impact sur les résultats scolaires est inversement proportionnel à l'augmentation des moyens »*.

Il apparaît donc indispensable d'**appuyer les choix réalisés en matière d'éducation sur les résultats de la recherche** pour améliorer leur efficacité **plutôt que de céder à des effets de mode**, souvent cycliques, qui s'avèrent au mieux peu efficaces, au pire contreproductifs.

Certaines personnes interrogées ont regretté que l'éducation ne constitue pas un thème prioritaire de recherche. Ainsi, François Taddei a estimé que la recherche en éducation était faiblement financée et structurée en France. Actuellement, 1 500 scientifiques travailleraient dans ce secteur, ce qui représente un effort entre vingt à trente fois inférieur à celui consenti pour la santé.

Pour être efficace, la recherche en éducation doit également faire collaborer plusieurs disciplines scientifiques : sciences humaines et sociales, philosophie, mais également les sciences de la vie (neurosciences), les mathématiques appliquées, les sciences de l'information, etc.

Votre rapporteure souhaite enfin insister sur la nécessité d'une évaluation systématique et rigoureuse des politiques publiques en matière d'éducation numérique.

Certains programmes de recherche ont déjà été évoqués dans le présent rapport. Il s'agit notamment des 20 projets e-FRAN lancés en 2015, dont le but est d'avoir une connaissance fine des apports du numérique en classe et de mesurer l'efficacité des outils numériques à des fins d'apprentissage (lecture, calcul, etc.).

De même, le projet Profan, qui implique 80 lycées professionnels, met en place une cohorte de 20 000 élèves afin de connaître, à long terme, les effets des nouveaux contextes d'enseignement et d'apprentissage sur l'acquisition par les élèves de nouvelles compétences et leur intégration sur le marché de l'emploi de demain.

Selon les informations obtenues par votre rapporteure, un rapport d'étape devrait être publié à l'automne 2018 sur les résultats d'e-FRAN et de Profan afin de donner les premières orientations.

Il faut également citer l'enquête menée par la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP) au ministère de l'éducation nationale visant à évaluer dans quelle mesure le numérique modifie les enseignements et si les apprentissages sont améliorés par l'usage du numérique à l'école. Elle devrait rendre ses conclusions dans trois à quatre ans.

III. RÉUSSIR LA DIGITALISATION DE L'ÉCONOMIE : LES ENJEUX DE LA FORMATION INITIALE ET DE LA FORMATION CONTINUE

A. LES CONDITIONS DE RÉUSSITE DE LA DIGITALISATION

1. La transformation managériale

La digitalisation n'est pas uniquement un projet technologique. Pour être effective, elle doit aboutir à une modification en profondeur de l'organisation des entreprises. À l'approche traditionnelle « en cascade » qui favorise la multiplication des niveaux hiérarchiques doit succéder une organisation plus horizontale et plus agile, dans laquelle l'information diffuse instantanément et de manière générale.

Lors de son audition, Tahar Melliti, directeur général d'Alliance des industries du futur, a souligné le rôle fondamental des managers, notamment des managers intermédiaires. Ils sont les accompagnateurs privilégiés des salariés dans leur appropriation des technologies et doivent les rassurer sur leur valeur. Ce sont eux qui ont vocation à assurer l'appropriation et la diffusion au sein des organisations d'une véritable culture numérique, fondée sur l'intelligence collaborative, l'innovation ouverte, l'ouverture à un écosystème, la participation renforcée des salariés et l'évolution constante des métiers et des modes de travail.

Le dirigeant doit se montrer exemplaire dans le changement pour asseoir sa légitimité face à ses collaborateurs, ce qui implique qu'il soit lui-même sensibilisé aux enjeux du numérique et qu'il dispose de compétences techniques suffisantes. Le défi majeur est d'accompagner le changement dans les entreprises par un management collectif et de donner plus d'autonomie aux équipes.

La digitalisation des entreprises est donc avant tout une transformation managériale dont la réussite repose sur la capacité du dirigeant à définir une stratégie claire, à la partager auprès de l'ensemble des collaborateurs et à fédérer ces derniers autour d'un projet commun d'entreprise basé sur une vision partagée par tous.

2. L'accompagnement des salariés dans l'évolution de leurs compétences

La problématique associée à la révolution technologique est moins celle de la fin du travail que celle d'une immense transformation des emplois. Dans son livre blanc¹, Agora Industrie distingue **trois catégories de compétences essentielles pour l'avenir**.

¹ « Révolution humaine ? Un nouveau rôle pour les hommes et les femmes de l'industrie du futur », 2018.

Tout d'abord, et en lien direct avec la transformation des emplois par les technologies, **des compétences techniques** plus poussées sont requises pour les professionnels dont l'activité est transformée par l'utilisation du numérique dans leur entreprise. Comme on l'a vu, 80 000 emplois sont susceptibles d'être vacants dans le domaine des technologies de l'information d'ici à 2020. Parmi ces compétences techniques figurent des **compétences liées à l'expertise numérique, mais également d'autres compétences numériques générales**, qui ne se résument pas à la maîtrise d'outils numériques. Elles comprennent la capacité d'évoluer dans un univers numérisé et s'analysent comme la capacité à manifester un esprit critique et créatif, ou encore à utiliser les technologies digitales de manière responsable, notamment en matière de protection de la confidentialité, de l'environnement ou de la santé.

L'exigence accrue de compétences techniques non numériques s'explique également par une montée en complexité des tâches à effectuer, quel que soit le niveau de qualification. Ainsi, dans les métiers agricoles, l'automatisation de la culture sous serre demande aux salariés agricoles des compétences plus poussées en matière d'agronomie. De même, dans le secteur du commerce, on attend désormais des vendeurs un niveau d'expertise plus élevé face à des consommateurs eux-mêmes mieux informés.

L'utilisation croissante du numérique au travail implique par ailleurs la maîtrise de compétences cognitives générales en littératie, numératie ainsi que des compétences axées sur la résolution des problèmes, alors que les besoins en compétences impliquant des tâches physiques se réduisent.

Enfin, la digitalisation des entreprises s'accompagne d'une demande accrue généralisée pour des **compétences sociales (travail en équipe, capacité à collaborer et à produire de manière collective) et situationnelles (autonomie, agilité, gestion des situations complexes, apprendre à apprendre)**. Deux raisons expliquent ce besoin accru en « compétences molles » (*soft skills*).

D'une part, ces compétences sont difficilement automatisables. Au fur et à mesure que la frontière technologique se déplace, la valeur des tâches non automatisables faisant appel aux compétences sociales et situationnelles augmente.

D'autre part, le numérique, en modifiant l'organisation du travail au sein des entreprises, renforce la demande de ce type de compétences à tous les niveaux alors qu'elles étaient jusqu'à peu attendues uniquement pour les emplois les plus qualifiés.

B. UN SYSTÈME DE FORMATION À ADAPTER EN PROFONDEUR

Afin de relever les défis de la digitalisation, le système de formation doit être réformé afin de prendre en compte l'évolution des compétences imposée par le numérique.

La **mise en place d'indicateurs pertinents** constitue un enjeu majeur préalable afin d'éviter les erreurs d'analyse et adapter la formation initiale et continue aux besoins réels des entreprises. Actuellement, il existe une multitude d'organisations - organisations professionnelles et syndicales, services de l'État, cabinets de conseil, etc. - qui réalisent des études prospectives sur les métiers et les compétences.

Toutefois, l'hybridation des métiers résultant de la révolution technologique rend une **approche ciblée exclusivement sur le secteur du numérique trop réductrice**. En effet, une part importante des métiers du numérique est créée hors des secteurs numériques (banque-assurance, e-commerce, e-tourisme, etc.). Par ailleurs, la digitalisation des entreprises conduit à internaliser un nombre croissant d'activités numériques. Pour autant, si chaque branche professionnelle a développé son observatoire prospectif des métiers et des qualifications, toutes ne conduisent pas d'analyses prospectives sur l'impact de la transition digitale.

Il apparaît donc indispensable de rassembler les données quantifiées émises par diverses sources et de les consolider afin de pouvoir évaluer de la manière la plus fine possible les besoins en compétences et en emplois liés au numérique dans tous les domaines d'activité.

1. La formation initiale

La formation initiale doit répondre à **deux objectifs** :

- donner aux apprenants la maîtrise des compétences transversales dont ils auront besoin pour leur future insertion professionnelle ;
- assurer un vivier de compétences suffisant pour les métiers liés au numérique.

a) Garantir la maîtrise des compétences transversales

La formation doit permettre la maîtrise des outils numériques. À cet égard, de nombreuses personnes auditionnées ont fait part **du niveau relativement médiocre des jeunes dans le maniement des outils informatiques pour un usage professionnel**. L'École et l'Université doivent donc garantir et certifier l'acquisition de compétences numériques de base. L'utilisation de la plateforme d'évaluation des compétences et connaissances numériques PIX doit être intégrée dans les cursus scolaire et universitaire afin d'évaluer les apprenants, d'identifier leurs besoins et de mesurer les progrès tout au long de l'année.

La formation initiale a également vocation à accompagner l'acquisition de compétences techniques de base. Toutefois, celles-ci sont vite obsolètes. Il est donc primordial que la formation initiale forme les jeunes à apprendre et à s'adapter aux évolutions en cours et futures (85 % des métiers à l'horizon de 2030 n'existent pas encore selon le conseil d'orientation pour l'emploi !). Par conséquent, l'accent doit être mis sur l'acquisition de **compétences plus holistiques**, telles que la littéracie et la numératie, mais également de compétences socio-cognitives telles que l'agilité, la capacité à gérer la complexité et à collaborer, la créativité.

Une attention particulière doit être donnée à la formation des futurs cadres dirigeants des entreprises : non seulement ils doivent acquérir les compétences transversales décrites précédemment, mais ils doivent également être formés à la gestion de la transition numérique pour leurs futurs collaborateurs.

Afin que la formation initiale prenne mieux en compte les besoins de l'entreprise, il convient d'**accélérer la porosité entre les établissements d'enseignement et les entreprises** dans la formation des étudiants. Deux pistes sont privilégiées :

- la possibilité offerte à des enseignants de faire une mobilité en entreprise ;

- la montée en puissance de l'apprentissage. Cette filière reste méconnue par le grand public et conserve encore l'image d'une filière « réservée » à des jeunes en situation d'échec scolaire s'orientant vers des métiers manuels. À l'heure actuelle, les filières d'apprentissage se sont fortement diversifiées, notamment dans l'industrie et les services à contenu technologique. Un tiers des apprentis préparent aujourd'hui un diplôme de l'enseignement supérieur. Or, l'apprentissage et l'alternance constituent les deux principaux leviers pour permettre aux PME d'assurer leur transition digitale. Dans un contexte de formation insuffisante de leurs salariés aux outils du numérique, l'apprentissage est un moyen privilégié pour échanger les savoirs entre d'une part les salariés expérimentés, qui transmettent leurs savoir-faire aux étudiants et, d'autre part les étudiants, qui vont inciter l'entreprise et ses salariés à intégrer les nouveaux outils qu'ils utilisent pendant leur formation. L'apprentissage peut donc constituer un vecteur privilégié pour la montée en gamme et en compétences des PME.

b) Augmenter le nombre de jeunes se destinant aux carrières liées au numérique

Alors que 99 % des jeunes possèdent un smartphone et que le numérique fait partie de leur quotidien, ils ne sont paradoxalement guère intéressés par les métiers du numérique. Les filles, en particulier, s'orientent peu vers les formations en sciences du numérique.

Afin de résorber l'écart entre l'offre et la demande de compétences expertes liées au numérique, il faut se donner les moyens d'augmenter fortement le nombre de jeunes se destinant aux carrières du numérique.

Cet objectif passe d'abord par une meilleure information au moment de l'orientation des jeunes, afin d'en attirer un plus grand nombre vers les carrières numériques. À cet égard, le ministère de l'éducation nationale fait le pari que l'enseignement obligatoire des langages informatiques au primaire et au collège incitera davantage d'élèves à choisir au lycée l'option « informatique et création numérique » proposée à l'ensemble des filières en seconde et aux classes de première et terminale des séries ES et L. De même, la création d'une spécialité « Humanités scientifiques et numériques » devrait inciter un plus grand nombre de lycéens à se tourner vers des études de sciences du numérique.

Toutefois, la résorption de l'écart entre l'offre et la demande d'experts en numérique ne pourra être résolue qu'en attirant de nouveaux profils.

Afin de satisfaire les besoins des entreprises, les formations au numérique dans l'enseignement se sont largement diversifiées, avec des offres de formations courtes de deux ans (BTS¹ ou DUT²), de licences générales ou professionnelles, de masters ou encore d'études dans des écoles d'ingénieurs. Pour autant, les cursus de formation actuels restent fermés à certains profils.

Certaines formations courtes sont théoriquement ouvertes aux bacheliers professionnels, mais *de facto*, peu sont retenus au profit des bacheliers généraux scientifiques.

Par ailleurs, si l'apprentissage est développé dans les cursus de l'enseignement supérieur, il n'existe pratiquement **pas de formation en apprentissage dans les métiers du numérique avant le baccalauréat.**

Globalement, les filières professionnelles ont peu investi le numérique.

Pourtant, le succès des formations mises en place à travers la grande école du numérique démontre qu'à condition de pratiquer une pédagogie active, dans laquelle l'apprenant est confronté à des mises en situation concrètes à travers des projets individuels et de groupe, en étroite collaboration avec le monde de l'entreprise, le vivier de recrutement pour les formations au numérique peut être accru considérablement.

Lors de son audition, Nicolas Sadirac, directeur de l'école 42, rappelait que les critères d'admission à cette école ne reposaient ni sur le diplôme (aucun n'est nécessaire, pas même le baccalauréat) ni véritablement sur l'âge (les candidats peuvent avoir entre 18 et 30 ans), mais sur la capacité de ces derniers à apprendre l'informatique, sur leur motivation et leur aptitude à travailler en équipe, savoir gérer un projet, s'adapter aux

¹ Brevet de technicien supérieur.

² Diplôme universitaire de technologie.

incertitudes. Chaque année, seules 850 personnes sont sélectionnées compte tenu du budget alloué à l'école, mais, selon Nicolas Sadirac, elles pourraient être trois fois plus nombreuses compte tenu du potentiel des candidats. Cet exemple montre que la France dispose d'un vivier de talents que l'éducation nationale ne permet pas de reconnaître et de mettre en valeur.

C'est la raison pour laquelle votre rapporteure prône la nécessité d'assurer une plus diversité dans les cursus à travers le développement de l'apprentissage, la mise en place d'une filière professionnelle numérique ainsi que la pérennisation et le renforcement des actions menées dans le cadre de la grande école du numérique.

L'augmentation du vivier de recrutement pour les carrières numériques doit également passer par une mobilisation nationale afin d'accentuer la mixité dans ce secteur.

Plusieurs actions doivent être menées de front.

Le grand public doit être sensibilisé sur les métiers du numérique et sur les femmes marquantes de ce secteur. À cette occasion, il faut **déconstruire les stéréotypes qui enferment hommes et femmes dans leur genre**, tels que la soit-disant moindre compétence des femmes en mathématiques ou encore les qualités supposées féminines (prudence, sensibilité, douceur ...) qui poussent à les orienter vers des métiers dans lesquels elles exerceraient au mieux ces qualités (éducation, médecine).

L'éducation nationale et l'enseignement supérieur doivent également être largement mobilisés pour élargir les perspectives d'orientation des filles et combattre les idées reçues chez les apprenants, dans leurs familles mais également au sein même du monde éducatif.

Les actions de communication doivent être complétées par des initiatives destinées exclusivement aux filles et visant à les mettre en relation concrète avec les métiers du numérique (programmes de pré-qualification ou d'orientation réservées aux femmes, organisation de concours pour promouvoir l'informatique auprès des lycéennes, etc.).

2. La formation continue

a) Lutter contre l'illectronisme

Afin d'éradiquer l'illectronisme numérique, il faut être capable de mieux détecter les carences des actifs, mais également d'y remédier. Les chiffres sont éloquentes : 13%¹ des actifs en emploi (soit 3,3 millions de personnes) ont un niveau de maîtrise qui est susceptible de les mettre en difficulté dans leur emploi actuel ou dans la recherche d'un nouvel emploi et 30 % (soit 7,6 millions de personnes) doivent encore progresser en compétences pour disposer de meilleurs atouts au regard des attendus

¹ Chiffres tirés d'une enquête menée par le conseil d'orientation pour l'emploi et publiée en janvier 2017.

professionnels dans une économie plus numérisée. Il est donc urgent d'accompagner l'évolution des compétences des actifs par le renforcement des actions de formation continue à l'extérieur de l'entreprise, mais également à travers la revalorisation des pratiques professionnelles et des cadres plus informels (échanges entre pairs et développement du mentorat en interne).

b) Réussir le double pari de la massification et de l'individualisation de la formation

La formation continue doit faire l'objet d'une double évolution apparemment contradictoire : la massification puisque 50 % des métiers ont vocation à voir leur contenu profondément évoluer, mais également une plus grande individualisation afin de mieux tenir compte des besoins de chaque salarié.

Le numérique constitue une voie pour « *industrialiser une offre de formation sur mesure* »¹ à travers la mise à disposition d'apprentissages scénarisés, le développement de formations hybrides combinant séquences virtuelles et présentesielles, etc.

