



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE
ET DE LA JEUNESSE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Conseil supérieur
des programmes

Avis sur la contribution du numérique à la transmission des savoirs et à l'amélioration des pratiques pédagogiques

Juin 2022

Sommaire

Introduction : l'Éducation nationale et le numérique	6
I. Des usages variés du numérique scolaire selon les enseignements, les contextes et les élèves.....	14
1. Les enseignements spécifiques à l'informatique et au numérique au lycée général et technologique	14
1.1 L'enseignement <i>Sciences numériques et technologie</i> de seconde (SNT).....	14
Recommandation du CSP.....	15
1.2 L'enseignement de spécialité <i>Numérique et sciences informatiques</i> (NSI)	16
Recommandations du CSP	17
2. L'éducation aux médias et à l'information (EMI).....	18
Recommandation du CSP.....	19
3. Le numérique dans les autres disciplines et enseignements, de l'école au lycée	19
3.1 Enseignements artistiques	19
3.2 Éducation physique et sportive.....	19
3.3 Français	20
3.4 Histoire-géographie, éducation morale et civique (EMC) et histoire-géographie, géopolitique et sciences politiques (HGGSP).....	20
3.5 Langues anciennes	21
3.6 Langues vivantes	21
3.7 Mathématiques.....	21
3.8 Philosophie et humanités, littérature et philosophie (HLP)	23
3.9 Physique-chimie.....	23
3.10 Sciences économiques et sociales	24
3.11 Sciences et technologie du vivant, de la santé et de la Terre.....	24
3.12 Technologie, sciences de l'ingénieur, sciences et technologies de l'industrie et du développement durable	25
Recommandations du CSP	25
4. Les compétences numériques : cadre de référence, outil d'évaluation et de certification	26
Recommandations du CSP	27
5. Le numérique au service des besoins particuliers des publics spécifiques	27
Recommandations du CSP	30
II. Les infrastructures, les équipements et les ressources numériques à l'École : un potentiel riche mais parfois méconnu, sous-exploité et inadapté.....	31
1. Le contexte et les enjeux du numérique pour l'éducation	31
1.1 État des lieux des équipements à l'école, au collège et au lycée	31

1.2 La crise sanitaire : un révélateur et un laboratoire des potentialités du numérique dont il convient de tirer des enseignements, y compris en temps ordinaire	31
1.3 La crise sanitaire : un révélateur de la disparité territoriale des équipements et une mise en évidence d'obstacles au déploiement du numérique éducatif	32
2. Une sous-exploitation technologique des équipements	33
Recommandations du CSP	34
3. L'exploitation pédagogique des équipements	34
3.1 L'exemple et l'analyse des équipements numériques mobiles	34
3.2 Deux exemples d'outils numériques utilisés en mathématiques dans l'enseignement secondaire	36
Recommandations du CSP	37
3.3 L'exemple de l'ENT : l'environnement numérique de référence dans le cadre scolaire	37
Recommandations du CSP	38
4. Pérennité, transférabilité et interopérabilité des outils et des ressources	38
4.1 Une nébuleuse en perpétuelle expansion, des sites difficiles d'accès et insuffisamment fréquentés	38
4.2 L'offre de ressources	40
Recommandations du CSP	44
4.3 Une utilisation limitée des ressources institutionnelles	46
Recommandations du CSP	49
5. Une dimension forte du numérique éducatif : les territoires numériques éducatifs (TNE)	49
5.1 La situation avant la création des TNE	49
5.2 Les services académiques et les établissements scolaires	49
5.3 Le déploiement des TNE	50
Recommandation du CSP	50
6. Le développement de l'intelligence artificielle : enjeux et perspectives	51
6.1 Définition et champs d'application	51
6.2 Intelligence artificielle et éducation	52
Recommandations du CSP	56
III. Les incidences du numérique sur les apprentissages, les relations interindividuelles et collectives et la santé	57
1. Les incidences sur les apprentissages scolaires : contextes international et national	57
1.1 L'introduction du numérique à l'école : un fait établi	57
1.2 Exemples d'outils numériques utilisés dans l'enseignement : les manuels, les banques d'exercices et les vidéos	58
Recommandations du CSP	63
1.3 Les potentialités du numérique en matière d'enseignement : des apports variés	63
1.4 La seule introduction d'outils numériques dans l'enseignement ne suffit pas à améliorer les apprentissages et à réduire les inégalités	65
Recommandations du CSP	67

2.	Les avantages du numérique pendant le temps scolaire et hors du temps scolaire.....	67
2.1	Un nouveau mode de communication instauré au sein de la communauté éducative	68
2.2	Le maintien de la continuité pédagogique.....	68
	Recommandation du CSP.....	68
2.3	L'évolution des fondements de la relation entre enseignants et élèves	68
3.	La prise de conscience des risques et des entraves liés à l'usage du numérique : la nécessité de les mesurer, de les analyser et de les évaluer	69
3.1	Le mythe des enfants du numérique	69
3.2	Les incidences du numérique sur l'environnement et l'impératif de sa prise en compte par l'École.....	70
	Recommandations du CSP	71
3.3	L'environnement numérique scolaire.....	71
	Recommandations du CSP	73
3.4	L'environnement numérique récréatif	73
3.5	La nature des usages domestiques : une réalité qui dessert les plus faibles	75
3.6	Dans le champ scolaire : des usages souvent détournés et une maîtrise insuffisante.....	75
3.7	Des résultats scolaires qui sont très souvent corrélés à l'usage du numérique.....	76
3.8	Des usages qui ouvrent parfois la porte de l'illettrisme et qui affectent les piliers du développement de l'élève	76
3.9	Des incidences constatées sur la santé.....	77
3.10	Les rythmes biologiques de l'enfant contrariés par l'exposition précoce et continue aux écrans.....	78
	Recommandation du CSP.....	78
3.11	L'importance de la prise en considération du stade préscolaire	78
	Recommandations du CSP	83
4.	La modification du statut du savoir, du rapport au savoir et de l'accès au savoir	84
	Recommandations du CSP	86
5.	Les relations humaines à l'ère du numérique.....	86
	Recommandation du CSP.....	87
	Recommandations du CSP	88
1.	À destination de l'institution scolaire	88
1.1	En lien avec les enseignements et les programmes scolaires.....	88
1.2	En lien avec la formation des enseignants.....	89
1.3	En lien avec les infrastructures, les équipements et les ressources.....	89
1.4	En lien avec le développement de l'intelligence artificielle (IA) dans la sphère éducative	90
1.5	En lien avec le développement d'un environnement numérique responsable.....	90
2.	À destination des personnels de direction et des enseignants	90
2.1	En lien avec la pédagogie	90
2.2	En lien avec les outils et les ressources	91

3. À destination des familles	91
Recommandations prioritaires.....	92
1. À destination de l'institution scolaire	92
1.1 En lien avec les enseignements et les programmes scolaires.....	92
1.2 En lien avec la formation des enseignants.....	92
1.3 En lien avec les infrastructures, les équipements et les ressources	92
1.4 En lien avec le développement de l'intelligence artificielle (IA) dans la sphère éducative	92
1.5 En lien avec le développement d'un environnement numérique responsable.....	93
2. À destination des personnels de direction et des enseignants	93
2.1 En lien avec la pédagogie	93
2.2 En lien avec les outils et les ressources	93
3. À destination des familles	93
Annexes	94
Annexe 1	94
Liste des seize compétences du Cadre de référence des compétences numériques (CRCN)	94
Annexe 2	98
Liste des personnalités auditionnées par le CSP.....	98
Annexe 3	102
Indications bibliographiques.....	102

Introduction : l'Éducation nationale et le numérique

L'Éducation nationale, dans ses textes officiels, ses déclarations d'intention politique et sa structure institutionnelle, a réagi très rapidement, et presque en temps réel, au déploiement progressif de l'informatique dans la société et au développement d'une culture numérique de plus en plus globalisée. Bien évidemment, la transformation de la réalité scolaire « sur le terrain », c'est-à-dire dans les classes des écoles primaires et des établissements du second degré, obéit à une temporalité plus complexe.

On peut distinguer trois grandes périodes depuis vingt-cinq ans.

De 1997 à 2004 : une introduction limitée et prudente de l'informatique à l'école

En 1998, la charte pour bâtir l'école du XXI^e siècle¹ ainsi que les onze principes de la réforme du lycée² ne mentionnent « les nouvelles technologies de l'information et de la communication » que de façon prudente et relativement marginale, notamment au lycée :

« Les nouvelles technologies de l'information et de la communication peuvent permettre une amélioration de la qualité de l'enseignement. Tous les élèves doivent y avoir accès. Ceci est aujourd'hui possible dans les lycées grâce à l'effort d'équipement informatique consenti par les régions et par l'État. L'enseignement des nouvelles technologies n'est pas organisé sous forme d'une nouvelle discipline. Il a deux dimensions : tout d'abord, les disciplines intègrent l'usage et la compréhension de ces technologies ; ensuite, dans le cadre des Travaux Personnels Encadrés, les lycéens sont invités à utiliser l'ordinateur de façons systématique. De surcroît, un enseignement de mise à niveau sera institué en seconde pour les élèves qui n'auraient pas pu être initiés au collège ».