Le numérique peut également contribuer à assurer l'égalité d'accès à la formation sur le territoire à travers l'essor de la formation à distance.

Afin de profiter de toutes les opportunités offertes par le numérique, il convient de rénover les modalités d'organisation de la formation.

Comme faisait remarquer Jean-Marie Luttringer, expert en droit de la formation, « *le système de formation est pensé sur le modèle du théâtre antique, qui impose l'unité de lieu, de temps et d'action.* ». Or, le numérique fait voler en éclat ces principes.

L'unité de lieu de la formation et surtout la distinction entre le lieu de travail et le lieu de formation instaurée par la loi Delors² sont obsolètes. Désormais, le lieu de la formation peut varier et recouvrir à la fois le lieu de travail et un lieu tiers.

De même, l'unité de temps est remise en cause en raison du développement des formations asynchrones à travers les tutoriels, les groupes de discussion, le matériel pédagogique accessible en ligne, etc.

Enfin, l'évolution rapide des technologies fait de l'acquisition et de l'actualisation des compétences un processus continu, qui contraste avec l'unité d'action qui caractérisait jusqu'à peu la formation professionnelle. À cet égard, l'évolution de la terminologie – on parle désormais de formation tout au long de la vie – confirme que la formation professionnelle ne peut plus être considérée comme une adaptation ponctuelle au poste de travail,

¹ *Agora industrie : Livre blanc, décembre 2017.*

² *Loi n° 71-575 du 16 juillet 1971 portant organisation de la formation professionnelle continue dans le cadre de l'éducation permanente.*

mais comme un développement continu des compétences préparant et accompagnant les transitions professionnelles.

La formation professionnelle doit également faire évoluer ses contenus, en favorisant l'acquisition de blocs de compétences transférables d'une filière à l'autre. Cette réforme est en cours. Il faut l'accompagner et l'accélérer. Cela passe notamment par une réforme de son mode de financement, basé actuellement sur le nombre d'heures associé à la formation. Or, ce critère mériterait d'être revu au profit d'une réflexion sur les compétences attendues à l'issue de la formation afin de tenir compte de la diversité des profils des apprenants.

Par ailleurs, **l'offre de formation peine à suivre l'évolution rapide du contexte technologique en raison des lourdeurs du système de certification.** À l'heure actuelle, il faut en moyenne 18 mois à une commission professionnelle consultative pour créer un nouveau diplôme attestant que son titulaire maîtrise les compétences, aptitudes et connaissances permettant l'exercice d'un métier, alors même que la durée de validité d'un diplôme s'élève à cinq ans en moyenne. En outre, les évolutions technologiques font apparaître des nouvelles compétences qui deviennent stratégiques dans des laps de temps beaucoup plus courts qu'auparavant, comme en témoigne l'essor des compétences liées au traitement massif des données ou à l'intelligence artificielle.

Il faut donc réviser les modes d'élaboration des diplômes et des certifications professionnelles afin de pouvoir accélérer la révision de ces derniers et prévoir des procédures simplifiées pour tenir compte de l'apparition de nouveaux métiers en lien avec la diffusion des technologies.

Enfin, plus de 13 milliards d'euros sont consacrés chaque année à la formation des actifs occupés dans le secteur privé pour un résultat mitigé. Compte tenu des besoins massifs de formation exigés par la transition numérique et l'automatisation, la formation professionnelle doit être profondément renouvelée afin d'accompagner efficacement l'évolution des compétences des actifs et à un coût supportable pour la collectivité.

c) Considérer la formation comme un investissement et mettre en place une fiscalité incitative

La formation professionnelle ne peut plus être considérée uniquement comme une adaptation au poste de travail. Elle a vocation à assurer le développement continu des compétences individuelles et collectives préparant et accompagnant les transitions professionnelles. Par conséquent, elle est à penser comme un investissement au même titre que les investissements productifs et technologiques.

Or, la formation coûte cher et les PME ne sont pas forcément armées financièrement pour faire face à ces coûts. C'est la raison pour laquelle il conviendrait de réfléchir à une reconnaissance de la formation professionnelle comme un investissement à part entière et à la mise en place d'une fiscalité incitative (sous forme de crédit d'impôt par exemple).

Globalement, votre rapporteure a constaté une grande sensibilisation des régions aux enjeux de la digitalisation des entreprises. Alors que les ministères de l'éducation nationale, du travail et de l'économie restent très cloisonnés et échangent peu entre eux, la proximité des régions avec les entreprises ainsi que la reconnaissance de leur rôle en matière de développement économique¹ en font un partenaire de proximité apprécié des entreprises.

IV. FORMER L'ENSEMBLE DES CITOYENS : UNE IMPÉRIEUSE NÉCESSITÉ

A. UNE FRACTURE NUMÉRIQUE MULTIDIMENSIONNELLE

À l'heure actuelle, les inégalités d'accès se sont réduites, mais elles n'ont pas complètement disparu. Ainsi, 15 % des Français ne disposent pas d'Internet, 19 % n'ont pas d'ordinateur à domicile et 27 % d'entre eux ne possèdent pas de smartphone.

En réalité, la fracture numérique est multidimensionnelle.

1. Les facteurs discriminants

- **L'âge**

L'âge constitue le facteur discriminant le plus élevé, même si les inégalités se réduisent. Ainsi, le taux de connexion à Internet atteint seulement 57 % chez les personnes de plus de 70 ans contre 85 % pour l'ensemble de la population.

En outre, cette tranche d'âge semble dépassée voire indifférente devant les Technologies de l'information et de la communication (TIC) car celles-ci leur apparaissent difficiles à maîtriser du fait notamment, de leur évolution constante.

¹ À travers le schéma régional de développement économique, d'innovation et d'internationalisation, les régions définissent les orientations en matière d'aides aux entreprises, de soutien à l'internationalisation, d'aides à l'investissement immobilier et à l'innovation des entreprises. La région est seule compétente pour définir les aides et les régimes d'aides générales (subventions, prêts, avances remboursables, etc.) en faveur de la création ou de l'extension d'activités économiques ou des entreprises en difficulté.

- **La géographie**

En 2015, la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable du Sénat a remis un rapport d'information sur la couverture numérique de la France¹. Elle y dresse un bilan mitigé du plan France Très haut débit lancé en 2013 et visant à couvrir l'intégralité du territoire en très haut débit d'ici 2022.

Elle observe que le développement du plan s'appuie principalement sur une rénovation du réseau de cuivre et du réseau de câble, dont la capacité en débit n'est pas de même nature que la fibre optique : environ 30 Mbit/s en flux descendant, alors que la fibre offre un débit symétrique dépassant 100 Mbit/s.

À la fin de l'année 2016, 51,2 % seulement du territoire français bénéficie de l'accès au haut débit, avec de fortes disparités entre les zones urbaines (dans lesquelles 66,2 % des ménages et des locaux professionnels ont accès au haut débit) et les zones rurales (dans lesquelles seuls 31,2 % des ménages et des locaux professionnels ont accès au haut débit).

La commission juge ainsi inacceptable que certains Français situés en zone rurale ou de montagne n'aient accès qu'aux services minimaux de communications électroniques, par le fixe et le mobile, voire à aucun réseau, alors que les habitants des grandes villes se voient offrir des services toujours plus performants. En matière de réseau fixe, le rapport entre les accès varie de 1 à 100, certains utilisateurs disposant d'un débit supérieur à 100 Mbit/s, tandis que d'autres sont confrontés à un débit inférieur à 1 Mbit/s. Quant au mobile, le décalage est encore plus flagrant, si l'on compare l'absence de tout accès à la téléphonie mobile 2G dans certains territoires, avec la disponibilité d'offres « 4G+ » et bientôt 5G dans les grandes villes. Ce décalage est d'autant plus inacceptable que la plus-value apportée par les dernières technologies est bien plus importante dans les territoires ruraux que dans les zones urbaines déjà bien dotées, compte tenu de la rupture avec les débits actuellement disponibles.

Par ailleurs, selon une étude récente², 11,1 % des consommateurs (soit 7,5 millions) sont inéligibles à un Internet de qualité³. Cette exclusion numérique frappe majoritairement les plus petites communes de France. Ainsi, dans les communes de moins de 1 000 habitants, moins des deux tiers de la population a en moyenne accès à Internet dans de bonnes conditions alors que c'est le cas pour au moins 86,8 % des consommateurs dans les autres zones. En outre, en bénéficiant prioritairement aux villes disposant déjà d'un ADSL⁴ de qualité, le déploiement des réseaux de nouvelle

¹ Hervé Maurey et Patrick Chaize : *Couverture numérique des territoires : veiller au respect des engagements pour éviter de nouvelles désillusions ; rapport d'information n°193 (2015-2016).*

² UFC Que choisir, septembre 2017.

³ Entendu comme une connexion à un débit théorique supérieur à 3 Mbit/s. En deçà, l'utilisation dans de bonnes conditions de services tels que la visioconférence n'est pas possible.

⁴ Technique de communication numérique.

génération (fibre optique, câble ...) creuse les inégalités territoriales. Ainsi, le très haut débit est accessible pour moins de 1 % des habitants en Creuse ou en Dordogne, alors qu'il l'est pour plus de 90 % des habitants à Paris ou dans les Hauts-de-Seine.

- **Le niveau d'éducation**

Enfin, la fracture numérique est une fracture sociale et culturelle. Le taux de connexion à Internet varie ainsi de 54 % pour les non-diplômés à 94 % pour les diplômés de l'enseignement supérieur. De même, le pourcentage d'individus de plus de 18 ans disant tirer pleinement ou assez largement des possibilités offertes par les nouvelles technologies dans la vie de tous les jours varie de 73 % pour les cadres et les professions intellectuelles à 16% pour les non-diplômés.

Le niveau d'éducation constitue un facteur discriminant plus important que le niveau de revenus. Ainsi, le taux de possession d'un ordinateur varie de 69 % pour les bas revenus à 93 % pour les hauts revenus, mais de 50 % pour les non-diplômés à 92 % pour les diplômés du supérieur.

2. Des risques non négligeables d'exclusion

Or, les risques d'exclusion des non-utilisateurs se renforcent face à l'injonction de plus en plus généralisée de connexion permanente aux services en ligne dans tous les domaines de la vie en société, mais également dans la vie professionnelle.

Ainsi, 13 millions de Français déclarent avoir des difficultés avec le numérique et 40 % d'entre eux sont inquiets à l'idée d'avoir à réaliser leurs démarches administratives en ligne. Les personnes âgées, les personnes non-diplômées et les personnes en situation de précarité sont particulièrement exposées à ce risque d'exclusion numérique.

B. ASSURER LA MONTÉE EN COMPÉTENCES DE TOUS

1. Renforcer l'accès au numérique

a) L'urgence absolue : un bon accès à l'Internet dans tous les territoires

En 2016, 50 % de la population française avait un taux d'accès au très haut débit (plus de 30 Mégabits par seconde), ce qui situe la France parmi les six pays européens les moins bien équipés en matière d'infrastructure très haut débit.

En 2013, un plan France très haut débit a été lancé afin de garantir à l'ensemble des locaux un accès à Internet à haut débit (supérieur à 8 Mégabits par seconde) d'ici mi-2020 et de couvrir en haut débit tout le territoire d'ici 2022.

De nombreuses critiques se sont élevées pour dénoncer le caractère irréaliste de ce plan. En dépit du changement de majorité, l'actuel président de la République a repris ce plan à son compte et fait de l'accès au très haut débit l'une des priorités de son quinquennat.

Dans cet objectif, le gouvernement a récemment renforcé la pression qu'il exerce sur les opérateurs privés afin qu'ils respectent les engagements pris pour le déploiement de la fibre optique jusqu'à l'abonné en zones non denses en les rendant opposables. Leur non-respect pourra être sanctionné.

Le gouvernement a également réaffirmé le soutien financier apporté par l'État aux collectivités territoriales engagées dans la mise en œuvre de réseaux d'initiative publique dans le cadre du plan France très haut débit.

Enfin, il a mis en place un « guichet cohésion numérique des territoires », doté de 100 millions d'euros, afin de soutenir l'installation du matériel permettant la réception d'Internet par réseau hertzien (4G fixe, boucle locale radio ou satellite).

En ce qui concerne la couverture mobile du territoire, le gouvernement, l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP) et les quatre opérateurs de téléphonie mobile ont signé le 12 janvier 2018 un accord selon lequel les opérateurs mobiles s'engagent à une amélioration de la qualité de réception sur l'ensemble du territoire, une démultiplication du rythme des programmes ciblés d'amélioration de la couverture mobile (chaque opérateur devant construire au moins 5 000 nouveaux sites sur tout le territoire, qui pourront être mutualisés), l'équipement en 4G de tous les sites mobiles existants, l'accélération de la couverture des axes de transport et des principaux axes routiers ainsi que la généralisation de la couverture téléphonique à l'intérieur des bâtiments.

Votre rapporteure prend acte de ces initiatives et rappelle solennellement l'urgence absolue d'améliorer significativement la couverture numérique du territoire et l'accès des Français au très haut débit, tant fixe que mobile, condition *sine qua non* pour lutter contre la fracture numérique et assurer la compétitivité économique de tous les territoires.

b) Renforcer l'accessibilité au matériel informatique ainsi qu'aux abonnements Internet

Faciliter l'accès au matériel informatique apparaît comme une priorité. En effet, en 2017, 19 % de la population ne possède pas d'ordinateur. Le prix du matériel est le premier frein. En témoignent les différences de taux d'équipement entre les catégories socioprofessionnelles : en 2017, 92 % des hauts revenus disposent d'un ordinateur à domicile contre 69 % des bas revenus.

Afin de réduire ces inégalités, **des mesures gouvernementales et des projets associatifs sont déployés**. À titre d'exemple, Ordi 2.0, un des programmes du plan France numérique 2012-2020, permet à chaque

personne de disposer d'un équipement à travers la mise en place, dans les régions, d'une chaîne de donateurs (chargés de la collecte du matériel informatique usagé), de facilitateurs (qui gèrent la logistique), de reconditionneurs (chargés de donner une deuxième vie au matériel informatique) et de recycleurs (en charge de la fin de vie du matériel usagé). De même, Emmaüs Connect propose le programme « Connexion terrain » afin d'acquérir des outils numériques tels que des téléphones et des ordinateurs à moindre coût.

Il convient d'encourager et de renforcer ces initiatives.

Par ailleurs, **l'accessibilité des abonnements Internet doit être garantie**. Certes, les tarifs sociaux de l'Internet et de la téléphonie ont pour but de permettre aux personnes les plus démunies de bénéficier de connexions Internet et de forfaits mobile à moindre coût. Toutefois, les critères d'éligibilité sont très stricts et *de facto*, seuls les bénéficiaires du revenu de solidarité active (RSA), de l'allocation de solidarité spécifique (ASS) ou de l'allocation aux adultes handicapés (AAH) ainsi que les invalides de guerre peuvent en bénéficier.

En outre, ces offres sont moins avantageuses que celles des marques *low cost* des grands opérateurs, qui proposent plus de temps de communication, ainsi que les SMS/MMS illimités, à un tarif plus bas.

Fort de ces constats, il pourrait être pertinent d'**étendre à l'accès à Internet Haut débit le principe de service universel mis en place par la directive européenne de 2002¹**. Cette dernière oblige les États membres à s'assurer :

- que des services de communications électroniques d'une qualité spécifiée soient proposés à l'ensemble des utilisateurs de leur territoire à un prix abordable, quelle que soit leur situation géographique ;
- qu'une connexion au téléphone et à Internet soit mise à la disposition des utilisateurs qui en font la demande dans un lieu donné.

2. Accompagner dans tous les territoires

Au-delà de l'accès matériel au numérique, il convient également de **mettre en œuvre des stratégies d'inclusion numérique** dans tous les territoires en direction des populations les plus vulnérables. Deux axes doivent être privilégiés :

- **former les interlocuteurs traditionnels des publics fragiles (travailleurs sociaux, bénévoles, etc.) à la médiation numérique et leur garantir les moyens humains et financiers nécessaires pour réaliser leurs missions**. En effet, les professionnels dont la médiation numérique ne

¹ Directive 2002/22/CE du Parlement européen et du Conseil du 7 mars 2002 concernant le service universel et les droits des utilisateurs au regard des réseaux et services de communications électroniques.

constitue pas le cœur de métier (secrétaires de mairie, acteurs du travail social et de la médiation sociale...) sont de plus en plus en situation d'accompagnement des publics en difficulté, notamment en raison de la dématérialisation des démarches administratives. Or, le transfert de ces nouvelles missions s'est opéré sans que l'accompagnement humain à la médiation numérique qu'il implique n'ait été pensé et structuré ;

- **renforcer la coordination entre les collectivités territoriales et les différents acteurs de la médiation numérique afin de faciliter l'orientation et la prise en charge des bénéficiaires et de déployer des parcours permettant le développement de l'autonomie des bénéficiaires.** Au-delà des urgences numériques pour éviter de perdre un droit ou une allocation par exemple, il est indispensable d'arriver à sensibiliser les citoyens sur l'intérêt d'une autonomie numérique et de les soutenir dans cette démarche en leur offrant un accompagnement de proximité et au plus près de leurs besoins.