On le voit, l'accent est mis avant tout sur l'utilisation et la compréhension de l'informatique considérée uniquement comme un « outil » dans le cadre des disciplines scolaires sans qu'il soit prévu la mise en place d'une nouvelle discipline consacrée spécifiquement à l'informatique. Le choix qui est alors fait est d'introduire l'usage de l'informatique à l'École par le biais des disciplines scolaires qui requièrent cet usage. C'est également l'esprit dans lequel sont créés les travaux personnels encadrés (TPE), censés notamment reposer sur « l'utilisation de l'informatique et de l'internet ». L'un des buts de cet enseignement est, d'une part, de promouvoir l'interdisciplinarité (par exemple, le rapport entre les mathématiques et les sciences expérimentales est consolidé et l'épreuve pratique exige un certain nombre de démarches scientifiques comme la modélisation, la simulation, etc., qui supposent l'usage de l'instrument informatique), d'autre part, de renforcer les liens entre les professeurs disciplinaires et les professeurs documentalistes. Plus profondément, la réforme du lycée du début des années 2000 entend promouvoir, de manière explicite et revendiquée, une évolution maîtrisée des enseignements et des pratiques pédagogiques, s'appuyant notamment sur les possibilités offertes par l'informatique (autonomie, démarche de projet, recherche d'information, pratique documentaire, aide individualisée).

Le débat national sur l'avenir de l'école, organisé à la demande du président de la République en 2003-2004, a abouti à la publication du rapport « Pour la réussite de tous les élèves » remis par Claude Thélot au Premier ministre le 12 octobre 2004. Il est intéressant de noter que ce rapport ne fait qu'une place très limitée aux technologies de

¹ BOEN Hors-série n°13 du 26 novembre 1998.

² Un lycée pour le XXI^e siècle.

l'information et de la communication. Celles-ci ne sont mentionnées qu'à la fin du dernier chapitre du rapport sous le titre « Éduquer avec et aux médias »³. En outre, le rapport Thélot est resté très prudent sur ce sujet :

« La commission constate la difficulté de fonder des préconisations sur des connaissances certaines, du moins en France, concernant les effets de la consommation médiatique sur le devenir intellectuel et moral des jeunes. » Si la commission Thélot admet que « l'École doit développer en son sein l'utilisation du multimédia de manière à faire découvrir les usages éducatifs d'Internet ou de la production audiovisuelle », elle propose aussi « le lancement d'un programme de recherche permanent » sur les effets de l'environnement médiatique sur le comportement et la personnalité des jeunes et souhaite que l'Éducation nationale « développe l'éducation concertée avec les parents sur la question des pratiques médiatiques et de leur articulation avec le travail scolaire⁴ ».

Trois conclusions s'imposent à la lecture de ce rapport : tout d'abord, le numérique à l'école se trouve inclus dans l'éducation aux médias et à l'information, cadre bien établi et existant depuis le développement de la télévision et de l'audiovisuel. Il n'y a donc pas de traitement spécifique de l'informatique, et de ce qui deviendra le numérique, par rapport à l'audiovisuel ou à la presse écrite sur papier. Ensuite, l'informatique n'est pas encore perçue par les différents acteurs de la communauté éducative, largement consultés à l'occasion du grand débat sur l'avenir de l'école, comme un « changement de paradigme » dans le domaine culturel ou l'accès à une nouvelle forme de société. Enfin, s'exprime une inquiétude concernant « l'effet de l'environnement médiatique sur le comportement et la personnalité des jeunes », inquiétude qui commande un recours modéré à l'informatique et une évaluation, si possible scientifique, de ses conséquences sur le travail scolaire et la santé des élèves.

De 2005 à 2013 : l'inscription de l'informatique par la loi dans « le socle commun » de la scolarité obligatoire

Une nouvelle étape est franchie avec la loi pour l'avenir de l'école du 23 avril 2005. Dans le rapport annexé, qui fut censuré par le Conseil d'État pour des raisons juridiques et techniques, l'évolution de la société et les conséquences pour l'école sont décrites en ces termes :

« À l'ère de la société de l'information, la connaissance est plus que jamais la clé du développement personnel et le fondement du progrès des nations. Elle continue à s'appuyer sur le livre qui demeure indispensable à la découverte et à la diffusion du savoir. Dans le même temps, elle s'édifie et se transmet dans un environnement toujours plus numérique. Les technologies de l'information et de la communication ont transformé la vie économique en informatisant la production et le mode de gestion des entreprises, mais plus largement elles ont modifié la vie sociale elle-même en introduisant l'informatisation des échanges économiques et culturels, personnels et institutionnels, et elles ont puissamment contribué à mettre notre univers "en réseau", faisant émerger le sentiment de participer à un même monde par-delà les distances géographiques ou culturelles. Il ne s'agit pas seulement pour l'école d'intégrer ces outils dans l'enseignement des disciplines scolaires ou de s'assurer que chaque élève maîtrise ces techniques ; il s'agit aussi de favoriser l'utilisation critique et raisonnée de ces moyens d'accès à l'information et à la communication. Ces technologies ne sont pas une fin en soi, ce sont des outils dont la maîtrise est devenue indispensable dans la société d'aujourd'hui, pour l'accès à la culture universelle, l'adaptation à l'emploi, le développement de la recherche ».

Le rapport annexé prend acte de ce qui apparaît dorénavant comme un « changement de civilisation », décrit comme l'accession à « la société de la connaissance » reposant sur deux piliers : le livre imprimé, dont l'importance

³ Chapitre 8 : Former avec des partenaires, pp.134-136.

⁴ Ibid., pp.135-136.

traditionnelle est réaffirmée, et le développement du numérique qui tend à devenir dominant, mais ne doit pas pour autant remplacer le livre, notamment dans le cadre scolaire.

À la suite du rapport Thélot, l'article 9 de la loi pour l'avenir de l'école⁵ définit un « socle commun de connaissances et de compétences » à maîtriser par tous les élèves à l'issue de la scolarité obligatoire et qui comprend cinq grands domaines, dont le dernier concerne l'informatique :

- la maîtrise de la langue française ;
- la maîtrise des principaux éléments de mathématiques ;
- une culture humaniste et scientifique permettant le libre exercice de la citoyenneté ;
- la pratique d'au moins une langue vivante étrangère ;
- la maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication.

Le socle commun institué par la loi d'avril 2005 se trouve précisé par le décret du 11 juillet 2006, publié au BOEN du 20 juillet 2006. La maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication est définie de la façon suivante, en lien avec le B2i collège :

« La culture numérique implique l'usage sûr et critique des techniques de la société de l'information. Il s'agit de l'informatique, du multimédia et de l'internet, qui désormais irriguent tous les domaines économiques et sociaux.

Ces techniques font souvent l'objet d'un apprentissage empirique hors de l'école. Il appartient néanmoins à celle-ci de faire acquérir à chaque élève un ensemble de compétences lui permettant de les utiliser de façon réfléchie et plus efficace.

Les connaissances et les capacités exigibles pour le B2i collège (Brevet informatique et internet) correspondent au niveau requis pour le socle commun. Elles sont acquises dans le cadre d'activités relevant des différents champs disciplinaires.

Connaissances

Les élèves doivent maîtriser les bases techniques de l'information et de la communication (composants matériels, logiciels et services courants, traitement et échange de l'information, caractéristiques techniques, fichiers, documents, structuration de l'espace de travail, produits multimédias...).

Ils doivent également savoir :

- que les équipements informatiques (matériels, logiciels et services) traitent une information codée pour produire des résultats et peuvent communiquer entre eux ;
- que l'usage de ces outils est régi par des règles qui permettent de protéger la propriété intellectuelle, les droits et libertés des citoyens et de se protéger soi-même.

⁵ Article L.122-1-1 du code de l'éducation.

Capacités

La maîtrise des techniques de l'information et de la communication est développée en termes de capacités dans les textes réglementaires définissant le B2i :

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

Attitudes

Le développement du goût pour la recherche et les échanges d'informations à des fins éducatives, culturelles, sociales, professionnelles doit s'accompagner d'une attitude responsable – domaine également développé dans la définition du B2i – c'est-à-dire :

- une attitude critique et réfléchie vis-à-vis de l'information disponible ;
- une attitude de responsabilité dans l'utilisation des outils interactifs ».

Dans le socle commun issu de la loi Fillon, l'informatique reste donc conçue avant tout comme un outil et un ensemble de « techniques usuelles » qu'il convient de maîtriser sur trois registres : celui des connaissances, des capacités et des attitudes. Il s'agit de permettre à l'élève de s'adapter à l'évolution de la société en lui fournissant les apports techniques indispensables. Le rôle de l'école ne change pas fondamentalement : il s'agit bien de transmettre les connaissances et les capacités indispensables pour l'accès à la culture et à une bonne intégration dans la vie sociale, mais ce rôle traditionnel s'enrichit d'un nouveau domaine spécifique, celui de l'informatique, qui peut aussi être utilisé dans la plupart des disciplines scolaires.

À partir de 2013 : l'éducation au numérique et par le numérique, une priorité pour l'Éducation nationale

Mais c'est surtout la loi d'orientation et de refondation de l'École de la République d'avril 2013 qui attribue au numérique une place centrale au sein du système scolaire, non seulement comme objet d'étude spécifique ou ensemble de techniques à maîtriser dans toutes les disciplines, mais comme instrument de réforme globale du système éducatif, envisagé sous ses multiples aspects, y compris dans ses relations avec les acteurs extérieurs à l'École (équipements, ressources, pratiques pédagogiques, formation professionnelle, communication avec les familles, partenariat avec les opérateurs et les collectivités locales, promotion de la recherche et du développement de l'environnement numérique, soutien aux entreprises de ce secteur, etc.).

Dans la stratégie mise en place pour atteindre les objectifs assignés à l'École (l'acquisition des compétences de base, la lutte contre les inégalités scolaires et le décrochage, la réussite scolaire, etc.), figure dorénavant la nécessité de développer une grande ambition pour enseigner par le numérique et au numérique. « La maîtrise des technologies de l'information et de la communication et le bon usage des ressources numériques, notamment pédagogiques, constituent un enjeu et une opportunité majeurs en matière éducative. » C'est à cette fin que la loi pour la refondation de l'école de la République crée, dans son article 16, un « service public du numérique éducatif ⁶ » :

⁶ Article L.131-2 du code de l'éducation.

« Dans le cadre du service public de l'enseignement et afin de contribuer à ses missions, un service public du numérique éducatif et de l'enseignement à distance est organisé pour, notamment :

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 ».

Le rapport annexé à la loi du 8 juillet 2013 énumère cinq axes pour le numérique à l'école :

- développer une grande ambition pour le numérique à l'école : « Ces technologies peuvent devenir un formidable moteur d'amélioration du système éducatif et de ses méthodes pédagogiques en permettant notamment d'adapter le travail au rythme et aux besoins de l'enfant, de développer la collaboration entre les élèves, de favoriser leur autonomie, de rapprocher les familles de l'école et de faciliter les échanges au sein de la communauté éducative. Elles offrent également des possibilités nouvelles d'apprentissage, par exemple pour l'enseignement des langues étrangères ou pour les élèves en situation de handicap » ;
- créer un service public du numérique éducatif ;
- développer des contenus numériques pédagogiques : « Des ressources et des services numériques seront mis à disposition des écoles et des établissements scolaires pour prolonger les enseignements qui y sont dispensés et leur permettre de mieux communiquer avec les familles » ;
- apprendre à l'ère du numérique : « Il est impératif de former les élèves à la maîtrise, avec un esprit critique, de ces outils qu'ils utilisent chaque jour dans leurs études et leurs loisirs et de permettre aux futurs citoyens de trouver leur place dans une société dont l'environnement technologique est amené à évoluer de plus en plus rapidement » ;
- coordonner les actions de l'État et des collectivités territoriales en faveur du développement du numérique à l'école.

En outre, le socle commun créé par la loi pour l'avenir de l'école du 23 avril 2005 est reformulé par la loi pour la refondation de l'École de la République du 23 avril 2015, sans être nécessairement transformé sur le fond. Ses cinq domaines de formation sont dorénavant présentés de façon moins disciplinaire et plus transversale :

1. Les langages pour penser et communiquer, dont « les langages informatiques et les médias » ;
2. Les méthodes et outils pour apprendre, comprenant notamment « un enseignement explicite des moyens d'accès à l'information et à la documentation ainsi que des outils numériques » ;
3. La formation de la personne et du citoyen ;
4. Les systèmes naturels et les systèmes techniques ;
5. Les représentations du monde et l'activité humaine.

Dans ce socle dont la présentation est renouvelée, on constate que le numérique n'est plus considéré comme un domaine séparé, mais se retrouve inclus de façon transversale dans les deux premiers domaines concernant « les langages pour penser et communiquer » ainsi que les « méthodes et outils pour apprendre ».

Mais plus largement, la loi pour la refondation de l'école de la République fait le pari d'une transformation pédagogique grâce au numérique, ce qui n'avait pas été le cas de la loi précédente. Cette volonté de transformation pédagogique passe tout d'abord par l'offre de ressources éducatives (en particulier la généralisation de l'édition numérique des manuels scolaires), qui doivent cependant respecter la liberté pédagogique des professeurs et la cohérence des enseignements ; mais aussi par la réforme de la formation initiale et continue des enseignants : il est inscrit dans les plans nationaux et académiques de formation que la formation professionnalisante des tout nouveaux ESPE comporte non seulement une formation aux outils numériques, mais aussi une réflexion sur l'utilisation du numérique dans les pratiques pédagogiques et une recommandation en faveur de l'enseignement transversal et du travail en équipe.

Dans la formation des professeurs comme dans l'instruction des élèves, il s'agit de sensibiliser non seulement aux usages, mais aussi aux enjeux du numérique (les droits et devoirs juridiques de l'utilisateur, les risques pour la santé publique, etc.). D'où la création, à la fois, d'un enseignement obligatoire pour tous d'Éducation aux médias et à l'information (EMI) pour sensibiliser aux enjeux, et d'un enseignement facultatif d'Informatique et sciences du numérique (ISN) en classe de terminale des séries générale et technologique. Le but est d'inculquer les principes d'une pratique raisonnée des outils d'information et de communication. Enfin, quant aux relations avec les acteurs administratifs, politiques, économiques et sociaux, la loi prévoit d'inciter les investissements dans la recherche et l'innovation, de faciliter le dialogue avec les familles et les associations, de coordonner l'action de l'État avec celles des collectivités territoriales et, surtout, elle promeut une « école inclusive » : la mise en œuvre d'une « pédagogie différenciée » doit permettre l'inclusion des élèves en situation de handicap. Le numérique devient donc un facteur de lutte contre les inégalités sociales et territoriales.

C'est à la Direction du numérique éducatif (DNE), créée en 2013, qu'il reviendra d'organiser la mise en place du « service public du numérique éducatif ». Rattachée conjointement au secrétariat général du ministère de l'Éducation nationale et à la Direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO), la DNE a pour mission le pilotage de la transition numérique du système éducatif et l'orientation stratégique des politiques publiques en coordonnant l'action des acteurs publics et de la filière numérique.

Sous son égide, un certain nombre d'appels à projets ont vu le jour : « Collèges connectés », « Collèges préfigurateurs », « Collège Lab' », « Classe connectée », « Programme e-Fran », etc. La loi, au nom de l'égalité des chances, vise particulièrement les collèges et les lycées en REP et REP+. En 2015, un grand « plan numérique pour l'éducation », a été lancé et conçu non pas seulement comme un plan d'équipement, mais comme un projet global de refondation du système éducatif. Un nombre croissant de collèges participe au plan numérique. Des lieux d'expérimentation des pratiques numériques se multiplient, en lien avec des laboratoires de recherche, ainsi que des modes d'évaluation (de l'organisation, des méthodes, des outils, etc.), de manière à étendre et à généraliser le numérique sur tout le territoire, à équiper et à aménager les collèges ruraux, etc. Enfin, à la rentrée 2016, les Banques de ressources numériques pour l'École (BRNE) sont instaurées pour faciliter l'accès aux ressources numériques et accompagner les nouveaux programmes des cycles 3 et 4.

La réflexion tend alors logiquement à se recentrer sur la question des pratiques pédagogiques et de leur incidence sur la réussite des élèves. C'est là le cœur du rapport Becchetti-Bizot⁷ qui tire en quelque sorte la leçon du quinquennat éducatif (2012-2017) par rapport au numérique. Il insiste sur les notions de « transition numérique » et de « culture numérique » (se fondant sur quatre piliers : formation, évaluation, information, communication). La généralisation du numérique dans le système scolaire est censée agir comme « un levier stratégique de la refondation de l'École pour améliorer l'efficacité des enseignements, réduire les inégalités sociales et culturelles entre les élèves et ouvrir l'école sur son environnement ». La transition numérique s'inscrit dans un « projet global pour l'École ». Cela implique de repenser le rapport entre les outils numériques et les finalités scolaires, et de mesurer l'incidence des équipements sur la réussite scolaire (le rapport efficacité technologique/performance scolaire).

C'est pour cette raison que la pédagogie est mise au centre de la réflexion sur le numérique éducatif. En particulier, le rapport propose, en vue d'une amélioration des performances scolaires, que l'usage éducatif des outils numériques accompagne la mise en place de la pédagogie active de la classe inversée, autour de quatre compétences : autonomie, créativité, coopération, interaction.