3. Sensibiliser l'ensemble de la population aux enjeux du numérique

a) Reconnaître la montée en compétence numérique comme grande cause nationale 2019

La maîtrise du numérique par l'ensemble des citoyens est indispensable à la fois pour assurer leur insertion professionnelle et pour leur permettre de se prononcer en citoyen averti sur les évolutions futures du numérique. De nombreux acteurs sont conscients de cet enjeu et entreprennent des initiatives visant à accélérer la montée en compétence de tous : les fédérations de branche, les organisations professionnelles, les organismes de formation, le ministère de l'éducation nationale, les établissements d'enseignement supérieur, le milieu associatif, certains services de l'État, l'audiovisuel public, des autorités indépendantes comme la CNIL¹ ou encore la HADOPI² pour ne citer que ces exemples.

Néanmoins, ces initiatives, même nombreuses, restent éparses. Elles manquent de coordination et d'un relais national. Elles souffrent d'une visibilité insuffisante comme en témoigne l'ignorance persistante de la majorité des citoyens sur les enjeux du numérique, mais également sur les outils à leur disposition pour se former. Pour la plupart des Français, l'apprentissage n'est ni encadré ni organisé, il est réalisé « sur le tas », seul ou avec des pairs (famille ou amis et collègues). Par ailleurs, 10 % des Français reconnaissent n'avoir jamais appris à se servir des outils numériques, et ils sont 41 % dans ce cas parmi les plus de 70 ans et les non-diplômés³.

¹ Commission nationale de l'informatique et des libertés.

² Haute autorité pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur Internet.

³ Chiffres issus du baromètre du numérique de 2017.

C'est la raison pour laquelle il est proposé de reconnaître la montée en compétence numérique de tous comme grande cause nationale de 2019. **Cette reconnaissance donnerait une visibilité médiatique à cette politique et accélérerait la prise de conscience par le grand public des enjeux économiques, stratégiques, éthiques et sociétaux du numérique ainsi que de la nécessité de maîtriser ce dernier.** Cette initiative aurait également vocation à faire tomber le tabou de la compétence innée en matière de numérique afin de permettre aux personnes actuellement complexées par leurs lacunes en matière numérique de se lancer dans l'apprentissage des outils numériques.

b) Accroître la sensibilisation des responsables politiques, éducatifs, culturels et économiques aux enjeux du numérique

La compréhension des enjeux liés au numérique est indissociable d'une certaine maîtrise de ses aspects techniques. En effet, comment comprendre notre dépendance vis-à-vis de Google ou d'Apple en ignorant ce qu'est un système d'exploitation ? Comment mesurer les enjeux stratégiques d'Internet sans connaître les caractéristiques de son fonctionnement et de sa gouvernance ? Comment appréhender les opportunités et les risques de l'intelligence artificielle en ignorant la notion d'apprentissage profond ? Or, non seulement la France privilégie peu la culture scientifique dans la formation de ses élites, mais en outre les scientifiques sont sous-représentés parmi les responsables politiques, éducatifs et économiques de notre pays. Il apparaît donc urgent de sensibiliser ces derniers aux enjeux du numérique et de les former afin, notamment, qu'ils opèrent les bons choix technologiques pour la Nation tout en tenant compte des intérêts stratégiques de la France.

Votre rapporteure rappelle que la direction générale de la sécurité intérieure travaille avec la société Palantir, leader en matière d'analyse de données, alors même que cette entreprise a été financée à son origine par un fond d'investissement de la CIA et que son co-fondateur, Peter Thiel, est le conseiller numérique de Donald Trump ! Cet exemple illustre le fait que l'État français n'a toujours pas tiré les conclusions du scandale mis en évidence par Edward Snowden et continue d'ignorer les enjeux stratégiques liés au numérique.

c) Nommer un commissaire au numérique chargé de la stratégie et de la coordination interministérielle sur les questions relatives au numérique

La formation de tous aux enjeux et aux techniques numériques constitue une tâche immense et nécessite la mise en place d'une stratégie nationale pilotée par l'État. Dans la mesure où le numérique touche tous les secteurs d'activité, il est indispensable de coordonner l'action gouvernementale afin d'assurer la cohérence de son action. C'est la raison pour laquelle il est proposé de créer un commissaire au numérique chargé notamment de la coordination interministérielle sur les questions relatives au numérique.

Il convient de rappeler que l'article 29 de la loi pour une République numérique avait prévu la remise d'un rapport par le gouvernement sur la possibilité de créer un Commissariat à la souveraineté numérique rattaché aux services du Premier ministre, dont les missions devaient concourir à l'exercice, dans le cyberspace, de la souveraineté nationale et des droits et libertés individuels et collectifs que la République protège.

Ce rapport n'a jamais été publié, notamment en raison des craintes du gouvernement de l'époque que la création d'un commissaire à la souveraineté numérique n'encourage le développement de projets industriels non viables économiquement, à l'instar du « nuage » souverain initié sous la présidence de Nicolas Sarkozy.

La présente proposition s'inspire plutôt du directeur des nouvelles technologies (*chief technical officer*) qui assure dans une entreprise le développement et le déploiement des technologies numériques en adéquation avec la stratégie globale de l'entreprise.

Votre rapporteure souhaite rappeler que pendant sa présidence, Barack Obama s'est fait assister par un « chief technical officer » dont la mission consistait à « *aider le président à exploiter le pouvoir des données, de l'innovation et des technologies au nom du peuple américain.* » Concrètement, ce conseiller numérique avait autorité sur tous les départements ministériels, analysait les conséquences économiques et stratégiques des décisions politiques du gouvernement des États-Unis en matière de nouvelles technologies et émettait des pistes de réflexion sur la stratégie à mener par les pouvoirs public dans ce secteur.

Sans budget et sans autorité sur les ministres, l'actuel secrétaire d'État au numérique français n'a malheureusement pas vocation à arrêter la stratégie du gouvernement en matière numérique. À cet égard, la réception organisée en mai dernier par l'Élysée en l'honneur des plus grandes entreprises étrangères du numérique a été une occasion manquée de réaffirmer nos exigences éthiques auprès d'elles.

CONCLUSION : LES PROPOSITIONS

1. Mettre en place une stratégie nationale pour le numérique

- **Faire de la montée en compétence numérique la grande cause nationale de 2019**

De nombreuses initiatives existent pour sensibiliser les Français aux enjeux du numérique et les inciter à se former aux outils informatiques. Toutefois, elles manquent de visibilité faute d'une communication suffisante à l'échelle nationale. En outre, ces actions mériteraient d'être mieux structurées. Ces obstacles pourraient être levés si la montée en compétence numérique de tous était reconnue comme grande cause nationale.

- **Sensibiliser les responsables politiques, éducatifs, culturels et économiques aux enjeux du numérique**

Au cours des auditions, il est apparu que les responsables politiques, éducatifs, culturels et économiques étaient peu sensibilisés aux enjeux du numérique, souvent par manque d'intérêt pour un sujet très technique, mais également par une sous-estimation de ses implications pour l'économie et la démocratie. Or, la montée en compétence de l'ensemble de la population doit faire l'objet d'une impulsion par le haut, ce qui implique une sensibilisation et une mobilisation des dirigeants d'entreprise, du gouvernement, des responsables des collectivités territoriales, des directeurs d'administration centrale, des présidents d'université, des chefs d'établissement scolaire, etc. En outre, ce n'est que si les responsables nationaux sont sensibilisés aux enjeux du numériques qu'ils pourront défendre une politique cohérente et coordonnée au niveau européen, seul niveau d'action réellement efficace.

- **Inciter le gouvernement à désigner un commissaire au numérique chargé de la stratégie et de la coordination interministérielle sur les questions relatives au numérique**

La formation de tous aux enjeux et aux techniques numériques constitue une tâche immense et nécessite la mise en place d'une stratégie nationale pilotée par l'État. Dans la mesure où le numérique touche tous les secteurs d'activité, il est indispensable de coordonner l'action gouvernementale afin d'assurer la cohérence de son action. C'est la raison pour laquelle il est proposé de créer un commissariat au numérique chargé de la stratégie et de la coordination interministérielle sur les questions relatives au numérique.

- **Sensibiliser et accompagner les collectivités territoriales dans la formation de leur administration au numérique**

La digitalisation des collectivités territoriales est une nécessité afin d'améliorer leur relation avec les citoyens, maîtriser leurs dépenses et augmenter l'efficacité de leurs agents. Pour autant, elles sont diversement

outillées pour accomplir cette transformation avec succès. Il est donc indispensable d'assurer l'accompagnement des collectivités territoriales dans la formation des élus et de leurs administrations au numérique. Cela passe notamment par la mise en place systématique de procédures harmonisées et de règles éthiques dans le cadre des appels d'offre.

➤ **Accélérer la couverture de tout le territoire en Internet à haut débit**

En 2013, un plan France très haut débit a été lancé afin de garantir à l'ensemble des locaux un accès à Internet à haut débit (supérieur à 8 Mégabits par seconde) d'ici mi-2020 et de couvrir en haut débit tout le territoire d'ici 2022. Or, selon plusieurs personnes auditionnées, les retards accumulés dans la mise en œuvre de ce plan ne permettront pas d'atteindre les objectifs dans les délais prévus initialement.

En 2016, 50 % seulement de la population française avait un taux d'accès au très haut débit, ce qui situe la France parmi les six pays européens les moins bien équipés en matière d'infrastructure très haut débit. Il est donc urgent d'accélérer la mise en œuvre du plan France très haut débit afin d'assurer la compétitivité économique de tous les territoires.

Mettre en place une véritable instance de pilotage entre l'État et les collectivités territoriales pour le déploiement du plan numérique pour l'éducation.

Selon les représentants des collectivités territoriales auditionnées, en dépit des progrès constatés, **la coopération entre les départements et l'État pourrait encore être améliorée**. Ainsi, les départements ont mis en œuvre des politiques numériques éducatives basées essentiellement sur le déploiement d'équipements (ordinateurs, tablettes, infrastructure réseau), sans pouvoir s'assurer que les investissements menés touchaient leur cible en termes d'usages. Ils ont notamment déploré ne pas disposer d'informations précises sur l'utilisation des équipements qui ont été acquis par les collectivités territoriales.

Votre rapporteure souhaite donc reprendre à son compte les revendications des collectivités territoriales suivantes :

- la mise en place d'une véritable instance de pilotage permettant de conduire la nécessaire collaboration entre le département et les services de l'État ;
- l'identification par le rectorat des usages actuels et l'évaluation des besoins futurs des établissements afin de permettre aux départements de planifier leurs investissements ;
- l'amélioration de la formation des utilisateurs, et en particulier des enseignants, afin de rationaliser les investissements et diminuer les coûts de maintenance de niveau 1 ;

- la publication d'indications précises sur les impacts des services et équipements financés par les collectivités territoriales ainsi qu'une évaluation de leurs effets sur les accès et les usages.

2. Encourager la montée en compétence numérique de toute la population

➤ Faire de l'acquisition de la culture et des outils numériques un des objectifs à part entière des apprentissages fondamentaux

La loi pour la refondation de l'école de la République du 8 juillet 2013 réaffirme l'obligation de formation à l'utilisation des outils et des ressources numériques dans les écoles et les établissements scolaires. Paradoxalement, le brevet informatique et Internet a été supprimé et la plateforme d'autoévaluation des compétences numériques PIX censée le remplacer tarde à être mise en place. Par ailleurs, l'enseignement de la « littératie numérique » dépend du bon vouloir des enseignants et ne fait pas l'objet d'une stratégie structurée. Afin que l'acquisition de la culture et des outils numériques devienne réellement l'un des objectifs à part entière des apprentissages fondamentaux, il convient de prendre les mesures suivantes :

- utiliser la plateforme d'évaluation des compétences et connaissances numériques PIX pour évaluer systématiquement les élèves au collège (à partir de la quatrième) et au lycée, identifier leurs besoins et mesurer les progrès tout au long de l'année ;

- désigner pour chaque classe un référent coordinateur de l'évaluation des compétences et des connaissances numériques qui devra s'assurer que toutes les compétences sont mobilisées dans au moins une discipline afin, le cas échéant, d'organiser la redistribution des apprentissages manquants ;

- organiser systématiquement des sessions de certification pour les élèves au collège et au lycée ;

- favoriser une pédagogie qui met en valeur les compétences, les méthodes de travail et les attitudes nécessaires à l'heure du numérique (apprendre à apprendre, apprendre à collaborer, apprendre à s'adapter, développer les apprentissages par projet et la mise en pratique de connaissances théoriques, être créatif, savoir s'adapter aux incertitudes et gérer la complexité, etc.).

➤ Renforcer l'intégration de la culture et des outils numériques dans la formation des étudiants et des apprentis

Le certificat informatique et Internet qui validait les acquis numériques des étudiants a été supprimé et la plateforme d'autoévaluation des compétences numériques censée le remplacer n'est pas encore opérationnelle. Or, de nombreuses personnes auditionnées ont fait part du **niveau relativement médiocre des jeunes dans le maniement des outils**

informatiques pour un usage professionnel. Les établissements d'enseignement supérieur comme les centres d'apprentissage doivent donc garantir et certifier l'acquisition de compétences numériques indispensables à la future insertion professionnelle des étudiants et des apprentis. Par ailleurs, la pédagogie doit également évoluer : si la transmission des savoirs ne doit pas être négligée, priorité doit être donnée à l'apprentissage de compétences.

➤ **Accompagner l'évolution des compétences des actifs en luttant contre l'illectronisme et en donnant aux actifs la maîtrise des compétences transversales nécessaires à l'heure du numérique**

Les chiffres sont éloquentes : 13 %¹ des actifs en emploi (soit 3,3 millions de personnes) ont un niveau de maîtrise qui est susceptible de les mettre en difficulté dans leur emploi actuel ou dans la recherche d'un nouvel emploi et 30 % (soit 7,6 millions de personnes) doivent encore progresser en compétences pour disposer de meilleurs atouts au regard des attendus professionnels dans une économie plus numérisée. Il est donc urgent d'accompagner l'évolution des compétences des actifs par le renforcement des actions de formation continue à l'extérieur de l'entreprise, mais également à travers la valorisation des pratiques professionnelles et des cadres plus informels (échanges entre pairs, développement du mentorat en interne, etc.).

➤ **Mettre en œuvre des stratégies d'inclusion numérique dans les territoires**

15 % des Français ne disposent pas d'Internet et 19 % n'ont pas d'ordinateur à domicile. Les personnes âgées, les personnes non-diplômées et les personnes en situation de précarité sont particulièrement exposées à ce risque d'exclusion numérique.

Il convient donc de mettre en œuvre des stratégies d'inclusion numérique dans tous les territoires en direction des populations les plus vulnérables. Deux axes doivent être privilégiés :

- former les interlocuteurs traditionnels des publics fragiles (travailleurs sociaux, bénévoles, etc.) à la médiation numérique et leur garantir les moyens humains et financiers nécessaires pour réaliser leurs missions ;

- renforcer la coordination entre les collectivités territoriales et les différents acteurs de la médiation numérique afin de faciliter l'orientation et la prise en charge des bénéficiaires et de déployer des parcours permettant le développement de l'autonomie des bénéficiaires.

¹ Chiffres tirés d'une enquête menée par le conseil d'orientation pour l'emploi et publiée en janvier 2017.

3. Former les formateurs

➤ **Renforcer la formation des délégués académiques au numérique éducatif**

Au cours de sa mission, votre rapporteure a constaté une implication inégale des délégués académiques au numérique éducatif (DANE) selon les académies. Or, ils jouent un rôle fondamental dans le déploiement de la stratégie numérique de l'éducation nationale au niveau des académies et sont les interlocuteurs privilégiés des collectivités territoriales.

Selon les informations obtenues par votre rapporteure, la direction du numérique organise deux jours de formation annuels pour les DANE qui viennent de prendre leurs fonctions ainsi que des rencontres au niveau national tous les deux mois afin d'échanger sur les bonnes pratiques et les difficultés rencontrées sur le terrain. Certaines formations thématiques sont également organisées. Toutefois, cette formation apparaît insuffisante au regard de la diversité des profils des DANE et il conviendrait de la renforcer.

➤ **Revoir la maquette de formation en ESPÉ afin que la littératie numérique devienne un axe structurant de la formation**

Actuellement, le nombre d'heures consacrées à la maîtrise des outils numériques et à leurs usages pédagogiques est très limité : 20 heures en master 1 sur 300 à 500 heures au total et 15 heures en master 2 sur 250 à 300 heures. En outre, cette formation reste trop théorique alors qu'elle devrait reposer sur un apprentissage par projet afin d'amener les futurs enseignants à développer des compétences utilisables dans la pratique de leur futur métier. L'éducation aux médias et à l'information fait l'objet des mêmes lacunes. L'articulation difficile de la formation en master avec le concours de recrutement en première année et le stage de titularisation en seconde année pénalise en outre les enseignements relatifs au tronc commun tels que l'usage pédagogique des outils numériques.

Il est donc urgent de revoir la maquette de formation des ESPÉ afin que la littératie numérique devienne un axe structurant de la formation. Cela passe notamment par une pré-professionnalisation des trois années de licence avec des stages dès les deux premières années universitaires, le renforcement des connaissances dans les disciplines avant le master 1 et le passage du concours avant l'entrée en master. Ainsi, les deux années de master correspondraient à deux années réelles de formation, pendant lesquelles l'accent serait mis sur des enseignements plus transversaux et tournés vers la pratique (la pédagogie de projet, les usages pédagogiques des outils numériques, l'éducation aux médias, apprendre à travailler avec les parents, etc.).

- **Réformer le statut des formateurs des ÉSPÉ afin de privilégier des praticiens capables de transmettre un savoir-faire renouvelé par la pratique**

Les formations assurées dans les ÉSPÉ s'appuient dans la plupart des cas sur des pédagogies frontales au détriment de la promotion et de l'expérimentation de pédagogies innovantes encouragées par le numérique. Parmi les raisons avancées pour expliquer le conservatisme des ÉSPÉ figure le **profil des formateurs qui y enseignent**. Trop nombreux sont les formateurs qui n'ont plus été confrontés à des classes depuis des années. Il est donc indispensable d'encourager soit les temps partagés, soit des allers-retours réguliers entre les métiers d'enseignant et de formateur. **Garder le contact avec le terrain est fondamental pour comprendre l'indispensable adaptation de la pédagogie aux évolutions des élèves et aux enjeux générés par l'essor du numérique.**

- **Instaurer l'enseignement des sciences du numérique en tant que discipline autonome et créer un CAPES informatique afin de professionnaliser la formation aux sciences du numérique dans l'enseignement secondaire**

Actuellement, le format retenu pour la formation aux sciences du numérique est varié : au collège, cet enseignement est inclus dans les disciplines de mathématiques et de technologie. Au lycée, il fait l'objet d'enseignements d'exploration autonomes (information et création numérique et information et sciences du numérique) mais reste enseigné par des professeurs de mathématiques.

Cette organisation laisse pendantes deux questions :

- **la question de la place réelle de l'enseignement des sciences du numérique au collège**, « noyé » dans une autre discipline, alors même que l'intensité des programmes d'enseignement oblige souvent les professeurs à faire l'impasse sur certaines parties du programme. **À moyen terme, il faut faire de l'apprentissage de la programmation et des bases de l'algorithmique une discipline autonome ;**

- **la question de la formation des enseignants de technologie et de mathématiques pour assurer un enseignement de qualité des sciences de l'informatique**. À court terme, l'éducation nationale s'est appuyée sur la formation de professeurs déjà en poste. Depuis juin 2017 une option « informatique » a été introduite au CAPES de mathématiques. **À plus long terme, afin de professionnaliser la formation aux sciences du numérique, il conviendrait de créer un CAPES informatique qui consacrerait la reconnaissance des sciences du numérique comme discipline autonome.**

➤ **Rendre la formation continue des enseignants du second degré et des enseignants chercheurs obligatoire**

La formation continue est indispensable pour permettre aux enseignants de compléter et d'actualiser leurs connaissances scientifiques, didactiques et pédagogiques. La capacité à « *s'engager dans une démarche individuelle et collective de développement professionnel* » fait d'ailleurs partie des quatorze compétences attendues de la part des enseignants. Pourtant, elle n'est obligatoire que pour les enseignants du premier degré, à hauteur de trois jours par an intégrés dans le temps du service.

Il est proposé de la rendre obligatoire, aussi bien pour les enseignants du second degré que pour les enseignants chercheurs.

4. Encourager l'orientation vers les métiers du numérique

➤ **Consolider les données prospectives fiables et quantifiées en termes de besoins en compétences et en emplois dans tous les domaines d'activité et actualiser régulièrement le répertoire national des métiers**

La mise en place d'indicateurs pertinents constitue un enjeu majeur afin d'éviter les erreurs d'analyse. Une multitude d'organisations - organisations professionnelles et syndicales, services de l'État, cabinets de conseil, etc. - réalisent aujourd'hui des études prospectives sur les métiers et les compétences.

Toutefois, l'hybridation des métiers résultant de la révolution technologique rend une **approche ciblée exclusivement sur le secteur du numérique trop réductrice**.

Rassembler et consolider les données quantifiées émises par diverses sources permettra d'évaluer de manière la plus fine possible les besoins en compétences et en emplois liés au numérique dans tous les domaines d'activité.

➤ **Diversifier les cursus de formation à travers notamment la généralisation des cursus en alternance pour l'ensemble des métiers du numérique, la création de filières professionnelles du numérique ou encore le développement des formations mises en place à travers la grande école du numérique**

Afin de satisfaire les besoins des entreprises, les formations au numérique dans l'enseignement se sont largement diversifiées, avec des offres de formations courtes de deux ans (BTS¹ ou DUT²), de licences générales ou professionnelles, de masters ou encore d'études dans des écoles d'ingénieurs. Pour autant, les cursus de formation actuels restent fermés à certains profils.

¹ Brevet de technicien supérieur.

² Diplôme universitaire de technologie.

Certaines formations courtes sont théoriquement ouvertes aux bacheliers professionnels, mais *de facto*, peu sont retenus au profit des bacheliers généraux scientifiques.

Par ailleurs, si l'apprentissage est développé dans les cursus de l'enseignement supérieur, il n'existe pratiquement pas de formation en apprentissage dans les métiers du numérique avant le baccalauréat.

Enfin, globalement, les filières professionnelles ont peu investi le numérique.

Pourtant, le succès des formations mises en place à travers la grande école du numérique démontre qu'à condition de pratiquer une pédagogie active, dans laquelle l'apprenant est confronté à des mises en situation concrètes à travers des projets individuels et de groupe, en étroite collaboration avec le monde de l'entreprise, le vivier de recrutement pour les formations au numérique peut être accru considérablement.

➤ **Investir massivement dans quatre secteurs clés et d'avenir impactés par le numérique : la mobilité, la santé et l'énergie et l'environnement**

Ces secteurs véhiculent de profondes transformations, à la fois du point de vue économique – ce sont les secteurs porteurs de demain et les débouchés en termes de marché s'annoncent immenses -, mais également en termes d'intérêt général. En outre, la France dispose d'atouts non négligeables dans ces secteurs, tels qu'un système de formation de grande qualité, une recherche reconnue internationalement, un écosystème industriel solide composé à la fois de grandes entreprises implantées dans le monde entier et de startups nombreuses et dynamiques.

Il est donc urgent de lancer une politique concertée au niveau européen afin de soutenir l'innovation dans ces quatre secteurs stratégiques et d'organiser une véritable politique industrielle qui permette aux PME de profiter du marché européen afin de se développer et de devenir compétitives au niveau mondial.

➤ **Encourager la féminisation des métiers du numérique**

Le secteur de l'informatique emploie seulement 33 % de femmes, et ce principalement dans les fonctions dites « support » telles que les ressources humaines, le marketing et la communication. Alors que 27 % de femmes s'orientent vers les formations d'ingénieur, seules 12 % d'entre elles choisissent la filière de l'ingénierie numérique.

Le grand public doit être sensibilisé aux métiers du numérique et s'identifier aux femmes marquantes de ce secteur. À cette occasion, il faut déconstruire les stéréotypes qui enferment hommes et femmes dans leur genre, tels que la soit-disant moindre compétence des femmes en mathématiques ou encore les qualités supposées féminines (prudence,

sensibilité, douceur ...) qui poussent à les orienter vers des métiers dans lesquels elles exerceraient au mieux ces qualités (éducation, médecine).

L'éducation nationale et l'enseignement supérieur doivent également être largement mobilisés pour élargir les perspectives d'orientation des filles et combattre les idées reçues chez les apprenants, dans leur famille mais également au sein même du monde éducatif.

Les actions de communication doivent être complétées par des initiatives destinées exclusivement aux filles et visant à les mettre en relation concrète avec les métiers du numérique (programmes de pré-qualification ou d'orientation réservés aux femmes, organisation de concours pour promouvoir l'informatique auprès des lycéennes, etc.).

5. Réussir la digitalisation des entreprises

➤ **Organiser la formation initiale et la formation continue pour réussir la digitalisation des entreprises**

Afin d'accompagner et de soutenir la digitalisation des entreprises, la formation initiale doit à la fois donner aux apprenants la maîtrise des compétences transversales et numériques dont ils auront besoin dans leur future insertion professionnelle et assurer aux entreprises un vivier de compétences suffisant pour les métiers liés au numérique.

Compte tenu de l'évolution rapide des transformations technologiques, la formation continue doit relever le double défi de la massification - adapter les compétences de millions de salariés aux bouleversements technologiques incessants - et de l'individualisation afin de mieux tenir compte des besoins de chaque salarié. Dans ce contexte, la formation continue doit gagner en flexibilité (développement des formations sur les lieux de travail, utilisation du numérique pour diversifier les modalités de formation) et faire évoluer ses contenus, en favorisant l'acquisition de blocs de compétences transférables d'une filière à l'autre. Cette réforme est en cours. Il faut l'accompagner et l'accélérer.

➤ **Renforcer l'accompagnement des PME dans leur transition numérique à travers la mise en place d'un réseau d'accompagnement de proximité et d'une plateforme de ressources personnalisées**

Les PME disposent de ressources financières et de compétences humaines insuffisantes pour organiser seules leur transition digitale. Un accompagnement de proximité est donc indispensable. Actuellement, il existe une multitude d'acteurs (chambres de commerce et d'industrie, chambres des métiers et de l'artisanat, banques, experts comptables ...) en contact régulier avec les PME. Toutefois, leurs actions sont dispersées. Il convient donc de structurer cet accompagnement au sein d'un réseau territorial dense et rendu visible pour les PME. Par ailleurs, ce réseau doit être appuyé par un portail de ressources, relais et support de son action.

Organisé autour d'un module d'autodiagnostic, ce portail permettrait aux entreprises d'avoir accès à des ressources personnalisées portant notamment sur les dispositifs d'accompagnement, les dispositifs de financement – privé et public – ou encore présentant des témoignages de pairs.

➤ **Réformer le système d'établissement des diplômes professionnels et de certification professionnelle afin de garantir et d'accélérer la pertinence de l'offre de formation par rapport aux besoins**

Il faut en moyenne 18 mois à une commission professionnelle consultative pour créer un nouveau diplôme attestant que son titulaire maîtrise les compétences, aptitudes et connaissances permettant l'exercice d'un métier, alors même que la durée de validité d'un diplôme s'élève à cinq ans en moyenne. En outre, les évolutions technologiques font apparaître des nouvelles compétences qui deviennent stratégiques dans des laps de temps beaucoup plus courts qu'auparavant, comme en témoigne l'essor des compétences liées au traitement massif des données ou à l'intelligence artificielle.

Il faut donc réviser les modes d'élaboration des diplômes et des certifications professionnelles afin de pouvoir accélérer la révision de ces derniers et prévoir des procédures simplifiées pour tenir compte de l'apparition de nouveaux métiers en lien avec la diffusion des technologies.

➤ **Considérer la formation comme un investissement et mettre en place une fiscalité incitative**

La formation professionnelle ne peut plus être considérée uniquement comme une adaptation au poste de travail. Elle a vocation à assurer le développement continu des compétences individuelles et collectives préparant et accompagnant les transitions professionnelles. Par conséquent, elle est à penser comme un investissement au même titre que les investissements productifs et technologiques.

Or, la formation coûte cher et les PME ne sont pas forcément armées financièrement pour faire face à ces coûts. C'est la raison pour laquelle il conviendrait de réfléchir à une reconnaissance de la formation professionnelle comme un investissement à part entière et à la mise en place d'une fiscalité incitative (sous forme de crédit d'impôt par exemple).

6. Permettre aux citoyens de maîtriser leur destin numérique

➤ **Renforcer les moyens consacrés à l'éducation aux médias et à l'information afin de donner à cet enseignement une place centrale dans le cursus scolaire et évaluer la qualité et la pertinence dudit enseignement**

L'éducation aux médias et à l'information constitue un réel enjeu citoyen et démocratique.

Afin de donner une place centrale à cet enseignement dans le cadre du cursus scolaire, il faut garantir une formation initiale et continue

renforcée des enseignants à la pédagogie, aux thématiques et aux enseignements de l'éducation aux médias.

Le développement de ressources pédagogiques en quantité et qualité suffisantes est également indispensable, ce qui passe par un renforcement des moyens du centre de liaison de l'enseignement et des médias de l'information (CLEMI). Actuellement, les crédits à sa disposition s'élèvent à trois millions d'euros seulement. Le gouvernement s'est engagé à les doubler. Votre rapporteure veillera à ce que ces promesses ne restent pas à l'état de paroles.

Il serait par ailleurs judicieux d'introduire une procédure d'évaluation de ces enseignements. Celle-ci pourrait être envisagée au moment de l'examen du brevet des collèges ou du baccalauréat, dans le cadre de la nouvelle spécialité « humanités scientifiques et numériques ».

- **Renforcer les moyens de la Commission nationale informatique et libertés (CNIL) et de la Haute autorité pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur Internet (HADOPI) et les associer plus étroitement à la stratégie du ministère de l'éducation nationale en matière d'éducation aux médias et à l'information**

Dans le cadre de leurs missions, la CNIL et la HADOPI ont vocation à participer à l'éducation aux médias et à l'information des citoyens. En mars 2016, la CNIL a passé une convention avec le ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche afin de mener des actions communes à destination des élèves, des étudiants et des enseignants. Trois axes d'action ont été retenus :

- concevoir des ressources pédagogiques en matière de protection des données personnelles, les tester et en évaluer la pertinence et l'efficacité ;
- mettre ces ressources à disposition tant des enseignants que des élèves ;
- organiser et promouvoir des actions de formation et des opérations (concours, séminaires de réflexion, colloques ...) visant à sensibiliser les enseignants, les élèves et les étudiants à un usage responsable et éclairé du numérique.

Les actions de la CNIL sont remarquables. Néanmoins, faute d'un budget de communication suffisant, elles manquent de visibilité. Deux équivalents temps plein sont chargés à la CNIL des actions en matière d'éducation au numérique, et seulement 12 200 euros y sont consacrés ! C'est ainsi que faute de relais nationaux pour communiquer sur les trophées EDUCNUM¹, la quatrième édition de ce concours a dû être annulée cette année, en raison d'un nombre insuffisant de participants.

¹ Ce concours invite les étudiants de 18 à 25 ans à développer des projets pédagogiques pour sensibiliser les collégiens aux bons usages du web.

Dans le cadre de sa mission d'encouragement au développement de l'offre légale, la HADOPI s'implique dans la sensibilisation des publics, et plus particulièrement des publics scolaires, à la création et à sa diffusion sur Internet. Une convention de partenariat avec le ministère de l'éducation nationale a été négociée, mais elle tarde à être signée. Or, sans un soutien financier plus important, les actions de la HADOPI restent limitées.

➤ **Dans la perspective d'une réforme de l'audiovisuel public, réaffirmer les missions de l'audiovisuel public en matière d'information, de divertissement et d'éducation et s'assurer de compatibilité du modèle économique retenu avec l'exercice de ces missions**

L'article 43-11 de la loi du 30 septembre 1986 prévoit que les entreprises de l'audiovisuel public doivent proposer une offre diversifiée « dans les domaines de l'information, de la culture, de la connaissance, du divertissement et du sport ». Elles doivent également favoriser « le débat démocratique, les échanges entre les différentes parties de la population ainsi que l'insertion sociale et la citoyenneté ». Elles concourent aussi « à l'éducation à l'audiovisuel et aux médias ». Toutefois, ces missions sont en concurrence avec d'autres objectifs sociétaux qui ont été ajoutés par le législateur au fil des ans, au risque de neutraliser toute priorité dans les choix éditoriaux.

La réforme de l'audiovisuel public annoncée par le Gouvernement pour 2019 doit donc permettre de mieux identifier ses objectifs fondamentaux sur le modèle de ce qui a été fait dernièrement pour l'éducation nationale concernant les savoirs fondamentaux. Parmi les impératifs doit figurer le développement de programmes éducatifs qui permettent à la jeunesse d'apprendre à décrypter l'information et de faire preuve de discernement. En outre, les programmes d'éducation scientifique et technique doivent être revalorisés et multipliés afin de donner aux futurs citoyens les clés nécessaires pour comprendre le monde et son évolution.

En définitive, les enfants doivent trouver dans l'audiovisuel public un espace structuré et pédagogique qui se distingue de la masse d'informations non hiérarchisées et sujettes à manipulations véhiculées par Internet.

Ces ambitions ont besoin, pour être mises en œuvre, d'une clarification du modèle économique. La préservation d'un véritable service public avec un accès universel à ses programmes appelle une contribution elle-même universelle. Le service public doit être par ailleurs indépendant du pouvoir politique comme des pouvoirs économiques, ce qui suppose de supprimer la publicité sur ses antennes à une époque où celle-ci est devenue particulièrement intrusive à travers l'exploitation des données personnelles. Enfin, c'est la réaffirmation de la spécificité du service public qui permettra à celui-ci de développer des partenariats équilibrés à la fois avec les médias privés nationaux et les autres médias européens.

7. Apprendre à se servir des écrans et apprendre à s'en passer

➤ **Obliger les fabricants d'outils numériques à indiquer que leur utilisation nuit au développement de l'enfant de moins de trois ans**

L'exposition précoce aux écrans a des conséquences graves sur le développement des très jeunes enfants et entraîne d'importants troubles de comportement. Pourtant, de nombreux industriels se sont engouffrés dans le marché des outils pédagogiques numériques à l'attention des moins de trois ans et l'offre de tablettes éducatives et ordinateurs pour bébés est devenue pléthorique. Médecins et scientifiques remettent en cause la valeur ajoutée de ces outils, voire dénoncent leur dangerosité lorsqu'ils sont utilisés de manière excessive, voire exclusive dans le cadre de l'éducation des enfants. Les tendances observées laissent craindre l'apparition d'un véritable problème de santé publique lié à l'exposition précoce aux écrans.