S'inscrivant dans le prolongement de la loi de refondation de l'école de la République, les objectifs politiques affichés dans ce rapport sont doubles. D'abord, l'introduction du numérique à l'École représente un « enjeu démocratique », car il s'agit d'apporter aux élèves, d'une part, des compétences transversales de base, permettant de poursuivre des études dans l'enseignement supérieur, d'autre part, des compétences « génériques » permettant la mobilité professionnelle dans le marché du travail. Cela passe par l'acquisition d'une « culture numérique et informatique », c'est-à-dire l'apprentissage non pas seulement de l'algorithmique et de la programmation, mais aussi de la « citoyenneté numérique ».

Enfin, le numérique est considéré comme un instrument de lutte contre les inégalités et les déterminismes sociaux, le décrochage scolaire et de promotion de la diversité. C'est pourquoi il aurait un rôle majeur à jouer dans la réduction de la fracture sociale à travers l'objectif de la réduction de la fracture numérique. Le moment est sans doute venu, avec le recul d'un quinquennat supplémentaire, de faire le bilan de cette ambition politique et d'en évaluer les avancées et les limites.

Dernier jalon en date, la loi pour une école de la confiance de juillet 2019 vient sanctionner cet état de choses, en modifiant en particulier deux articles du code de l'éducation : l'un portant sur les projets d'école ou d'établissement⁸, et précisant les modalités de la réalisation des « expérimentations pédagogiques » autorisées par la loi pour l'avenir de l'école de 2005, au nombre desquelles peuvent figurer des expérimentations sur « l'utilisation des outils et ressources numériques » ; l'autre portant sur la mission des Inspé⁹, qui précise que ceux-ci « forment les étudiants et les enseignants à la maîtrise des outils et ressources numériques, à leur usage pédagogique ainsi qu'à la connaissance et à la compréhension des enjeux liés à l'écosystème numérique. » C'est également en 2019 que la certification Pix, obligatoire en classe de troisième et en terminale, remplace le B2i.

Enfin la crise sanitaire de la COVID 19, qui a débuté dans notre pays en mars 2020 avec un premier confinement strict et généralisé pendant deux mois, a montré l'utilité, en situation d'urgence, du recours au numérique pour assurer une certaine forme de continuité pédagogique. Ce fut tout d'abord le recours massif à l'enseignement à distance (EAD), dans le cadre de la fermeture généralisée des écoles et des établissements scolaires, puis, dans un second temps, dans

⁷ *Repenser la forme scolaire à l'ère du numérique*, 2017.

⁸ Code de l'éducation, article L.314-2.

⁹ Code de l'éducation, article L. 721-2.

le contexte de l'ouverture de l'école en situation épidémique, du recours éventuel à un enseignement hybride lors du maintien à domicile des élèves déclarés positifs ou cas contact. Mais cette crise a montré très clairement les limites de l'usage d'un numérique au service des apprentissages scolaires, en particulier pour les élèves en difficulté ou issus des milieux socio-économiques défavorisés.

C'est la raison pour laquelle le ministre de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, dans sa lettre de mission du 6 septembre 2021, a demandé au Conseil supérieur des programmes de se pencher sur la contribution du numérique à la transmission des savoirs et à l'amélioration des pratiques pédagogiques.

I. Des usages variés du numérique scolaire selon les enseignements, les contextes et les élèves

1. Les enseignements spécifiques à l'informatique et au numérique au lycée général et technologique

Avec la création, à la rentrée 2019, d'un enseignement obligatoire en classe de seconde, intitulé *Sciences Numériques et Technologie* (SNT), et celle, en première et terminale, de l'enseignement de spécialité *Numérique et Sciences Informatiques* (NSI), l'enseignement du numérique et de l'informatique au lycée général a changé d'échelle.

1.1 L'enseignement *Sciences numériques et technologie* de seconde (SNT)

Cet enseignement obligatoire, d'une durée hebdomadaire d'une heure et demie, s'adresse à tous les élèves de seconde des formations générales et technologiques en lycée. À la rentrée 2019, il était dispensé à 555 667 élèves (source DEPP), pour un total d'environ 28 000 heures d'enseignement. Selon le préambule du programme, cet enseignement a pour objectif d'appréhender les grands concepts sur lesquels sont fondées les technologies numériques. Il s'agit d'éclairer les élèves sur le fait que, malgré leur très grande variété, toutes les avancées technologiques issues du développement de la science informatique reposent sur quatre concepts universels décrits ci-dessous :

- les données (data), formes numériques unifiées adaptées aux machines informatiques, qui représentent les diverses informations véhiculées dans les sociétés modernes : textes, images, sons, tableaux de mesures, comptes bancaires, données de santé, etc. ;
- les algorithmes, règles abstraites définissant les successions d'opérations élémentaires à effectuer sur les données pour en obtenir les informations cherchées ;
- les langages, qui permettent de coder les algorithmes en un grand nombre d'ordres simples consécutifs, constituant des programmes. Ces programmes sont ensuite exécutés par une machine ;
- les machines et leurs systèmes d'exploitation, qui permettent d'exécuter, de stocker les données et les programmes, de gérer les communications entre machines et objets connectés par l'intermédiaire des réseaux.

Ce sont les interactions entre ces concepts qui ont permis le développement de ce que recouvre aujourd'hui le terme « numérique ».

Il s'agit donc de faire réfléchir les élèves sur l'origine et le fonctionnement des technologies et des outils numériques, de comprendre le poids croissant du secteur numérique dans l'économie et la société, et d'être conscients des enjeux qui en découlent.

Le programme s'articule autour de sept thèmes d'étude : internet ; la toile (web) ; les réseaux sociaux ; les données structurées et leur traitement ; localisation, cartographie et mobilité ; informatique embarquée et objets connectés ; photographie numérique. Ces thèmes sont abordés par des activités, dont la programmation dans le langage Python, langage également utilisé dans les programmes de mathématiques et de physique-chimie de seconde, et qui prend la

suite du langage Scratch étudié au collège. Parallèlement aux aspects techniques du codage, le programme présente, à travers les thématiques proposées, l'histoire et l'épistémologie du numérique. Le programme de SNT ayant été rédigé avant la publication du cadre de référence des compétences numériques (CRCN), les capacités dont l'atteinte figure explicitement dans ce programme ne font pas référence au cadre national, alors que des points communs existent entre ces deux documents. Ainsi, la compétence « Programmer » est présente à la fois dans le domaine « Création de contenu numérique » du CRCN et dans le paragraphe « Notions transversales de programmation » du programme de l'enseignement SNT. De même, les thèmes « le web », « les réseaux sociaux », « les données structurées et leur traitement » du programme de SNT contribuent à développer la « Littéracie de l'information et des données », domaine 1 du CRCN, et peuvent être reliés à son domaine 4 « Sécurité ». Enfin, la mise en activité des élèves, notamment sous forme collaborative, décrite dans le préambule du programme, contribue au développement de la compétence « Collaborer à travers des technologies numériques » du domaine 2 du CRCN.

Au terme de trois années de mise en place, il ressort, malheureusement, que les objectifs de cet enseignement obligatoire n'ont pas été atteints ; le décalage entre les ambitions du programme et la réalité de sa mise en œuvre peut être expliqué par plusieurs raisons.

Tout d'abord, cet enseignement sert très souvent de variable d'ajustement dans les services des enseignants. Ainsi, beaucoup d'enseignants non volontaires et non formés, dont parfois des stagiaires ou des contractuels, ont appris peu de temps avant la rentrée scolaire qu'ils en avaient la charge. De ce fait, la partie scientifique et technique relative aux fondements du numérique et aux activités de programmation est souvent délaissée par les enseignants non aguerris à ces pratiques au profit d'une approche purement descriptive des contenus des thèmes, ce qui ne correspond pas à l'objectif affiché et ne favorise pas le développement de compétences numériques. En second lieu, faire pratiquer des activités de programmation en classe entière, à des élèves dont l'initiation à l'informatique varie fortement d'un collège à l'autre, relève de la gageure.

Enfin, l'intitulé même de l'enseignement prête à confusion. Déjà, le pluriel employé dans « sciences numériques » et le singulier dans « technologie » interpelle le Conseil Supérieur des Programmes. Signalons que tous les experts auditionnés par le CSP – et, au-delà, tous les spécialistes de ce domaine – ne comprennent pas que le terme « informatique » ne figure pas dans l'intitulé de cet enseignement.

Recommandation du CSP

Compte tenu de la réalité des conditions d'enseignement (en termes d'organisation, d'horaire et de ressources humaines), le CSP préconise de clarifier la place de la science informatique dans ce programme, sachant qu'une alternative est possible.