S'il n'est pas possible d'interdire la commercialisation de ces outils numériques, il convient d'obliger leurs fabricants à indiquer que leur utilisation nuit au développement de l'enfant de moins de trois ans. Une telle disposition devrait dissuader certains parents d'acheter ce type de jouet prétendument pédagogique et, à tout le moins, les inciter à réfléchir sur leurs modalités d'utilisation.

➤ **Lancer une campagne nationale de sensibilisation aux bonnes pratiques en matière d'exposition aux écrans des jeunes enfants**

En 2008, le livre de Serge Tisseron « 3, 6, 9, 12 : apprivoiser les écrans et grandir » a connu un large retentissement car il donne des conseils simples aux parents, articulés autour de quatre étapes essentielles de la vie des enfants : l'admission en maternelle, l'entrée au cours préparatoire, la maîtrise de la lecture et de l'écriture et le passage en collège. Les recommandations peuvent être résumées de la manière suivante :

- **pas d'écran avant trois ans**, ou tout au moins les éviter le plus possible ;
- **pas de console de jeu portable avant six ans** car dès que les jeux numériques sont introduits dans la vie de l'enfant, ils accaparent toute son attention aux dépens des autres activités ;
- **pas d'Internet avant neuf ans**, et une utilisation d'Internet en présence des parents jusqu'à l'entrée en collège ;
- possibilité d'**utiliser Internet de manière autonome à partir de 12 ans**, tout en veillant à un accompagnement effectif des parents.

Serge Tisseron rappelle en outre que si la règle « 3-6-9-12 » est nécessaire, elle n'est pas suffisante. **Cadrer le temps d'écran, et cela à tout âge, est essentiel.** Par ailleurs, les enfants doivent bénéficier d'une éducation qui leur permette de comprendre les conditions de production des divers médias et leurs modèles économiques.

Depuis 2011, cette règle est relayée par l'Association française de pédiatrie ambulatoire qui la diffuse largement. Toutefois, à l'occasion du dixième anniversaire de ces recommandations, il est proposé de **relancer une campagne nationale de sensibilisation** aux bonnes pratiques en matière d'exposition aux écrans à travers une campagne médiatique en santé publique. À cette occasion, il conviendrait d'assurer la diffusion de l'affiche « apprivoiser les écrans et grandir 3, 6, 9, 12 » dans tous les lieux administratifs, scolaires et médicaux fréquentés par les enfants et les parents.

- **Faire précéder l'interdiction du téléphone portable dans les établissements scolaires d'un débat avec les enseignants, les parents et les élèves sur les enjeux de cette mesure**

Avec l'accord du gouvernement, une proposition de loi a été adoptée le 7 juin dernier à l'Assemblée nationale visant à interdire l'utilisation d'un téléphone mobile par un élève dans les écoles maternelles, les écoles élémentaires et les collèges, « à l'exception des lieux où, dans les conditions qu'il précise, le règlement intérieur l'autorise expressément ».

Cette proposition permettra de faciliter l'usage du téléphone mobile pendant les activités d'enseignement. En revanche, la portée pédagogique de cette disposition ne pourra être atteinte que si les modifications du règlement intérieur exigées par la loi font l'objet au préalable d'un large débat sur les risques et opportunités du portable auquel participeraient non seulement le personnel enseignant, mais également les élèves et leurs parents.

8. Mettre le numérique au service de l'égalité

- **Rendre l'usage du numérique systématique pour faciliter l'apprentissage et la scolarité des élèves à besoins particuliers**

Le numérique permet d'offrir des réponses particulièrement pertinentes aux besoins de la plupart des élèves en situation de handicap : les contenus peuvent, *via* des traitements informatiques appropriés, être aisément adaptés pour répondre aux besoins spécifiques des publics concernés. Néanmoins, il reste encore trop peu utilisé.

Les obstacles sont nombreux : coût et maintenance du matériel, insuffisante sensibilisation du corps enseignant sur les potentialités du numérique et les offres existantes, formation des enseignants lacunaire sur la manipulation de ces outils. En outre, la sensibilisation des différents acteurs aux situations de handicap doit être poursuivie voire intensifiée afin que les représentations du handicap de la part des enfants comme des adultes évoluent. Trop souvent encore, **la singularité du parcours de ces élèves n'est pas comprise ni admise et peut même embarrasser**. L'École pratique encore une « assimilation normalisatrice », déguisée en pratique inclusive. Dans ce cas, l'enfant n'est toléré en milieu ordinaire qu'à condition qu'il s'efface et devienne semblable à ses camarades sans handicap.

Afin que le principe de classe inclusive, inscrit dans la loi depuis 2013, ne reste pas au stade des bonnes intentions et soit réellement mis en œuvre dans les écoles françaises, il faut donc encourager systématiquement l'introduction d'outils numériques permettant d'assurer la scolarisation des élèves en situation de handicap. Cela signifie au préalable sensibiliser enseignants et élèves afin que les élèves handicapés soient reconnus comme des acteurs à part entière des situations d'apprentissage proposées quel que soit le moyen de compensation employé. Leur singularité dans un groupe ne doit plus être appréhendée comme une insuffisance ou *a contrario* comme une faveur. Le développement de l'analytique de l'apprentissage (*learning analytics*) devrait favoriser la « banalisation » et une meilleure acceptation du handicap dans la mesure où l'individualisation de l'apprentissage devrait à terme dépasser les seuls enfants handicapés et concerner tous les enfants, à travers la reconnaissance de leur singularité dans leur manière d'appréhender et de s'approprier l'apprentissage.

➤ **Utiliser le numérique comme moyen de mise en œuvre des droits culturels**

Chaque citoyen a le droit de participer à la vie culturelle de la communauté. Dans la pratique, de nombreux obstacles - géographique, sociaux, financiers - freinent ou empêchent l'accessibilité réelle aux droits culturels. Le numérique contribue à les surmonter en faisant en sorte, si les citoyens ne peuvent pas accéder à la culture, que la culture vienne à eux. Grâce à Internet, les collections des musées s'ouvrent gratuitement au grand public, l'offre musicale est démultipliée, les livres et les films peuvent être téléchargés, les émissions de télévision et de radio peuvent être vues ou écoutées à n'importe quel moment. Il convient donc d'amplifier l'usage du numérique dans le domaine culturel afin d'assurer la mise en œuvre réelle des droits culturels.

Comme le relevaient toutefois Nicole Duranton et Brigitte Gonthier-Maurin dans leur rapport consacré à la participation des personnes en situation de handicap à la vie culturelle¹, la numérisation des contenus culturels, bien qu'elle marque une étape décisive en matière de démocratisation culturelle, ne saurait constituer l'unique réponse des pouvoirs publics à la problématique de l'accès à la culture des personnes qui en sont le plus éloignées. L'accès à la culture en ligne ne constitue pas une démarche inclusive, dans la mesure où le numérique apparaît comme une pratique qui isole.

Le développement d'outils numériques au sein des lieux de culture est également nécessaire pour améliorer l'accueil du public et transformer les expériences de visite de tous les publics. Des innovations en

¹ Rapport d'information n° 648 (2016-2017) de Mmes Nicole Duranton et Brigitte Gonthier-Maurin, fait au nom de la commission de la culture, de l'éducation et de la communication du Sénat, intitulé « Culture et handicap : une exigence démocratique ».

la matière sont encore à attendre. Pensons à des outils comme le robot de visite Norio, mis en place par le Centre des monuments nationaux au château d'Oiron pour contourner l'inaccessibilité du premier étage du bâtiment. Ce robot peut être piloté par un visiteur en situation de handicap moteur depuis le rez-de-chaussée pour découvrir les espaces et les œuvres situées au premier étage. Grâce à un autre robot situé au premier étage doté d'une webcam qui restitue le portrait du visiteur resté au rez-de-chaussée, ses accompagnants peuvent le voir et partager cette expérience de visite en commun.

L'accessibilité des sites Internet des établissements et structures culturels, enfin, constitue aujourd'hui un enjeu fondamental pour inciter les personnes en situation de handicap à accéder à la culture, tant le manque d'informations pratiques disponibles peut aujourd'hui représenter un frein à l'accès aux lieux de culture (musées, salles de spectacles, bibliothèques) ou à la pratique artistique et culturelle. Des lacunes importantes restent à combler en la matière.

➤ **Faire des conditions d'apprentissage et de l'impact des nouvelles technologies sur les comportements humains une priorité de la recherche publique**

Selon plusieurs personnes interrogées, l'éducation ne constituerait pas un thème prioritaire de recherche en France. Actuellement, 1 500 scientifiques travailleraient dans ce secteur, ce qui représente un effort entre vingt à trente fois inférieur à celui consenti pour la santé.

Pour être efficace, la recherche sur les conditions d'apprentissage doit également faire collaborer plusieurs disciplines scientifiques : sciences humaines et sociales, philosophie, mais également les sciences de la vie (neurosciences), les mathématiques appliquées, les sciences de l'information, etc.

Il faut donc renforcer l'effort de recherche de la France sur les conditions d'apprentissage et sur l'impact des nouvelles technologies sur le comportement humain. À cet égard, votre rapporteure soutient l'initiative de Divina Frau Meigs, professeur en sciences de l'information et de la communication, visant à **créer un centre de recherche et d'excellence sur les désordres de l'information et la citoyenneté numérique**.

➤ **Étendre l'accès à l'Internet à haut débit le principe de service universel déjà mis en place pour les services de communications électroniques au niveau européen**

En 2002, une directive européenne a été adoptée afin d'assurer un service universel pour les services de communications électroniques. Concrètement, cette dernière oblige les États membres à s'assurer :

- que des services de communications électroniques d'une qualité spécifiée soient proposés à l'ensemble des utilisateurs de leur territoire à un prix abordable, quelle que soit leur situation géographique ;

- qu'une connexion au téléphone et à Internet soit mise à la disposition des utilisateurs qui en font la demande dans un lieu donné.

Si la directive n'exigeait pas un débit de données minimal, elle faisait référence au débit de 56 kbits/s généralement disponible à l'époque. Or, en quinze ans, les ordres de grandeur ont complètement changé : désormais, en deçà d'un débit de 3 Mbit/s (soit plus 50 fois le débit conseillé en 2002 !), l'utilisation dans de bonnes conditions des services mis à disposition grâce à Internet est jugée impossible. Actuellement, le haut débit correspond à un débit supérieur à 30 Mbit/s et le très haut débit est atteint à partir de 100 Mbit/s.

Afin de tenir compte de l'évolution des technologies et des usages d'Internet, il faudrait donc **étendre à l'accès à Internet Haut débit le principe de service universel mis en place par la directive européenne de 2002.**

9. Défendre notre souveraineté numérique en matière d'éducation et de formation

➤ Affirmer notre souveraineté en matière d'éducation et de formation face aux géants du numérique

La révolution numérique s'est accompagnée de l'apparition de nouveaux acteurs économiques dans le secteur très lucratif et de plus en plus marchandisé de l'éducation : les géants américains du numérique.

Pour autant, la place croissante qu'ils occupent dans le secteur éducatif soulève de vraies interrogations sur la protection des données des élèves. En effet, le modèle économique de ces entreprises repose sur leur capacité à recueillir un maximum de données pour ensuite soit les revendre, soit les utiliser pour diffuser de la publicité ciblée ou pour proposer des services personnalisés.

Face à ce danger, les pouvoirs publics ont une position beaucoup trop ambiguë.

Il convient donc de réaffirmer le rôle prépondérant de l'État dans l'éducation et d'assurer notre indépendance face à la montée en puissance des acteurs du numérique dans ce secteur.

➤ Privilégier les moteurs de recherche qui garantissent la neutralité des résultats

Le travail d'un moteur de recherche est de fournir pour chaque requête des résultats pertinents. Il doit donc fouiller dans sa base de données et établir une discrimination, afin de ne retenir que les pages et les contenus en rapport avec la recherche. Pour cela, l'algorithme s'appuie sur divers critères (mots-clés, liens, balises, date de publication ...).

Avec une part de marché de 91 %, le moteur de recherche développé par Google est en situation de quasi-monopole en France. Dans la mesure où les principales ressources de Google proviennent de la publicité, il est naturellement tentant pour cette entreprise de privilégier ses services et ses produits plutôt que ceux de ses concurrents.

La Commission européenne a lancé une enquête pour savoir si la domination de Google en Europe entraîne des abus et des discriminations entre les sites. Toutefois, de telles pratiques sont d'autant plus difficiles à prouver que les algorithmes à la base du moteur de recherche de Google sont censés s'adapter au profil de l'utilisateur.

Pourtant, la neutralité des moteurs de recherche est indispensable pour garantir le libre accès à l'information et la liberté d'expression. À défaut de pouvoir imposer à Google de permettre à l'internaute de choisir entre un mode neutre de recherche et un mode personnalisé, il convient de sensibiliser les Français sur cet enjeu et d'inciter à l'utilisation de moteurs de recherche neutres.

À cet égard, les pouvoirs publics disposent d'un important levier d'action trop peu utilisé à travers leurs administrations. L'utilisation systématique d'un moteur de recherche neutre dans les différentes fonctions publiques et dans l'éducation nationale permettrait à la fois d'entamer le monopole de Google mais également, par effet de capillarité, d'inciter les agents publics à utiliser d'autres moteurs de recherche dans leur usage privé.

➤ **Dédier des ressources budgétaires au numérique éducatif et développer une filière d'excellence francophone**

Notre souveraineté numérique en matière d'éducation passe également par la revendication et la défense d'un modèle d'éducation francophone face à la domination croissante du modèle anglo-saxon. Cet objectif doit se concrétiser par le développement d'une véritable filière du numérique éducatif associant tous les acteurs publics et privés du secteur de l'éducation et soutenue par les pouvoirs publics.

EXAMEN EN COMMISSION

MERCREDI 27 JUIN 2018

Mme Catherine Morin-Desailly, rapporteure. – Au terme d'un travail de plus d'un an sur les enjeux de la formation à l'heure du numérique, je souhaiterais vous faire part de mes principales observations. D'abord, je rappellerai les éléments de contexte qui m'ont poussée à lancer cette mission : à l'occasion des assises du numérique de 2016, j'avais été choquée que le document ayant servi de base de réflexion sur la capacité de la France à se donner les moyens d'être une grande puissance numérique soit une étude réalisée par le cabinet Roland Berger et Google. Ne revenait-il pas plutôt au Parlement de dresser un tel état des lieux et de proposer des pistes de réflexion en matière d'éducation et de formation afin d'assurer l'avenir de la France dans un monde numérique ?

C'est la raison pour laquelle j'ai engagé ce travail de fond sur la formation à l'heure du numérique : inquiète de voir que nous déléguons de plus en plus aux marchés le soin de décider de notre avenir numérique, il m'est apparu indispensable que le politique se réapproprie ce processus réflexif et arrête le modèle de société et la place de l'Homme qu'il souhaite défendre à l'heure du numérique. À l'issue d'un an de travail qui m'a conduit à entendre près de 80 personnes et à me déplacer en région et en Ile-de-France, une éducation et une formation renouvelées me paraissent plus que jamais constituer les conditions de réussite pour permettre à la nation de faire face aux enjeux de la digitalisation du monde.

Depuis quarante ans, le numérique a enclenché un bouleversement sans précédent dans l'histoire de l'humanité, modifiant notre manière de travailler, d'apprendre, de consommer, et même de penser, en raison de la caisse de résonance jouée par les réseaux sociaux et le développement de l'économie de l'attention.

La révolution numérique s'accompagne de formidables opportunités. En matière de santé, le développement de la télémédecine et de la santé prédictive laissent espérer une meilleure prise en charge des patients et une plus grande efficacité des traitements. Le numérique peut également être un puissant levier d'optimisation de nos systèmes énergétiques, alimentaires ou encore de mobilité.

La révolution numérique pose néanmoins de nombreux défis, défis que j'avais déjà eu l'occasion d'identifier à l'occasion de la mission d'information sur la gouvernance de l'Internet que j'avais conduite en 2013/2014.

Les défis sont d'abord économiques, liés à la désintermédiation-réintermédiation et à la « servicialisation » de l'économie qui profitent aux plateformes Internet au détriment des entreprises traditionnelles. En outre, les entreprises doivent impérativement assurer leur digitalisation si elles veulent rester compétitives, ce qui implique un investissement financier non négligeable, mais surtout une modification en profondeur de leur organisation managériale et l'adaptation des compétences des salariés aux nouvelles exigences du numérique et à l'évolution des métiers. Afin de relever le défi industriel du numérique, quatre secteurs doivent faire l'objet d'investissements massifs et coordonnés au niveau européen : la mobilité, la santé, l'énergie et l'environnement.

La révolution numérique pose également la question de l'adaptation massive des compétences à réaliser sous le double effet de l'automatisation et de la numérisation. De nombreuses voix s'élèvent également pour dénoncer le risque « d'ubérisation » du travail et d'une précarisation des travailleurs.