Première branche de l'alternative :

Conserver le programme actuel, avec son double objectif scientifique et culturel, mais en modifier l'intitulé pour qu'y figurent à la fois les mots « Informatique » et « Numérique » (par exemple, « Informatique et culture numérique »). Réserver alors la possibilité de dispenser cet enseignement à des professeurs ayant des compétences informatiques attestées : titulaires du CAPES NSI, de l'agrégation d'informatique, du CAPET SII (option ingénierie informatique), ou du diplôme inter-universitaire (DIU) NSI. Il conviendrait alors de renforcer l'articulation entre ce programme et celui de la spécialité NSI de première. Prévoir d'assurer une partie de l'horaire dévolu à cet enseignement en effectif réduit de manière à faciliter la mise en activité des élèves, notamment lorsqu'elle relève de la programmation.

Cette première proposition correspond à la logique selon laquelle le codage est l'un des apprentissages fondamentaux du XXI^e siècle, au même titre que la lecture, l'écriture et le calcul.

Seconde branche de l'alternative :

Focaliser l'objectif du programme sur l'acquisition d'une culture numérique et le développement de compétences numériques. L'initiation à la programmation figurant déjà aux programmes de mathématiques et de technologie du collège avec comme support le logiciel Scratch et étant reprise dans les programmes de mathématiques et de physique-chimie de seconde avec le logiciel Python, il est préconisé, dans cette seconde proposition, de supprimer la partie « Notions transversales de programmation » du programme de SNT et les activités de codage qui s'y rapportent.

Ainsi déchargé, le programme accorderait alors une place explicite au développement des compétences du cadre de référence des compétences numériques (CRCN), en lien étroit avec la certification PIX de fin de lycée.

L'intitulé du programme devrait alors être modifié pour ne pas laisser sous-entendre qu'il s'agit de l'enseignement d'une ou de plusieurs sciences. A priori, ce nouvel enseignement de culture numérique pourrait demeurer ouvert à des professeurs de toutes les disciplines, pourvu qu'ils soient volontaires et aient suivi une formation adaptée. Il serait important que le suivi d'une telle formation soit reconnu par l'institution, par exemple sous la forme d'une certification à enseigner la culture numérique.

1.2 L'enseignement de spécialité *Numérique et sciences informatiques (NSI)*

L'enseignement de spécialité *Numérique et sciences informatiques* (quatre heures par semaine en première et six heures en terminale) a succédé au précédent enseignement de spécialité *Informatique et sciences du numérique* (deux heures par semaine) introduit en 2012, qui n'était proposé qu'aux élèves de terminale S. En 2018, il s'adressait à 22 000 élèves (soit environ 11,4 % des élèves de terminale S) répartis dans 1 231 lycées.

À la rentrée 2019, ce sont 31 502 élèves de première générale, soit 8,1 % du total, qui ont choisi le nouvel enseignement de spécialité *Numérique et sciences informatiques*. Ces chiffres sont d'autant plus notables que cet enseignement n'est pas encore proposé par tous les établissements, faute d'enseignants formés à la science informatique. Le pourcentage de garçons de première ayant fait ce choix s'élève à 15,2 %, alors qu'il n'est que de 2,6% pour les filles, sans qu'aucune explication objective puisse apporter une réponse satisfaisante à cette forte détermination du choix de cette spécialité selon le sexe. En revanche, le choix de l'enseignement « Numérique et sciences informatiques » est peu déterminé par l'origine sociale : en 2019, 8,4 % des élèves d'origine sociale favorisée ont choisi cet enseignement, 7,7 % des élèves d'origine sociale moyenne et 7 % des élèves d'origine sociale défavorisée.

L'enseignement de spécialité NSI est un enseignement non professionnalisant qui vise l'appropriation des concepts et des méthodes théoriques fondant l'informatique dans ses dimensions à la fois scientifiques et techniques. Comme celui de SNT, cet enseignement s'appuie sur l'universalité des quatre concepts fondamentaux et la variété de leurs interactions : les données, les algorithmes, les langages et les machines. Le programme de première est organisé autour de huit rubriques : une rubrique transversale : histoire de l'informatique et sept rubriques thématiques : représentation des données, types et valeurs de base ; représentation des données, types construits ; traitement de données en tables ; interactions entre l'homme et la machine sur la toile ; architectures matérielles et systèmes d'exploitation ; langages de programmation et algorithmique. Le programme de terminale est organisé en six rubriques : la rubrique transversale d'histoire de l'informatique et cinq rubriques thématiques qui prolongent ou

approfondissent les rubriques du programme de première : structures de données ; bases de données ; architectures matérielles, systèmes d'exploitation ; langage et programmation ; algorithmique. L'énoncé de ces thèmes suffit à comprendre qu'il s'agit bien d'un enseignement d'informatique théorique dont l'objectif n'est ni l'acquisition d'une culture numérique ni la maîtrise d'outils numériques. Cet enseignement d'informatique est aujourd'hui assuré par des enseignants titulaires du CAPES NSI ou du diplôme inter-universitaire « Enseigner l'informatique au lycée » mis en place au cours des deux années scolaires 2019-2020 et 2020-2021.

Le tableau ci-dessous permet d'appréhender l'évolution du choix de la spécialité NSI en première et terminale, ainsi que du pourcentage de filles parmi les élèves ayant choisi cette spécialité :

Année	Pourcentage d'élèves de première ayant choisi la spécialité NSI	Part des filles parmi les élèves ayant choisi la spécialité NSI en première	Pourcentage d'élèves de terminale ayant choisi la spécialité NSI	Part des filles parmi les élèves ayant choisi la spécialité NSI en terminale
2020	9,0 %	18,1 %	3,7 %	13,1 %
2021	9,6 %	18,5 %	4,3 %	13,7 %

Source : note d'information 21.41 de la DEPP

Une explication de la désaffection par les filles, depuis les années 1980, des études d'informatique, résiderait dans le poids de la culture populaire :

- d'une part, quand on a commencé à acheter des ordinateurs personnels aux enfants, les garçons sont longtemps restés privilégiés par rapport aux filles ;
- d'autre part, la culture d'une certaine pratique de l'ordinateur a contribué, dans le grand public, à associer l'informatique au monde masculin ;
- enfin, l'image de l'informaticien, née de cette association, est celle d'un individu asocial passant son temps à taper des lignes de code sur un clavier d'ordinateur.

Plus récemment, le mouvement du logiciel libre, avec ses communautés très majoritairement masculines, a renforcé ce biais en construisant la figure du « fouineur » (hacker) comme modèle de développeur.

Soucieux de lutter contre ces stéréotypes de genre, le CSP a été attentif à proposer des contenus de programmes susceptibles d'intéresser autant les filles que les garçons, pour un enseignement spécifique de la science informatique, attendu depuis de longues années.

Recommandations du CSP

- modifier l'intitulé de cet enseignement en *Science informatique* pour faire apparaître à la fois sa forte dimension scientifique et le nom de la science étudiée et ne pas prêter à confusion avec un enseignement de culture numérique ;
- promouvoir, notamment auprès des jeunes filles, les différents volets de l'enseignement de l'informatique qui ne se limite pas à la formation de futurs développeurs de code et ouvre des perspectives de poursuite d'études variées et prometteuses, notamment en science des données et en intelligence artificielle.

2. L'éducation aux médias et à l'information (EMI)

Avec la volonté de « faire entrer l'école dans l'ère du numérique », la loi de refondation de l'école de la République de juillet 2013 a mis l'accent sur l'éducation aux médias et à l'information en fixant pour objectif « d'initier les élèves à l'usage raisonné des différents types de médias et les sensibiliser aux enjeux sociétaux et de connaissance qui sont liés à cet usage ». Dans le cadre de la mobilisation de l'école pour les valeurs de la République de 2015 a été institué un « parcours citoyen » qui repose notamment sur l'éducation aux médias et à l'information (EMI). Cet enseignement « permet aux élèves d'apprendre à lire, à décrypter l'information et l'image, à aiguiser leur esprit critique, à se forger une opinion, compétences essentielles pour exercer une citoyenneté éclairée et responsable en démocratie ». L'entrée en vigueur du cadre de référence des compétences numériques (CRCN) en 2019, suite à la définition au niveau international du concept de « littératie médiatique et informationnelle », ainsi que l'explicitation notamment par l'OCDE des « compétences du 21^e siècle » ont contribué à placer l'EMI au centre de cet ensemble de priorités visant à la construction du statut de citoyen dans les démocraties modernes et la société numérique. Le renforcement de l'éducation aux médias et à l'information est inscrit dans les nouveaux programmes de seconde générale, technologique et professionnelle, et de première générale. Enfin, elle a fait l'objet d'une circulaire de la DGESCO en date du 24 janvier 2022¹⁰ qui prévoit la nomination d'un référent EMI et la mise en place d'une cellule EMI dans chaque académie.

En France, l'EMI a vocation à être présente de l'école primaire au lycée dans toutes les disciplines sans pour autant bénéficier d'horaires spécifiques, tout en étant portée par un programme au cycle 4. Au lycée général, technologique et professionnel, de nombreux contextes disciplinaires se prêtent à dispenser cet enseignement : par exemple, l'enseignement de SNT en seconde générale et technologique, le français en seconde professionnelle, l'enseignement optionnel *Droit et grands enjeux du monde contemporain* en terminale.