Parallèlement, la pénurie de compétences dans le domaine des technologies de l'information et de l'électronique est évaluée à 80 000 emplois d'ici 2020 !

Les défis stratégiques sont liés à l'instauration d'un quasi-monopole technique et économique des multinationales américaines et asiatiques. Cette dépendance fait courir un risque évident d'instrumentalisation du numérique à des fins politiques et de sécurité, mais également économiques et commerciales.

La marchandisation des données soulève également de nombreuses questions éthiques, à la fois sur la manière dont elles sont traitées, mais également sur l'acceptation par l'utilisateur de cette surveillance systématique, encore accentuée par l'essor de l'Internet des objets.

L'apparition d'oligopoles du web affaiblit considérablement la transparence et la diversité des informations, deux qualités essentielles pour le bon fonctionnement de la démocratie.

Les soupçons d'ingérence du gouvernement russe dans la dernière campagne présidentielle américaine, le « scandale Cambridge Analytica », l'essor des « fake news » - sur lesquelles nous allons devoir bientôt nous positionner - témoignent des dangers qu'une utilisation mal intentionnée des nouvelles technologies fait peser sur la démocratie et l'avenir du monde.

L'influence majeure du numérique sur l'humanité conduit également à s'interroger sur la société qu'il dessine et sur notre capacité à rester maître de notre destinée humaine.

Les inégalités liées aux usages ont tendance à s'accroître, accélérant la distinction entre ceux qui sont cantonnés dans un rôle de consommateur passif et ceux qui savent tirer profit des possibilités et services offertes par les technologies pour mener leurs propres projets et imposer leurs intérêts.

Par ailleurs, la promesse d'émancipation portée par le numérique à ses débuts est remplacée subrepticement par une soumission croissante aux outils numériques qui apportent à l'utilisateur des solutions « clés en main », censées lui simplifier la vie et optimiser ses choix, mais sur lesquelles il n'a pas toujours de prise et sans garantie que les outils numériques agissent conformément à ses normes sociales et à ses valeurs.

Le numérique pose même la question de l'utilité de l'homme et de sa réduction à la simple activité de consommateur : non seulement l'intelligence artificielle tend à rendre les machines plus performantes que les humains, mais sous prétexte de nous aider, ces dernières nous déshabituent à solliciter un nombre croissant de nos capacités cognitives.

Il serait donc fatal de céder à l'ébriété technologique ambiante et de renoncer à s'interroger sur le monde dans lequel nous souhaitons vivre. Dans ce contexte, l'éducation et la formation ont plus que jamais un rôle fondamental à jouer. Trois axes d'action doivent être privilégiés : mettre le numérique au service de la réussite scolaire ; réussir la digitalisation des entreprises ; former l'ensemble des citoyens à la fois pour assurer leur insertion professionnelle durable dans un monde en pleine mutation, mais également pour leur permettre d'avoir un regard distancié et critique sur les nouvelles technologies et leur impact sur notre société.

Le plan numérique pour l'éducation lancé en mai 2015 s'inscrit dans une préoccupation récurrente depuis un demi-siècle d'intégrer le numérique à l'École. Il vise trois objectifs : développer des méthodes d'apprentissages innovantes pour favoriser la réussite scolaire et développer l'autonomie ; former des citoyens responsables et autonomes à l'ère du numérique ; préparer les élèves aux emplois digitaux de demain.

Le plan numérique pour l'éducation a permis des avancées incontestables. En 2017, 3 072 collèges, soit 52 % des collèges publics, et 3 770 écoles ont été équipés, soit près de 600 000 élèves concernés. Ce plan massif d'équipement cofinancé par l'État et les collectivités territoriales a permis d'engendrer une réelle dynamique dans les territoires concernés.

Par ailleurs, l'enseignement au numérique est désormais abordé dans ses trois dimensions - éduquer aux médias et à l'information, apprendre aux élèves à se servir des outils numériques, former aux sciences du numérique - qui sont intégrées dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture.

Néanmoins, le bilan du plan numérique pour l'éducation reste jusqu'à présent en-deçà des attentes.

En ce qui concerne la formation au numérique comme outil, au moment où la loi sur la refondation de l'École de 2013 en rappelait l'importance, le brevet informatique et Internet a été officiellement supprimé, alors que la plateforme d'autoévaluation des compétences numériques PIX censée le remplacer tarde à être mise en œuvre.

Par ailleurs, aussi bien l'enseignement de la « littératie numérique » que l'éducation aux médias et à l'information ne relèvent pas d'une matière spécifique, mais ont vocation à être enseignés de manière transversale. Se pose donc la question de la place réelle conférée à ces enseignements - qui dépendent du bon vouloir des enseignants - et de leur évaluation.

L'enseignement des langages informatiques est désormais obligatoire au primaire et au collège même s'il ne fait pas l'objet d'une discipline spécifique. Au lycée, un enseignement facultatif est proposé à toutes les classes de la seconde à la terminale, même si son succès auprès des élèves reste pour l'instant limité. L'initiation obligatoire à l'informatique instaurée à l'école primaire et au collège devrait inciter davantage de lycéens à choisir cette option. Dans le cas contraire, une réflexion devra être menée sur l'introduction d'un enseignement obligatoire de l'informatique au lycée.

Une autre limite du plan numérique pour l'éducation est liée au fait que la grande majorité des enseignants n'a pas modifié ses méthodes d'enseignement en dépit de l'introduction du numérique dans leur collège. L'essor attendu de pratiques innovantes mettant en valeur des pédagogies reposant sur la coopération et l'entraide entre les pairs, le désir d'apprendre et le souci d'« apprendre à apprendre » plus qu'à transmettre des savoirs n'a pas eu lieu et l'utilisation du numérique reste cantonnée à la préparation des cours ou à une utilisation exclusive par l'enseignant pendant le cours.

L'inadaptation de la formation initiale des enseignants constitue le principal frein à l'usage du numérique à des fins pédagogiques.

La loi sur la refondation de l'École a chargé les écoles supérieures du professorat et de l'éducation (ÉSPÉ) de la formation des futurs enseignants au numérique. Toutefois, l'enseignement du numérique reste sous-dimensionné (20 heures en master 1 sur 300 à 500 heures au total, 15 heures en master 2 sur 250 à 300 heures !) et trop théorique.

Telle qu'elle est organisée actuellement, la formation continue ne permet pas non plus de répondre aux enjeux de l'intégration du numérique à l'École. Obligatoire seulement pour les enseignants du premier degré, elle apparaît souvent éloignée des besoins des enseignants, aussi bien au niveau de son contenu que de son format et de ses modalités.

Pour assurer l'efficacité de l'intégration du numérique à l'École, quatre conditions doivent être réunies.

D'abord, la pédagogie doit être placée au cœur du projet numérique. En effet, le numérique n'est pas une finalité en soi, il constitue un vecteur au service des apprentissages qui permet de démultiplier les potentialités d'une pédagogie innovante.

Ensuite, la formation initiale des futurs enseignants doit être revue en profondeur. Max Brisson et Françoise Laborde rendront prochainement leurs conclusions sur le métier d'enseignant. Sans préjuger des recommandations qu'ils feront, trois pistes de réflexion me paraissent importantes : la pré professionnalisation des trois années de licence, une revalorisation de l'enseignement des usages numériques pédagogiques dispensé par les ÉSPÉ et une réforme du statut des formateurs afin de garantir la présence de praticiens qui continuent à être en contact avec des élèves. Par ailleurs, la formation continue doit devenir systématique et l'accompagnement au quotidien des enseignants renforcé.

La priorité donnée à l'équipement individuel mérite d'être réexaminée à l'aune du taux d'équipement des élèves du collège en outils numériques : 86 % des 12-17 ans possèdent un smartphone !

Enfin, et notamment au regard de l'efficacité mitigée du numérique pour améliorer la réussite scolaire constatée par plusieurs études de l'OCDE, il apparaît indispensable d'appuyer les choix réalisés en matière d'éducation sur les résultats de la recherche scientifique pour améliorer leur efficacité, ce qui passe par un investissement massif dans la recherche sur les conditions d'apprentissages et l'impact des nouvelles technologies.

Au cours de ma mission, j'ai également été conduite à réfléchir aux conditions de réussite de la digitalisation des entreprises, et notamment des PME et, par conséquent, à la nécessité de réformer le système de formation afin de prendre en compte l'évolution des compétences imposée par le numérique.

La formation initiale doit répondre à deux objectifs :

- donner aux apprenants une culture numérique en rapport avec les besoins des entreprises. La formation doit permettre l'acquisition de compétences techniques (maîtrise des outils numériques pour un usage professionnel), mais également de compétences socio-cognitives telles que l'agilité, la capacité à gérer la complexité et à collaborer, la créativité ;

- la formation initiale doit également assurer un vivier de compétences suffisant pour les métiers liés au numérique. Cet objectif passe par une meilleure information au moment de l'orientation des jeunes afin d'en attirer un plus grand nombre vers les carrières numériques. Il convient également d'assurer une plus grande diversité dans les cursus de formation et les profils des apprenants à travers le développement de l'apprentissage, la mise en place d'une filière professionnelle numérique, la pérennisation et le renforcement des actions menées dans le cadre de la grande école du

numérique et une mobilisation nationale pour s'attaquer à la trop faible mixité dans le secteur du numérique.

En ce qui concerne la formation continue, elle doit faire l'objet d'une double évolution apparemment contradictoire : la massification puisque 50 % des métiers ont vocation à voir leur contenu évoluer profondément, mais également une plus grande individualisation afin de mieux tenir compte des besoins de chaque salarié. Dans ce contexte, la formation continue doit gagner en flexibilité - avec le développement des formations sur le lieu de travail et l'utilisation du numérique pour diversifier les modalités de formation - et faire évoluer ses contenus, en favorisant l'acquisition de blocs de compétences transférables d'une filière à l'autre. Cette réforme est en cours. Il faut l'accompagner et l'accélérer.

Enfin, il faut impérativement s'attaquer à la formation de l'ensemble des citoyens.

À l'heure actuelle, les inégalités d'accès se sont réduites, mais elles n'ont pas complètement disparu. Ainsi, 15 % des Français ne disposent pas d'Internet, 19 % ne possèdent pas d'ordinateur à domicile et 27 % d'entre eux n'ont pas de smartphone.

En réalité, la fracture numérique est multidimensionnelle. L'âge constitue le facteur discriminant le plus élevé. L'inégalité géographique d'accès aux réseaux contribue également à la fracture numérique. À l'heure actuelle, 51,2 % seulement du territoire français bénéficie du haut débit tandis que 541 communes réparties dans six régions différentes ne disposent d'aucun accès à Internet. La fracture numérique est également une fracture sociale et culturelle.

Or, les risques d'exclusion des non-utilisateurs se renforcent face à l'injonction de plus en plus généralisée de connexion permanente aux services en ligne dans tous les domaines de la vie en société.

La montée en compétence de tous les citoyens doit reposer sur une stratégie qui s'appuie sur trois axes :

- une promotion de l'accès au numérique, à travers un renforcement de l'accessibilité au matériel informatique et une accélération du plan France très haut débit ;

- une politique d'accompagnement de proximité à l'usage du numérique dans tous les territoires. Les personnes âgées et les publics les plus fragiles doivent faire l'objet d'une attention particulière dans le cadre de cette politique d'inclusion numérique ;

- une sensibilisation généralisée de l'ensemble de la population aux enjeux du numérique, à la fois pour assurer l'insertion professionnelle durable de tous dans un monde en pleine mutation, mais également pour permettre aux citoyens d'avoir un regard distancié et critique sur les nouvelles technologies et leur impact sur notre société.

Ce constat m'a amené à formuler trente-six recommandations pour reprendre en main notre destin numérique. À défaut de pouvoir les détailler toutes, je vais vous présenter les neuf axes d'action qui les structurent.

Le premier vise à mettre en place une stratégie nationale pour le numérique, à travers notamment la sensibilisation des responsables politiques, éducatifs, culturels et économiques aux enjeux du numérique, notamment pour effectuer les bons choix technologiques. Lors de l'examen de la loi pour une République numérique, nous avons souhaité la création d'un commissariat au numérique chargé de la stratégie et de la coordination interministérielle sur ces questions. Ce n'est en effet pas un secrétariat d'État au numérique, certes rattaché au premier ministre, mais sans moyen ni autorité sur les autres ministères qui peut imposer une vision stratégique et coordonnée en matière de numérique. J'en veux pour preuve les récentes chartes conclues entre le ministère de l'éducation nationale et les GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft) que j'ai dénoncées encore récemment dans le cadre des questions au gouvernement et qui n'auraient peut-être pas été signées si le ministère de l'éducation nationale avait été davantage sensibilisé sur les enjeux du numérique. La commission nationale informatique et libertés (CNIL) avait proposé de faire de l'éducation au numérique la grande cause nationale de 2014, suggestion qui n'avait malheureusement pas été retenue. Je plaide donc pour que la montée en compétence numérique de l'ensemble des citoyens soit déclarée grande cause nationale de 2019.

Le deuxième axe d'action vise à encourager la montée en compétence numérique de tous, que ce soit à l'École, dans les entreprises, mais également dans les territoires à travers la mise en œuvre de stratégies d'inclusion numérique.

Le troisième axe d'action concerne la formation des formateurs pris au sens large, qu'il s'agisse des formateurs en ESPÉ ou des futurs enseignants.

Le quatrième axe d'action est dédié aux politiques à mettre en œuvre pour favoriser l'orientation vers les métiers du numérique, avec un effort particulier à faire en matière de féminisation des métiers du numérique.

Le cinquième axe d'action porte sur les conditions de réussite de la digitalisation des entreprises et propose une adaptation de la formation initiale et continue, mais également un meilleur accompagnement des PME dans leur transition numérique. Il nous faut également investir massivement dans quatre secteurs clés : la mobilité, la santé, l'énergie et l'environnement ainsi que dans les questions de cybersécurité.

Le sixième axe d'action doit permettre aux citoyens de mieux comprendre les enjeux éthiques, démocratiques et sociétaux du numérique. Dans ce but, l'éducation aux médias et à l'information doit occuper une place centrale dans le cursus scolaire et disposer de moyens supplémentaires :

je rappelle que six personnes seulement travaillent au centre de liaison de l'enseignement et des médias d'information (CLEMI) ! Il faut également lancer une politique de sensibilisation de l'ensemble des citoyens, avec le soutien de la CNIL, de la haute autorité pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur internet (HADOPI) et de l'audiovisuel public. À cet égard, je regrette l'insuffisante coordination des missions de la HADOPI avec le ministère de l'éducation nationale : lors de son audition la semaine dernière, Denis Rapone nous a rappelé que la convention négociée depuis plusieurs mois entre la HADOPI et le ministère de l'éducation nationale n'avait toujours pas été signée par ce dernier.

Le septième axe d'action insiste sur la nécessité d'apprendre à se servir des écrans et d'apprendre à s'en passer. Au cours de mes auditions, j'ai pu constater les dégâts qu'entraîne une exposition précoce aux écrans sur le développement des jeunes enfants, notamment ceux de moins de trois ans. J'ai auditionné de nombreux pédiatres, orthophonistes, psychologues ainsi que le psychiatre Serge Tisseron. Il me paraît donc indispensable d'obliger les fabricants d'outils numériques à vocation pédagogique à indiquer sur l'emballage que l'exposition aux outils numériques peut nuire au développement de l'enfant de moins de trois ans. La mise en place d'une signalétique comparable à celle utilisée pour la classification des films pourrait être envisagée. Il convient également de relancer une campagne de sensibilisation sur les recommandations en matière d'exposition aux écrans à la fois auprès des parents, mais également de tous les acteurs de la petite enfance. Dans mon rapport, je me suis également longuement penchée sur les questions de cybercriminalité, de cyberharcèlement ou encore de cyberpornographie.

Le huitième axe d'action vise à renforcer l'utilisation du numérique au service de l'égalité, que ce soit en matière d'apprentissage pour les élèves à besoins particuliers -un certain nombre de handicaps peuvent être surmontés grâce aux outils numériques - mais également pour assurer l'accès réel aux droits culturels.

Enfin, le neuvième axe d'action porte sur la défense de notre souveraineté numérique en matière d'éducation et de formation à la fois face aux géants du numérique, mais également face à la domination croissante du modèle anglo-saxon. Cela passe notamment par le développement d'une véritable filière du numérique éducatif associant tous les acteurs publics et privés et soutenue financièrement par les pouvoirs publics.

M. Bruno Retailleau. - Je tiens à féliciter la présidente pour son excellent rapport. Il me semble qu'il faut insister sur la dimension européenne, notamment en ce qui concerne la souveraineté fiscale. L'actuelle commissaire européenne à la concurrence, Mme Margrethe Vestager est beaucoup plus engagée que ses prédécesseurs sur ces questions et n'hésite pas à mener des actions contre les GAFAM et à les condamner à des amendes lourdes pour des violations flagrantes des règles de la concurrence.

On assiste en effet à un pillage de l'Europe de la part de ces entreprises et les solutions sont à trouver au niveau européen. C'est également à l'échelle de l'Europe que doit être pilotée la recherche sur les nouvelles technologies, qu'il s'agisse de l'ordinateur quantique ou de l'intelligence artificielle. Enfin, je vous remercie de ne pas avoir proposé d'annexer à la Constitution une charte du numérique !