La croissance exponentielle de l'information disponible dans l'internet et les réseaux sociaux tout comme la nécessité d'en apprécier la fiabilité, la pertinence et la qualité rendent indispensable de développer la capacité des élèves à analyser de manière critique et éclairée les médias, notamment numériques, et à maîtriser et appréhender les flux d'informations auxquels ils sont soumis en permanence. Les compétences que l'EMI a pour finalité de favoriser sont des compétences transversales qui figurent dans les programmes scolaires : vérification des sources, recherche des faits, analyse des raisonnements, participation à des débats, exercice d'une pensée éclairée et autonome, collaboration autour d'un projet, etc.

Il importe d'apporter aux élèves des informations sur les risques d'une utilisation non réfléchie du numérique. Il est nécessaire de leur dispenser, dès l'école élémentaire, des informations adaptées à leur âge sur les usages de l'internet, mais aussi sur la différence entre réalité et virtualité. Ne pas le faire nécessite trop souvent une prise en charge médicale par des pédopsychiatres d'enfants ou d'adolescents dont l'équilibre psychique est perturbé par l'absence de distinction entre réalité et virtualité.

Aux lycéens, il est indispensable d'expliquer que les réponses apportées par certains algorithmes d'apprentissage automatique utilisés par l'intelligence artificielle peuvent être biaisées par les données d'apprentissage et n'ont pas le même statut que des réponses issues de démonstrations ou d'analyses fondées sur des lois scientifiques jusqu'à présent non réfutées.

¹⁰ Bulletin officiel n°4 du 27 janvier 2022.

Toutes ces compétences sont évidemment essentielles pour le renforcement d'une véritable « citoyenneté numérique » et contribuent globalement à la réussite scolaire des élèves. Elles culminent dans l'usage de « l'esprit critique » qui pourrait devenir la compétence éducative la plus importante du 21^e siècle selon l'OCDE. Le rapport remis au président de la République, en janvier 2022, sur *Les Lumières à l'ère numérique* consacre son dernier chapitre au développement simultané et complémentaire de l'esprit critique et de l'éducation aux médias et à l'information.¹¹ On y trouve la formulation suivante : « Il existe plusieurs définitions de ce que l'on peut entendre par esprit critique dans la littérature. Leur dénominateur commun est de définir l'esprit critique comme la capacité à évaluer correctement les contenus et les sources des informations à notre disposition afin de mieux juger, mieux raisonner, ou prendre de meilleures décisions. »

Recommandation du CSP

S'il est essentiel que l'EMI, au service de la pratique maîtrisée de l'esprit critique, soit renforcée à tous les niveaux de la scolarité et dans toutes les disciplines, le risque existe qu'elle manque de visibilité et ne soit pas toujours jugée prioritaire par les enseignants. C'est pourquoi le CSP propose d'identifier dans les programmes de toutes les disciplines et pour tous les niveaux de la scolarité quelques thématiques ou problématiques qui pourraient faire l'objet d'un traitement spécifique au titre de l'EMI.

3. Le numérique dans les autres disciplines et enseignements, de l'école au lycée

Le texte qui suit est une analyse d'éléments transmis par l'Inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGESR). Elle rend compte des pratiques pédagogiques liées au numérique dans différentes disciplines scolaires et de certains effets sur les apprentissages qui peuvent être assortis de recommandations.

3.1 Enseignements artistiques

Les enseignements artistiques comportent des dispositions semblables à celles du français, à un degré près : ils prétendent aussi bien développer des apprentissages par le numérique qu'au numérique, celui-ci mettant à l'épreuve les notions d'auteur, d'œuvre, de création, de réception, etc. Aussi bien les professeurs, dans leur pratique pédagogique (le numérique contribuant à rendre sensibles et accessibles les œuvres étudiées), que les élèves, dans leurs activités et réalisations artistiques, sont appelés à faire usage des supports, outils, ressources numériques, soit dans des objectifs communs à d'autres disciplines (recherche documentaire, travail collaboratif, etc.), soit dans un but spécifique au domaine artistique (production d'une œuvre d'art). Le numérique est donc non seulement un outil de travail, une matière à travailler, mais aussi un objet de réflexion quant aux effets qu'il produit sur l'art lui-même et sur la pratique artistique. C'est pourquoi les programmes intègrent explicitement dans la liste des compétences travaillées le recours aux outils numériques dans la création artistique, que ce soit dans les enseignements obligatoires ou dans les enseignements facultatifs d'arts plastiques, d'éducation musicale, de cinéma et d'audiovisuel.

3.2 Éducation physique et sportive

En éducation physique et sportive (EPS), au collège comme au lycée, les outils numériques (y compris les « appareils connectés ») ont une utilité pédagogique réelle : ils permettent notamment l'enregistrement et, par la suite, l'analyse

¹¹ Chapitre 6 : Une opportunité démocratique : développer l'esprit critique et l'Éducation aux Médias et à l'Information (EMI).

de données recueillies ; ils conservent une trace des entraînements et des mesures de performances physiques ; ils assurent un suivi en vue d'améliorer la qualité des prestations individuelles et collectives des élèves. Ils ont ainsi une fonction de rétroaction (feedback). Ils offrent enfin l'occasion d'informer les élèves sur les usages responsables du numérique, en particulier en matière de protection des données.

3.3 Français

Le numérique affecte les capacités linguistiques et les rapports au texte et à la parole, à l'écriture et à la lecture. C'est pourquoi il présente un intérêt en français, à la fois comme outil et comme objet d'étude. Il fait l'objet à la fois de mentions explicites dans les programmes et de réflexions pédagogiques et didactiques dans la formation initiale et continue des professeurs. Dans les faits, les ressources et les supports numériques sont peu utilisés comme outils même s'ils sont perçus comme vecteurs de nouvelles pratiques (écoute de textes enregistrés, écriture interactive, enregistrement audio ou vidéo, etc.), qui développent de nouvelles compétences (création, expression, collaboration, etc.). Les programmes du collège mettent l'accent sur l'activité des élèves sur des supports numériques, ceux du lycée, sur le recours aux ressources. La relation entre le professeur et les élèves s'en trouve modifiée, devenant de plus en plus horizontale et multilatérale. Quant au numérique pris comme objet d'étude, le français prend une part active à l'EMI et à la formation de la « culture numérique ». D'ailleurs, une nouvelle perspective s'ouvre à l'enseignement du français, avec l'essor des humanités numériques. Ainsi, non seulement l'usage du numérique est pertinent dans l'enseignement du français, mais celui-ci contribue en partie à la prise en charge de l'enseignement de ces nouveaux usages et de leurs enjeux.

3.4 Histoire-géographie, éducation morale et civique (EMC) et histoire-géographie, géopolitique et sciences politiques (HGGSP)

Le numérique est mentionné dans les programmes scolaires à la fois comme objet d'enseignement, comme outil de recherche et d'apprentissage et, à ce titre, comme objet de formation pour les élèves. Ainsi, parmi les contenus de programme, le numérique apparaît dans toutes ces matières (sauf en histoire *stricto sensu*), à divers moments de la scolarité (du collège au lycée) et dans toutes les voies (générale, technologique et professionnelle). Cela couvre l'étude des réseaux numériques en géographie : des « réseaux de la mondialisation » (4^e) aux « réseaux de production et d'échange mondialisés » (2^{de} pro) en passant par les « mobilités, transports et enjeux d'aménagement » en France (2^{de} GT). Cela s'étend à l'étude du numérique comme objet de société en EMC : de la question du respect sur les réseaux sociaux (collège) à celle de la liberté avec les cultures numériques (2^{de} pro) et de celle des « fondements et fragilités du lien social » (1^{re} GT) aux « défis sociétaux » (T^{ale} pro). Enfin, l'HGGSP comporte deux thèmes, « S'informer » et « Le cyberspace » (1^{re}), qui traitent du numérique, soit sous l'angle d'un « regard critique sur les sources et modes de communication », soit sous l'angle de la « conflictualité et coopération entre les acteurs ».

Quant aux compétences requises dans l'usage du numérique considéré cette fois comme outil, les programmes précisent que les élèves doivent être initiés aux usages des outils numériques, doivent savoir utiliser internet afin de se documenter, doivent être capables d'exercer un regard critique et enfin doivent savoir diversifier leurs usages du numérique. Ces usages peuvent être spécifiques à l'histoire et à la géographie (réalisation d'une frise chronologique, d'une carte géographique, maniement d'outils de géolocalisation, etc.) ou bien être communs à toutes les disciplines (recherche documentaire). Ils peuvent être mis au service de situations pédagogiques (support de cours) et sont indiqués par des ressources d'accompagnement des programmes (fiches Eduscol).

Le pilotage national est assuré par trois canaux : les lettres nationales EduNum histoire-géographie, les journées nationales du numérique (DGESCO, DNE, IGESR) et les TRaAM. Les interlocuteurs académiques pour le numérique (IAN) et les équipes pédagogiques échangent leur expérience pédagogique et traduisent cet échange en scénarios et propositions pédagogiques dans les Edubases.

Cependant, en dépit de ces prescriptions, de ces efforts de formation et d'accompagnement et de la réflexion accrue par le contexte de pandémie sur l'usage didactique et pédagogique du numérique, force est de constater que les usages restent parcimonieux. On observe une dissymétrie entre, d'une part, les moyens offerts aux professeurs, qui disposent de nombreuses ressources pédagogiques (Géoportail, Géoimage, INA, LUMNI) en plus de l'ENT et, d'autre part, l'usage effectif des élèves : ceux-ci manipulent peu, voire pas, les outils numériques en classe ; ils sont peu à l'aise dans cet exercice qui requiert du temps de formation pour la prise en main des outils et restent tributaires de contraintes techniques. En revanche, la place croissante accordée à la pratique orale et à la restitution en classe des travaux conduits a rendu certains outils numériques indispensables pour leur préparation à la maison. Enfin, l'apparition des manuels numériques n'a pas changé la donne : l'apport du manuel numérique n'est guère manifeste et le changement de support n'a pas été accompagné par un changement de fonction : le manuel reste uniquement une banque de documents.

3.5 Langues anciennes

Les langues anciennes étant « mortes », leur corpus littéraire étant clos, le numérique présente l'immense avantage de former un corpus de données quasiment exhaustif. En langues et cultures de l'Antiquité (LCA), le numérique a surtout prouvé son utilité grâce aux banques de ressources – outils lexicographiques, recueils de textes, le plus souvent disponibles aussi en traduction. Les outils virtuels (la réalité augmentée qui permet d'intégrer des éléments virtuels en 3D au sein d'un environnement réel ; la reconstitution complète en trois dimensions du patrimoine disparu) permettant la représentation visuelle du patrimoine antique sont de plus en plus prisés.

3.6 Langues vivantes

L'enseignement des langues vivantes, fondé sur le développement de compétences de communication dans des situations proches de celles de la vie réelle, a conduit depuis vingt ans à une intégration naturelle des outils numériques en classe de langue pour la mise à disposition par le professeur de ressources authentiques. Parmi les pratiques favorisées par le numérique, il a été souligné le développement des usages plurilingues en réseau et la capacité des élèves à mobiliser leurs compétences plurilingues dans l'animation de travaux de groupe et dans l'usage raisonné des médias et des réseaux sociaux. Deux innovations numériques, la réalité augmentée et l'intelligence artificielle, ont déjà modifié l'enseignement et l'apprentissage des langues, et sont amenées à connaître un développement important. Cet aspect sera repris au paragraphe 7.2 de la partie II.

3.7 Mathématiques

Depuis plusieurs décennies, l'enseignement des mathématiques s'appuie sur l'usage d'outils numériques spécifiques dont les effets sur les apprentissages ont fait l'objet de nombreuses publications universitaires¹². Par ailleurs, deux

¹² Par exemple : articles d'Aline Robert, Michèle Artigue, Luc Trouche, Fabrice Vandebrouck, Sophie Soury-Lavergne, Brigitte Grigeon-Allys.

branches constitutives de l'informatique, l'algorithmique et la programmation, font aujourd'hui partie des domaines étudiés au collège et aux lycées (général, technologique et professionnel) dans le cours de mathématiques.

Depuis plus de vingt ans, les programmes de mathématiques mentionnent l'utilisation des technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE) comme partie intégrante de l'enseignement. À l'origine, les outils associés à ces technologies étaient essentiellement la calculatrice, le tableur et les logiciels de géométrie dynamique. Le développement d'un mode de pensée numérique, aujourd'hui considéré comme constitutif de la formation en mathématiques, a profondément modifié le rapport qu'entretenaient les mathématiques avec les outils numériques : il ne suffit plus aujourd'hui d'utiliser les outils précédemment cités, mais bien d'intégrer à l'enseignement des mathématiques une composante liée à la science informatique. C'est la raison pour laquelle tous les programmes de mathématiques en vigueur, du collège aux lycées des voies générale, technologique et professionnelle comportent une partie consacrée à l'algorithmique et la programmation. Cette dimension nouvelle suppose, d'une part, un enseignement explicite par le professeur et, d'autre part, une pratique effective et régulière par les élèves de logiciels de programmation.

Les observations effectuées par les inspecteurs territoriaux attestent que les outils numériques institutionnels (calculatrices, tableur, logiciels de géométrie dynamique et de programmation) sont largement mobilisés par les enseignants de mathématiques. Un constat similaire est rapporté par les auteurs du rapport *Numérique et apprentissages scolaires* publié en octobre 2020 par le CNESEO. Cependant, en cohérence avec les résultats aux évaluations nationales et internationales, ce même rapport mentionne que la plus-value de l'usage de ces outils dans les apprentissages mathématiques n'est pas avérée, alors même qu'ils recèlent intrinsèquement de réelles potentialités. Ce décalage entre les potentialités et les effets constatés s'explique sans doute par une sous-exploitation, voire un usage inapproprié de ces outils. Comme exemples de sous-exploitation, on peut citer la rareté du recours aux calculatrices dans la recherche de contre-exemples ou la faiblesse de l'utilisation de la fonctionnalité de déplacement d'un logiciel de géométrie dynamique pour trouver des invariants liés aux propriétés des objets géométriques. Parmi les usages inappropriés, celui dont les conséquences sont les plus néfastes est sans doute le recours trop précoce ou trop systématique à la calculatrice, qui nuit à la familiarisation avec les nombres et à l'acquisition d'automatismes intellectuels (connaissance des tables de multiplication, calculs de pourcentages simples, ordres de grandeur, composition et décomposition des nombres, etc.) dont on connaît l'importance, notamment pour la résolution de problèmes.

Enfin, il est important de noter que, si les outils numériques sont adaptés à des activités de simulation, de modélisation ou de représentation, en matière de raisonnement, ils favorisent surtout les démarches inductives fondées sur les procédures d'essais-erreurs. Or, la possibilité de procéder en permanence par essais-erreurs peut avoir pour effet l'absence d'une réflexion préalable à un raisonnement ou au codage d'un programme informatique. Et c'est bien cette réflexion qui permet d'accroître les compétences en mathématiques et en informatique des élèves, dans le cadre de l'application des programmes.

Même si elles sont grandes, les potentialités des outils numériques dont l'utilisation est préconisée dans les programmes ne couvrent donc pas l'ensemble des aptitudes développées par la pratique des mathématiques et, pour être efficace, leur utilisation doit être associée de manière réfléchie à des activités traditionnelles de mémorisation, de représentation géométrique avec papier-crayon, ainsi qu'à la mise en forme progressive de raisonnements sous forme de démonstrations, seules garantes de la validité d'un résultat mathématique.

En plus des outils spécifiques prescrits par les programmes de mathématiques, beaucoup d'autres, à finalité pédagogique plus générale, peuvent être utilisés par les professeurs de mathématiques : manuels numériques, vidéos, tutoriels intelligents, banques d'exercices en ligne. Cet aspect sera développé dans le paragraphe 1.2. de la partie III.

L'efficacité de ces dispositifs suppose la réalisation de plusieurs conditions :

- veiller à la qualité mathématique et didactique des ressources utilisées, alors que beaucoup de ressources disponibles peuvent contenir des erreurs mathématiques ou proposer des activités susceptibles d'engendrer des obstacles didactiques ;
- garder à l'esprit que toutes les situations mathématiques ne se prêtent pas de la même manière au visionnage : une vidéo bien conçue peut sans dommage se substituer à la présentation au tableau de certaines procédures comme une construction géométrique ou l'effectuation d'un calcul simple. Mais il n'en va pas de même de la compréhension d'une définition subtile, de l'échafaudage d'un raisonnement ou de la mise au point d'une démonstration.

3.8 Philosophie et humanités, littérature et philosophie (HLP)

En philosophie et en HLP, le numérique n'apparaît ni comme un objet d'étude explicite du programme, ni comme un outil d'enseignement ou d'apprentissage indispensable, ce qui ne l'empêche pas de pouvoir être envisagé sous l'un et l'autre de ces aspects : par le biais des notions du programme comme axe problématique et objet de réflexion second et transversal ; comme outil de recherche dans le cadre plus général d'une formation à la « culture numérique ».