Mme Catherine Morin-Desailly, rapporteure. - L'Assemblée nationale a lancé une réflexion sur l'introduction du numérique dans la constitution. Un groupe de travail a été créé, qui a fait des propositions. J'estime qu'il n'est pas raisonnable, compte tenu du temps qu'il nous est imparti, de se lancer dans l'élaboration d'une charte. J'ai consulté la présidente de la CNIL ; elle m'a confirmé qu'un tel projet nécessiterait plusieurs mois de travail. Une alternative serait de modifier l'article 34 de la Constitution afin de prendre en compte cette réalité numérique. La commission des lois devra se prononcer sur cette proposition. J'y suis personnellement favorable.

Mme Colette Mélot. - Je tiens également à vous féliciter pour cette mission d'information. Il y a une meilleure prise de conscience des enjeux du numérique depuis quelques années, mais elle reste insuffisante. Je souhaiterais revenir sur le plan numérique pour l'éducation. Il y a eu un équipement massif dans de nombreuses écoles. En revanche, la formation des enseignants a été négligée, elle est trop théorique et sous-dimensionnée tandis que la formation continue mériterait d'être renforcée. Il me semble qu'il n'y a pas de professeurs d'informatique et que le numérique est considéré plus comme un outil que comme une discipline à part entière.

Mme Françoise Laborde. - Je m'associe aux félicitations de mes collègues. Il faudra des années pour mettre en œuvre vos trente-six propositions ! Nous devons être très attentifs aux problèmes éthiques soulevés par le numérique, qui, si nous n'y prenons pas garde, peut renforcer non seulement les inégalités entre les territoires, mais également les inégalités sociales. Je suis en train de mener une mission d'information avec notre collègue Max Brisson sur le métier d'enseignant, qui nous conduit à nous interroger sur la formation des enseignants. En ce qui concerne l'utilisation des téléphones portables et des tablettes, il nous faut être vigilant afin de s'assurer qu'ils sont utilisés dans un cadre pédagogique. J'ai par ailleurs assisté hier à une audition avec notre collègue Stéphane Piednoir au cours de laquelle a été de nouveau pointé l'impact de l'exposition aux écrans sur le développement de la myopie.

M. Antoine Karam. - Merci pour ce rapport très complet. L'enseignant que je fus fait partie de ces générations qui ont eu beaucoup de mal à s'adapter au numérique. Les formations dans les ESPÉ permettent de prendre conscience des enjeux, mais non de s'y adapter. C'est la raison pour laquelle il faut renforcer la formation initiale et continue. Dans nos territoires éloignés, les disparités sont encore plus grandes car dans des villages

amérindiens comme Antecume-Pata dans lesquels il n'y a ni eau courante ni électricité, et donc encore moins Internet, c'est un vrai sacerdoce d'être enseignant. Il faut donc que les propositions de ce rapport soient suivies d'effet car, le numérique, c'est comme l'électricité au XIX^{ème} siècle : on ne reviendra pas en arrière !

M. Jacques-Bernard Magner. – Je tiens à vous féliciter également. Il me semble qu'il existe un hiatus entre la volonté du gouvernement d'interdire le smartphone à l'école et la nécessité de développer son usage dans un cadre pédagogique. Cela me rappelle le débat sur les machines à calculer : lorsqu'elles sont apparues, certains enseignants se sont demandés s'il fallait interdire ou pas leur utilisation à l'école. Depuis, elles sont devenues un outil banal et quotidien des élèves. Le ministre de l'éducation nationale devra donc clarifier sa position. Il y a deux façons d'aborder l'essor des nouvelles technologies : une façon empirique qui consiste à interdire leur usage sans s'intéresser aux conséquences négatives de cette interdiction, et une façon progressiste, qui vise à tenir compte des évolutions technologiques et à profiter des opportunités qu'elles offrent en matière d'apprentissage.

M. Pierre Ouzoulias. – Je souhaite également vous féliciter pour cette étude et faire deux commentaires. D'abord, le numérique n'est pas seulement un outil supplémentaire, il influe sur notre manière de penser. Par conséquent, en tant qu'enseignant, il n'est pas possible d'utiliser la pédagogie développée à l'époque où le numérique n'existait pas encore auprès des enfants ayant accès au numérique. Par ailleurs, je profite de votre recommandation 34 visant à affirmer notre souveraineté en matière d'éducation et de formation face aux géants du numérique pour dénoncer le scandale qui entoure les conditions de publication numérique des travaux scientifiques. Le contribuable paie quatre fois : il paie le fonctionnaire qui effectue la recherche, puis ce dernier paie le droit de pouvoir publier, son abonnement et enfin l'accès à son article. Ce système est entièrement contrôlé par trois ou quatre grandes entreprises qui ne sont pas les GAFAM mais qui sont beaucoup plus efficaces, grâce au mécanisme du facteur d'impact qui attribue des points aux chercheurs en fonction des revues dans lesquelles ils publient. Dans les sciences dures, non seulement il n'y a plus de revue française ni de publication en français, mais le système encourage une rente monopolistique : ces entreprises dégagent une rentabilité à deux chiffres ! Il nous faut donc besoin de sortir de ce système pour réaffirmer la place du français, mais également notre capacité de maîtriser les publications de nos chercheurs payés sur deniers publics. Néanmoins, c'est un énorme chantier qui doit être mené à l'échelle de la planète.

Mme Annick Billon. – Moi aussi je tiens à vous féliciter pour votre rapport. L'aménagement du territoire reste un enjeu majeur : ce n'est qu'en assurant la couverture numérique de l'ensemble du territoire que l'accès de tous au numérique pourra être garanti. Par ailleurs, la question du prix du numérique mérite également d'être posée. Je rappelle que notre collègue

Jean-François Longeot avait rédigé un rapport très instructif dans lequel il dénonçait l'obsolescence programmée des outils numériques dans le cadre de la mission d'information sur l'inventaire et le devenir des matériaux et composants des téléphones mobiles. Il est inquiétant qu'aujourd'hui, le prix du numérique soit aux mains de quelques très grandes entreprises.

M. Jean-Raymond Hugonet. – Je m'associe aux félicitations de mes collègues. Votre étude n'a pas vocation à traiter de tous les sujets liés au numérique, mais ne faudrait-il pas préciser l'apport du numérique pour la ville (la smart city) et pour les constructions à travers le développement des techniques du BIM (*Building Information Modeling*) ? Ce sont des enjeux majeurs pour l'aménagement du territoire.

M. Max Brisson. – Bravo pour votre rapport ! Je me concentrerai sur les enjeux de formation initiale au numérique. En ce qui concerne le développement du numérique à l'école, il faut sortir de la logique de l'équipement qui a dominé pendant quarante ans pour entrer dans une logique de la pédagogie. Trop d'enseignants sont instrumentalisés sans s'en rendre compte par les équipementiers : les chefs d'établissement sont alors mis sous pression pour acheter tel ou tel équipement et cette pression est répercutée sur les collectivités territoriales qui les financent. Il faut que l'éducation nationale précise ce qu'elle attend de la pédagogie numérique, d'autant qu'une mauvaise utilisation du numérique conduit souvent à une pédagogie encore plus frontale que la pédagogie traditionnelle et favorisant encore moins l'autonomie ! En ce qui concerne la formation initiale, il ne faut pas faire une nouvelle réforme des ESPÉ, mais plutôt repenser le cadre de la formation initiale des professeurs, notamment en les sensibilisant sur l'importance d'apprendre à apprendre, ce qui signifie sortir d'une logique très descendante et très disciplinaire, repenser le pré-recrutement, la place du concours, ainsi que le rôle des praticiens pour former les enseignants. Ce sont ces recommandations très complémentaires aux vôtres que nous ferons avec Françoise Laborde dans notre rapport. Quant à la formation continue, on ne peut pas reprocher aux enseignants une maîtrise insuffisante des outils numériques quand on sait que la formation continue a toujours été la variable d'ajustement des budgets de l'éducation nationale ! Comme vous, nous préconiserons une formation obligatoire des enseignants dans le secondaire.

M. Stéphane Piednoir. – Je tiens également à vous féliciter pour cet immense travail. Le débat sur la place du numérique à l'école rappelle ceux d'il y a une quinzaine d'années entre enseignants sur l'opportunité de laisser les élèves avoir accès à Internet. Désormais, l'utilisation d'Internet dans le cadre scolaire a été banalisée et cette question ne se pose plus. En revanche, je m'inscris en faux par rapport à ce qui a été dit sur la formation des enseignants. D'abord, l'informatique est enseignée dans les collèges et les lycées, souvent par des professeurs de mathématiques et cet enseignement porte essentiellement sur l'algorithmique. Ensuite, je suis persuadé que les

compétences numériques des enseignants augmentent : les enseignants qui arrivent dans les ESPE ne sont pas encore des *digital natives* mais ces outils leurs sont extrêmement familiers. Désormais, on trouve des spécialistes dans presque tous les établissements, qui deviennent des référents numériques auxquels les autres enseignants peuvent s'adresser. En ce qui concerne les outils numériques à l'école, le débat a été lancé pour savoir s'il faut ou non réglementer. Cette question dépasse le simple smartphone ou la tablette. Ainsi, les montres connectées permettent également d'avoir accès à Internet. Je souhaiterais également apporter une précision. Dans la proposition de loi relative au téléphone portable que la commission examinera la semaine prochaine, il n'est plus question d'interdiction mais d'encadrement. En réalité, la question se pose dans les termes suivants : faut-il s'adapter aux nouvelles technologies ou réglementer par des textes qui ont l'inconvénient d'être rigides ?

M. David Assouline. – Je vous félicite pour ce travail très complet et très transversal. Je rappelle que dans un rapport d'information que j'ai rendu en 2008, j'examinais déjà l'un des aspects que vous abordez aujourd'hui, à savoir la question des jeunes face aux nouveaux médias et au numérique. Je souhaite rapporter une anecdote assez symptomatique de la difficulté de l'État à s'adapter à l'évolution des technologies : lors de l'audition du ministre de l'éducation nationale de l'époque, j'avais fait remarquer l'obsolescence du parc informatique des établissements scolaires. Il m'avait alors rétorqué que compte tenu du temps qu'il avait fallu pour équiper l'ensemble des établissements - plus de dix ans -, il était impensable de jeter ce matériel, même s'il était obsolète. Alors que ce matériel aurait dû être renouvelé tous les deux ans par une politique de leasing, la procédure choisie pour équiper les écoles empêchait une utilisation efficace du numérique. À cet égard, il serait intéressant de savoir si l'éducation nationale a modifié sa stratégie d'équipement.

Je souhaiterais par ailleurs formuler deux remarques par rapport à ce qui a été dit jusqu'à présent. D'abord, c'est la première fois que le pédagogue, qu'il s'agisse des enseignants, mais également des parents, est en retard par rapport à celui à qui il est censé enseigner. C'est ainsi souvent l'enfant qui apprend aux parents comment on charge une application. C'est un changement de paradigme dont on mesure mal les conséquences. Par ailleurs, on confond deux choses quand on parle de numérique : on parle d'éducation par ce que produit le numérique, c'est-à-dire les usages, mais le codage, la fabrication des algorithmes restent réservés à quelques spécialistes. On ne maîtrise pas l'outil qui permet de diffuser le message et de la fabriquer. Or, pour maîtriser le langage, on apprend d'abord l'alphabet : il faudrait donc renforcer l'enseignement du langage informatique. C'est ainsi qu'on pourra réduire l'écart entre l'offre et la demande de compétences numériques sur le marché du travail. Rien qu'en Ile-de-France, 50 000 emplois seraient ainsi non pourvus. Cela signifie concrètement l'instauration d'un enseignement obligatoire de l'informatique

et une modification des programmes. Je terminerai sur les questions de santé publique : il existe un consensus sur les effets nocifs des écrans pour les enfants de moins de trois ans, comme le rappelait notamment Françoise Laborde à propos du développement de la myopie constaté chez les jeunes Chinois.

M. Maurice Antiste. – Parmi les propositions que vous défendez, deux me paraissent essentielles : faire précéder l’interdiction du portable dans les établissements scolaires d’un débat avec les enseignants, les parents et les élèves sur les enjeux de cette mesure et rendre l’usage du numérique systématique pour faciliter l’apprentissage et la scolarité des élèves à besoins particuliers. Je rappellerai qu’avant d’être sénateur, je faisais partie d’un groupe de chercheurs qui travaillaient sur la pédagogie et s’intéressaient en particulier à l’échec scolaire. Nous étions arrivés à la conclusion que ce dernier s’expliquait par une inadaptation de l’école à la vie, et ce phénomène s’est encore accéléré avec le développement du numérique. Par exemple, peut-on continuer à utiliser une pédagogie très livresque, quand l’élève peut accéder chez lui à toutes sortes d’informations sur différents supports grâce à Internet ? Ce constat m’a valu de nombreuses disputes avec des enseignants, qui portaient un jugement très négatif sur leurs élèves. Je leur faisais remarquer qu’ils étaient en train de juger leur pédagogie. Plutôt que d’interdire des outils technologiques complètement banalisés dans la vie courante, il faut s’interroger, en tant que pédagogue, sur comment les mettre au service des apprentissages.

Mme Céline Boulay-Espéronnier. – Votre rapport lance une réflexion quasi philosophique sur la société dans laquelle nous souhaitons vivre demain. Je suis particulièrement sensible à vos propositions concernant la nécessité d’apprendre à se servir des outils numériques et d’apprendre à s’en passer. Le numérique soulève des enjeux d’égalité : à Paris, il y a en moyenne sept écrans par famille. Parallèlement vous avez rappelé que 15 % des citoyens n’ont pas accès à Internet. Il faut donc garantir à tous les citoyens l’accès au numérique, mais il faut également l’encadrer et le limiter. Je rappelle les propos que tenait un mathématicien récompensé de la médaille Fields la semaine dernière sur l’embrigadement de la société en raison de l’oligopole des grandes sociétés du numérique. Cette crainte est d’autant plus vraie que le numérique n’est plus un outil, mais est un élément constitutif de notre vie, comme en témoigne la panique qui saisit la plupart d’entre nous lorsque nous croyons l’avoir perdu ou oublié !

M. Michel Savin. – Je souhaite bien entendu vous féliciter et revenir sur votre proposition visant à réaffirmer les missions de l’audiovisuel public en matière d’information, de divertissement et d’éducation et à s’assurer de la compatibilité du modèle économique retenu avec l’exercice de ces missions dans la perspective d’une réforme de l’audiovisuel public. Ces recommandations ne pourront aboutir que si l’audiovisuel public dispose

des moyens suffisants pour exercer les missions mentionnées précédemment et imposer son modèle dans un contexte de compétition mondiale.

Mme Laure Darcos. - Je m'associe aux félicitations de mes collègues. Je rejoins notre collègue David Assouline lorsqu'il constate que nos enfants nous dépassent en matière de numérique, et notamment dans la maîtrise du codage. À cet égard, il me paraîtrait opportun de faire évoluer les disciplines. Je pense par exemple à l'opportunité de transformer les cours de technologie en cours d'informatique, d'autant que les professeurs de technologie sont souvent également professeurs d'informatique. Pour illustrer les pénuries en compétences numériques, je rappellerai la stratégie de nombreuses entreprises spécialisées dans la cybersécurité qui prennent désormais systématiquement des jeunes en alternance afin de disposer d'une main d'œuvre adaptée à leurs besoins. J'insiste également sur les compétences très variables des enseignants en matière de numérique : certains sont des quasi professionnels, alors que d'autres ne savent pas utiliser les fonctionnalités des tableaux blancs interactifs ! Il y a donc un manque cruel de formation. Je regrette également que les responsabilités entre l'État et les collectivités territoriales en matière de maintenance restent opaques, ce qui conduit souvent à faire assumer la maintenance des équipements par des professeurs, souvent de technologie. Enfin, je tiens à attirer votre attention sur le danger du « tout gratuit » : certains professeurs mettent en ligne les ressources pédagogiques qu'ils développent, sans qu'elles soient toujours adaptées aux programmes officiels. Je rappelle le rôle fondamental des éditeurs privés payants. Ces derniers ont adapté leurs produits afin de tenir compte de l'évolution des technologies. Néanmoins, le numérique ne remplacera jamais complètement le papier et il faut encourager les usages complémentaires. Enfin, au-delà des questions de myopie liées à l'exposition aux écrans, de nombreux pédiatres insistent sur les dangers du numérique pour le développement des jeunes enfants. Ainsi, l'utilisation de tablettes par des enfants de six à huit mois va certes leur apprendre à bouger des objets sur un écran, mais ces enfants ne sauront pas tenir un objet. De même, l'apprentissage de la lecture ne se fait pas de la même manière sur un écran et sur un livre. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si de très nombreux responsables de grandes entreprises américaines du numérique envoient leurs enfants dans des écoles qui proscrivent l'utilisation des outils numériques !

M. Christian Manable. - J'espère que tous ces compliments et la chaleur ambiante ne vont pas faire trop gonfler vos chevilles !

Mme Catherine Morin-Desailly, rapporteure. - Pour répondre à la remarque de Bruno Retailleau sur la dimension européenne du numérique, je rappelle que ce rapport s'inscrit dans la continuité de deux rapports réalisés à l'époque où j'étais membre de la commission des affaires européennes et qui portaient sur la gouvernance d'Internet, les questions industrielles et la fiscalité liées au numérique. Le présent rapport constate le

retard que nous avons accumulé en matière de formation au numérique, que ce soit à l'école, à l'université, mais également dans les petites et moyennes entreprises, alors que tous les métiers se digitalisent. Par ailleurs, nous ne pouvons pas continuer à être dépendants d'un système composé de quelques entreprises oligopolistiques qui nous imposent leurs valeurs. Il nous faut donc développer une véritable stratégie au niveau de l'État et du gouvernement et mettre un terme à cette porosité dangereuse entre l'administration centrale et les grandes entreprises numériques américaines.

En ce qui concerne l'interdiction du téléphone portable à l'école, elle est complétée par la possibilité d'utiliser le téléphone portable dans le cadre d'un usage pédagogique afin de profiter des opportunités du numérique en matière d'apprentissage. Toutefois, l'enseignant doit garder la maîtrise sur ces exceptions pédagogiques. Ma recommandation sur la nécessité de faire précéder l'interdiction du portable dans les établissements scolaires d'un débat avec les enseignants, les parents et les élèves sur les enjeux de cette mesure est inspirée de mes échanges avec Serge Tisseron, psychiatre et spécialiste de ces questions. En effet, la portée pédagogique de cette mesure ne pourra être atteinte que si l'ensemble des parties prenantes comprennent les risques et les opportunités du portable. Colette Mélot faisait remarquer que les établissements scolaires étaient de plus en plus équipés : c'est grâce aux collectivités territoriales qui ont fortement investi dans l'équipement informatique des écoles et des collèges. Toutefois, ces mêmes collectivités territoriales constatent une absence de retour d'information sur les usages suscités par les équipements qu'elles ont financés. C'est la raison pour laquelle j'ai insisté sur la mise en place d'une véritable instance de pilotage entre l'État et les collectivités territoriales pour assurer l'efficacité du plan numérique pour l'éducation. Par ailleurs, comme l'a rappelé Max Brisson, il faut inverser la logique et réfléchir aux usages avant d'imposer des équipements. En ce qui concerne les effets néfastes des écrans sur le développement des jeunes enfants et l'apparition de troubles de type autistiques, je déposerai prochainement une proposition de loi qui obligera les constructeurs d'outils numériques à vocation pédagogique pour les très jeunes enfants à indiquer que l'utilisation des outils numériques peut nuire au développement des enfants de moins de trois ans.

Mme Laure Darcos. – Attention de ne pas faire d'amalgame entre les troubles de comportement et les troubles autistiques !

Mme Catherine Morin-Desailly, rapporteure. – Je connais suffisamment bien la question du handicap pour ne pas risquer de faire d'amalgame. Quand je parle de comportement type autistique, je fais référence à des comportements de renfermement de l'enfant sur lui-même et des difficultés dans sa relation au monde. La proposition de loi que je souhaite déposer prochainement ne signifie pas que je suis opposée aux nouvelles technologies, mais elle vise à garantir que ces dernières ne nuisent pas au développement de l'enfant.

Enfin, Jean-Raymond Hugonet m'a demandé si je ne devais pas parler de la formation de ceux qui auront à construire les villes intelligentes de demain. En fait, j'en parle indirectement, lorsque je parle de la nécessité d'investir dans des secteurs clés tels que les transports, l'énergie et l'environnement. Ils sont au cœur de la problématique des villes du futur. Je n'ai pas pu détailler tous les métiers qui doivent s'adapter à la digitalisation, je vous renvoie à mon rapport qui insiste sur la façon dont tous les métiers sont impactés par le numérique, et c'est à cette transformation qu'il faut préparer les élèves.

En ce qui concerne le codage, pour répondre à David Assouline, il est désormais obligatoire à l'école primaire et au collège. En revanche, je propose d'émanciper l'informatique des mathématiques ou de la technologie et d'en faire une discipline autonome, Enfin, je voudrais tempérer l'affirmation de Stéphane Piednoir sur la supposée compétence des jeunes enseignants. Des études officielles montrent qu'ils peuvent rencontrer les mêmes difficultés que leurs collègues plus anciens. S'ils maîtrisent les outils numériques pour leur usage personnel, ils ne savent pas tous les manipuler d'un point de vue pédagogique.

La commission autorise la publication du rapport d'information.

LISTE DES DÉPLACEMENTS

Déplacement à Simplon.co, Montreuil (93100)

Accueil par Mme Elodie Salin, *directrice formation ingénierie partenariats*, rencontre avec des apprenants et formateurs à l'inclusion sociale, visite des locaux. Entretien avec Mme Camille Meier, *responsable grands projets*

Déplacement à Caen avec M. Pascal Cotentin, *délégué académique au numérique éducatif (DANE)*

- Visite d'une classe de CM1 à l'école Fernand Léger :
 - M. Mathias Bouvier, *directeur académique des services de l'éducation nationale (DASEN) du Calvados*
 - Mme Lydia Bretos, *professeur de lettres, DANE adjointe*
 - Mme Valérie Damecour-Finel, *professeur des écoles*
 - Mme Carole Fargeton, *conseillère pédagogique numérique éducatif*
 - M. Fabrice Perrot, *inspecteur de l'éducation nationale, Caen nord*
 - M. Denis Rolland, *recteur*

- Visite du Collège Pagnol à Caen (classé REP+) :
 - M. Mathias Bouvier, *directeur académique des services de l'éducation nationale (DASEN) du Calvados*
 - Mme Lacoste Brigitte, *principale*
 - M. Olivier Clarence, *professeur de mathématiques*
 - Mme Géraldine Coquet, *professeure d'histoire, géographie, EMC*
 -
 - Mme Corinne Dauphin-Rivière, *professeure documentaliste*
 - M. Fabien Dufort, *professeur de technologie*
 - M. Jean-Léonce Dupont, *président du conseil départemental*
 - Mme Nathalie Gravent, *adjointe gestionnaire*
 - M. Jean-Baptiste Lesaulnier, *chargé de mission collèges numériques*
 - Mme Marianne Llorca, *professeure de lettres*
 - M. Nicolas Robiolle, *professeur d'EPS*
 - Mme Pascale Segaud-Castex, *professeure d'anglais*

- Visite du Lycée Jules Verne à Mondeville, présentation du projet « Lycée du futur » :

- M. Karl Bazin, *professeur-formateur, lycée du futur*
- Mme Lydia Bretos, *professeur de lettres, adjointe au délégué académique au numérique (Dan) de Caen*
- Mme Julia Cotentin, *professeur-formateur d'anglais*
- Mme Martine Fily, *proviseur*
- M. Anthony Gandais, *artiste*
- M. Mikael Guillory, *conseiller pédagogique numérique*
- Mme Anne Hennebicque, *gestionnaire*
- M. Philippe Lecluse, *professeur-formateur numérique et ENT*
- M. Philippe Morin, *professeur-formateur, formation culture numérique*
- M. Manuel Rouelle, *professeur-formateur, mobilité réalité virtuelle*
- Mme Nathalie Weibel, *professeur-formateur robotique ISN*

- ÉSPÉ de Caen :

- Mme Catherine Garnarczyk, *directrice*
- M. Dominique Lachiver, *chargé de mission « outils et ressources numériques »*
- Mme Elisabeth Schneider, *chargée de mission « usages du numérique et de la documentation »*
- M. Samuel Voisin, *directeur adjoint formation*

Déplacement à Cergy-Pontoise

- Rencontre avec M. Alain Jaillet, *directeur de TechEduLab, université de Cergy-Pontoise*

- Visite de **LabBoite** et échanges avec M. Bastien Vernier, *fabmanager*

- Visite de l'**ESSEC Business School**, et échanges avec M. Nicolas Glady, *directeur général adjoint, en charge de la stratégie digitale*

LISTE DES PERSONNES AUDITIONNÉES

- Mme Bénédicte Arnould, *directrice adjointe de la formation, École nationale d'administration (ENA)*
- M. Laurent Baudart, *délégué général*, et Mme Philippine Lefèvre, *déléguée aux relations institutionnelles, Syntec numérique*
- M. Alexandre Benassar, *cofondateur du fablab du lycée Henri Nominé de Sarreguemines, FabUlis*
- M. Stéphane Blocquaux, *docteur en sciences de l'information et de la communication à Angers, spécialiste de la « jeunesse et usages des technologies numériques » – Cyberdélinquance*
- M. Jean-Yves Capul, *chef de service à la direction du numérique pour l'éducation (DNE)*
- Mmes Elsa Comby, *responsable des affaires publiques*, et Agnès Lanoé, *directrice de la prospective et de la stratégie, ARTE France*
- Mme Marie-Anne Denis, *directrice générale, Milan presse*
- M. Bruno Devauchelle, *chargé de mission TICE à l'université catholique de Lyon et professeur associé à l'université de Poitiers, laboratoire Techné*
- Mme Sandra Enlart, *directrice générale d'Entreprise & personnel, chercheuse associée en sciences de l'éducation à l'université de Paris Ouest Nanterre la Défense*
- M. Rémi Ferrand, *délégué général, Association Pasc@line*
- M. Jean-Michel Fourgous, *maire d'Elancourt et auteur du rapport sur « réussir l'école du numérique »*

- Mme Divina Frau-Meigs, *professeur, université Paris III-Sorbonne nouvelle en sciences de l'information et de la communication*

- M. Alain Frugière, *directeur, École supérieure du professorat et de l'éducation (ÉSPÉ) de Paris*

- MM. Thierry Happe, *président*, et Guillaume Pernoud, *directeur général, Observatoire Netexplo*

- M. Aymeril Hoang, *directeur de cabinet, secrétariat d'État auprès du Premier ministre, chargé du numérique*, et Mme Yolaine Proult, *conseillère innovation publique et inclusion numérique*

- M. David Knecht, *conseiller budgétaire et numérique, ministère de l'éducation nationale*

- MM. Gilles Lasplacettes, *directeur général du Réseau Canopé*, et Serge Barbet, *directeur délégué du CLEMI*

- Mme Sylvie Marcé, *directrice générale d'Humensis*, et Catherine Lucet, *présidente des éditions Nathan et directrice générale du pôle éducation et référence d'Editis*, Mmes Pascale Gélébart, *directrice des éditeurs d'éducation*, et Estelle Dubernard, *directrice d'Hachette éducation, Syndicat national de l'édition (SNE)*

- M. Tahar Melliti, *directeur général, Alliance des industries du futur*

- M. Jean-Marc Monteil, *chargé d'une mission interministérielle sur le numérique éducatif*

- M. David Muller, *bureau des contenus d'enseignement et des ressources pédagogiques, Dgesco*

- MM. Bernard Ourghanlian, *directeur technique et sécurité*, Jean-Renaud Roy, *directeur des affaires publiques*, et Mme Melody Isnard, *senior marketing manager éducation, Microsoft*

- M. Antoine Petit, *président, Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA)*

- M. Pascal Plantard, *professeur des universités en sciences de l'éducation, anthropologue des usages des technologies numériques, Rennes*

- M. Nicolas Sadirac, *directeur général, Ecole 42*

- M. François Taddei, *directeur du centre de recherche interdisciplinaire et chargé de mission sur l'innovation pédagogique, Centre de recherches interdisciplinaires (CRI)*

- M. Denis Thouard, *philosophe, directeur de recherche au CNRS*

- M. Serge Tisseron, *psychiatre, docteur en psychologie habilité à diriger des recherches, membre de l'Académie des technologies*

- M. André Tricot, *professeur de psychologie, directeur de VERT « Hypermédias et apprentissages » à l'Institut universitaire de formation des maîtres (IUFM) de Midi-Pyrénées et chercheur au laboratoire travail et cognition du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) à Toulouse*

- M. Xavier Turion, *directeur général adjoint, et Mme Ghislaine Desbuissons, chef de la mission et de la formation, direction générale de l'enseignement scolaire (Dgesco)*

- M. Alain Van Sante, *délégué académique au numérique à Rennes*

- Mmes Sophie Vulliet-Tavernier, *directrice des relations avec les publics et de la recherche, et Tiphaine Havel, conseillère pour les questions institutionnelles et parlementaires, Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL)*

- M. Philippe Watrelot, *président, Conseil national de l'innovation pour la réussite éducative (Cniré)*

- **Table ronde introductive**

- M. Bertrand Monthubert, *président, Livre blanc de l'enseignement supérieur et de la recherche*

- M. Philippe Bihouix, *directeur, co-auteur, avec Karine Mauvilly du « Désastre de l'école numérique »*

- Mme Hélène Marchi, *directeur de l'éducation Intel France*

- M. Stéphan Vincent-Lancrin, *analyste senior et sous-chef de la division « Innovation et mesure du progrès », OCDE*

- Mme Emmanuelle Roux, *membre du Conseil national du numérique*

- **Table ronde « praticiens »**

- M. Loys Bonod, *enseignant*

- Mme Sabine Duflo, *psychologue spécialisée sur la question des écrans*

- Mmes Elsa Job-Pigeard et Carole Vanhoutte, *orthophonistes spécialisées sur les questions « petite enfance et écran »*

- **Table ronde « enseignement supérieur »**

- Direction générale de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle (DGESIP) : Mmes Rachel-Marie Pradeilles-Duval, *chef de service de la stratégie des formations et de la vie étudiante*, Marie-Françoise Crouzier, *chef de la mission de la pédagogie et du numérique* et M. Mehdi Gharsallah, *conseiller stratégique pour le numérique*

- Conférence des présidents d'université (CPU) : M. Patrick Levy, *président du comité numérique de la CPU (et de l'université Grenoble-Alpes)*

- Conférence grandes écoles (CGE) : M. Denis Guibard, *directeur de Telecom école de management*

- Mme Catherine Becchetti-Bizot, *chargée par la ministre d'une mission d'étude sur les pédagogies actives liées à l'utilisation du numérique*

- **Table ronde « entreprises »**

- CCI Ile-de-France : Mmes Cécile André Leruste, *vice-présidente en charge de l'enseignement*, Lucie Paquy, *directrice de l'innovation pédagogique*, et Véronique Etienne-Martin, *directrice de cabinet du président et du directeur général*

- Confédération des PME (CPME) : M. Jean-Michel Pottier, *vice-président CPME en charge des affaires sociales*, Mmes Delphine Borne, *juriste chargée des sujets numériques*, et Sabrina Benmouhoub, *chargée de mission affaires publiques*

- MEDEF : M. Alain Druelles, *directeur de l'éducation et de la formation*, Mme Anne-Florence Fagès-Mirtin, *directrice de mission à la direction recherche et innovation*, et M. Jules Guillaud, *chargé de mission à la direction des affaires publiques*

- **Table ronde « collectivités territoriales »**

- Régions de France : M. Jean Rainaud, *conseiller éducation formation de Régions de France*, et Mme Marie-Reine du Bourg, *conseillère aux relations parlementaires - Parlement français et européen*

- Assemblée des départements de France (ADF) : M. Jean-Pierre Quignaux, *conseiller innovation et numérique*

- Association des maires de France (AMF) : Mme Virginie Lanlo, *adjointe au maire de Meudon, déléguée à l'éducation*, M. Sébastien Ferriby, *conseiller culture et éducation*, et Mme Charlotte de Fontaines, *chargée des relations avec le Parlement*

- Département du Val-de-Marne : Mme Béatrice Duhén, *directrice de l'éducation et des collèges*

- **Table ronde « formation »**

- M. Christian Lajoux, *président (Medef) du comité interprofessionnel pour l'emploi et la formation (Copanef)*

- M. Jean-Marie Luttringer, *expert en droit de la formation*

- **Table ronde « universitaires »**

- MM. Georges Louis Baron, *professeur des sciences de l'éducation*, et Eric Bruillard, *professeur des universités, directeur du laboratoire STEF, École normale supérieure (ENS) Cachan*

- **Table ronde « enseignement supérieur »**

- M. Jean-Rémi Gratadour, *directeur exécutif du centre digital HEC Paris*

- M. Jean-Charles Cailliez, *directeur d'HEMiSF4iRE, design school et vice-président innovation de l'université catholique de Lille*

- **Table ronde « éducation nationale »**

- M. Mathieu Jeandron, *directeur du numérique*,

- M. Gilles Braun, *inspecteur général de l'éducation nationale (IGEN), groupe établissements et vie scolaire, spécialiste du numérique éducatif*

- Mme Christine François, *déléguée académique au numérique éducatif, rectorat de l'académie de Nancy-Metz*

- Mme Brigitte Nominé, *vice-présidente stratégie numérique, université de Lorraine*

• **Table ronde « responsables établissements »**

- Mme Stéphanie de Vanssay, *conseillère technique SE-UNSA*

- M. Frédéric Levasseur, *délégué académique au numérique éducatif (DANE) par intérim de l'académie de Créteil*

- M. Max Aubernon, *principal, collège Boris Vian, Paris 17e*

• **Table ronde « souveraineté du numérique »**

- M. Bernard Benhamou, *secrétaire général de l'institut de la souveraineté numérique,*

- M. Francis Jutand, *directeur général adjoint, Institut Mines-Télécom,*

- M. Loïc Duflot, *sous-directeur des réseaux et des usages numériques au service de l'économie numérique (SEN), direction générale des entreprises,*

- Mme Amal Taleb, *directrice adjointe des affaires publiques chez SAP,*

- M. Tariq Krim, *président-directeur général de Jolicloud*