3.9 Physique-chimie

Les outils numériques se sont imposés progressivement, depuis les années 1980, dans les activités de physique-chimie, tant comme outils de mesure que comme outils de visualisation et de simulation des phénomènes. Lorsque le numérique est utilisé comme outil de mesure, il est important d'expliquer aux élèves les modes de transfert entre le capteur de mesures et l'unité de traitement informatique des données recueillies (en général, un ordinateur ou un téléphone multifonctions). On favorisera la réalisation par les élèves de montages d'acquisition de données expérimentales (par exemple *via* des microcontrôleurs de type Arduino ou Elogoo), premiers pas vers la robotique, en interaction avec les sciences de l'ingénieur. On peut compléter la chaîne d'acquisition de mesures par l'utilisation de nano-ordinateurs (de type Raspberry pi, par exemple) pour traiter et exploiter les données, *via* l'écriture de quelques lignes de code Python écrites par les élèves eux-mêmes, rendue possible par la montée en puissance de leurs compétences en programmation. L'intérêt des outils numériques pour effectuer des simulations est davantage débattu. En effet, d'une part, la simulation ne doit pas se substituer systématiquement à la réalisation physique d'expériences authentiques, d'autre part, il ne faut pas minimiser le risque d'induire chez les élèves une confusion entre le virtuel et le réel. Enfin, il est essentiel de ne confier aux élèves des logiciels de simulation qu'après avoir explicité les grands principes des modèles utilisés, y compris les algorithmes mis en jeu dans les résolutions numériques et avoir défini les limites de leurs applications. L'utilisation de logiciels trop sophistiqués, non maîtrisés par l'élève (« boîtes noires ») conduit à ne pas leur permettre de comprendre les fondements de la simulation.

La formation des enseignants demeure primordiale afin qu'ils aient à la fois une bonne maîtrise des outils, notamment du logiciel de programmation Python, et soient formés aux bons usages didactiques et pédagogiques.

3.10 Sciences économiques et sociales

En sciences économiques et sociales (SES), le numérique est pris plutôt comme objet d'étude que comme instrument d'enseignement. Il est ainsi explicitement mentionné dans les programmes scolaires, parmi les objectifs d'apprentissage, dans un chapitre de science économique sur « les sources et les défis de la croissance économique » et dans un chapitre de sociologie sur « les mutations du travail et de l'emploi ». Pour ce qui concerne les usages du numérique dans les pratiques pédagogiques et leur utilité, les SES s'en remettent à des instances et à des ressources très communes : les inspections pédagogiques régionales, les interlocuteurs académiques pour le numérique (IAN) et les TraAM (Travaux académiques mutualisés) accessibles dans Éduscol. Il ne semble pas y avoir d'avantages spécifiques ou propres à l'usage du numérique en SES, mais celui-ci est mis au service de tâches très générales (travailler les compétences disciplinaires et orales) par des moyens communs aux autres disciplines (documents vidéo, audio, jeux, etc.).

3.11 Sciences et technologie du vivant, de la santé et de la Terre

Depuis le début des années 2000, les programmes des sciences de la nature et du vivant, du cycle 3 jusqu'aux lycées, incitent à l'utilisation progressive d'outils numériques. À l'école primaire et au collège, leur intégration a permis de développer de nouvelles stratégies didactiques et pédagogiques, notamment de science participative, en collaboration avec des instituts de recherche (Muséum national d'Histoire naturelle, communauté scientifique créatrice de l'application Pl@ntNet d'identification des végétaux pour l'établissement d'une flore mondiale). Ce type de mise à contribution de technologies récentes pourrait prendre de l'ampleur dans le cadre de la démarche AVEC (Apportez Votre Équipement personnel de Communication). Toutefois, la reconnaissance instantanée d'une espèce vivante à partir d'une photographie analysée par l'IA ne doit pas se substituer à la faculté d'utiliser une clé de détermination dans une flore classique, qui mobilise des facultés d'observation et de raisonnement spécifiquement humaines indispensables à la formation de l'esprit scientifique.

Le CSP rappelle à ce propos que les potentialités des outils numériques ne doivent en aucun cas entraver certains mécanismes éprouvés de transmission du savoir mis en œuvre par l'enseignant et ceux de leur assimilation par l'élève. Aux lycées, les programmes incitent à « concevoir et mettre en œuvre des protocoles expérimentaux » utilisant l'ordinateur (expérimentation assistée par ordinateur) et à exploiter les données avec un tableur. Les travaux pratiques de biologie et de géologie, au lycée, ont ainsi bénéficié des apports de l'ExAO, qui permet de mesurer en temps réel des variations de paramètres relatifs à des individus, des cellules ou des matériaux grâce à des capteurs (luxmètre, colorimètre, sonde thermométrique, sonde oxymétrique, etc.) couplés à une interface numérique. Des enseignants pionniers ont publié des protocoles inventifs dans des bulletins d'associations de professeurs. La présence de l'ordinateur, devenu outil de laboratoire, s'est généralisée en classe. Des recherches en didactique ont cependant montré que sa contribution à l'étude de phénomènes physiologiques comme la photosynthèse ou la respiration, et géologiques comme les séismes, s'avère pertinente à la stricte condition d'une réelle explicitation des mécanismes d'obtention des données. À défaut, l'apparence magique du dispositif peut s'ériger en obstacle à la compréhension des phénomènes. L'évaluation des capacités expérimentales (ECE) au baccalauréat général, dès sa création, a également pris en compte l'utilisation de l'ordinateur. Les enseignements de sciences et technologie du vivant, de la santé et de la Terre, tout particulièrement dans les filières technologiques et professionnelles, s'appuient fortement sur différentes fonctionnalités techniques des outils numériques pour traiter des données, réaliser des simulations et des représentations graphiques. La discipline contribue aussi à renforcer l'éducation aux médias et à l'information (EMI) en participant au développement d'un regard critique sur les informations collectées dans l'internet.

3.12 Technologie, sciences de l'ingénieur, sciences et technologies de l'industrie et du développement durable

Les trois enseignements décrits ci-dessous s'inscrivent dans le domaine général du développement de la « pensée informatique ».

L'enseignement de Technologie au collège (cycle 4) comporte une dimension d'ingénierie et une dimension scientifique. La première permet de concevoir et de fabriquer des objets en s'appuyant sur des logiciels (conception assistée par ordinateur). La seconde permet notamment de modéliser et de simuler le fonctionnement et le comportement d'objets ou de systèmes techniques élémentaires. Un chapitre du programme est consacré à la programmation informatique (avec le logiciel Scratch également utilisé en mathématiques). Il est attendu, à la fin de la classe de 3^e, que l'élève comprenne le fonctionnement d'un réseau informatique et qu'il écrive, mette au point et exécute un programme. Malheureusement les objectifs de cet enseignement ne sont pas atteints sur la totalité du territoire en raison notamment d'un déficit de compétences de certains enseignants que les actions de formation n'ont pu pallier.

L'enseignement de Sciences de l'ingénieur est l'une des spécialités des classes de première et de terminale proposées dans certains lycées de la voie générale. Le programme accorde une place importante à la modélisation des produits et des systèmes. Les compétences développées et les connaissances associées relèvent de l'algorithmique, de la programmation (langage Python) et du numérique (réseaux, objets connectés, traitement des données, etc.). Une partie du programme est consacrée à la validation des performances d'un système technique, notamment par simulation numérique établie à partir d'un modèle multi-physique. Enfin, une autre partie du programme relève du lettrisme numérique (bases de données, moteurs de recherche, espaces de stockage et espaces partagés, outils multimédias, montages audio/vidéo, etc.).

L'enseignement de Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable correspond à l'une des séries du baccalauréat technologique. Il est composé de quatre champs spécifiques (innovation technologique et éco-conception ; systèmes d'information et numérique ; énergie et environnement ; architecture et construction) parmi lesquels l'élève fait un seul choix. Cet enseignement de spécialité accorde une place importante à la modélisation et à la simulation numérique, tant dans les parties communes du programme que dans les parties propres aux champs spécifiques. L'élaboration et l'exploitation d'une maquette numérique de produit sont envisagées dans plusieurs champs où il est jugé pertinent de réaliser des « jumeaux numériques »¹³.

Recommandations du CSP

- faire un usage réfléchi des outils numériques, notamment quant aux modalités de leur utilisation, en complément et non en substitution d'autres formes d'apprentissage ;
- faire preuve de vigilance dans le choix des ressources numériques utilisées, sachant que leur efficacité repose avant tout sur leur qualité mathématique et didactique ;
- ne pas attribuer au numérique un pouvoir universel pour répondre aux difficultés d'apprentissage des élèves : si certains outils recèlent de très grandes potentialités pour favoriser les démarches inductives, l'entraînement différencié, les calculs complexes et automatisés, la représentation et la simulation ou la détection d'erreurs,

¹³ Le jumeau numérique est la représentation virtuelle, dynamique, d'un produit physique dont il reproduit les caractéristiques essentielles.

en revanche leur plus-value n'est pas prouvée pour l'accès à l'abstraction ou à certaines formes évoluées de raisonnement ainsi qu'à la compréhension de l'origine des erreurs.

4. Les compétences numériques : cadre de référence, outil d'évaluation et de certification

Les ministères de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports et de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation ont élaboré un cadre de référence des compétences numériques (CRCN) inspiré du cadre européen (DigComp, Cadre européen des compétences numériques pour les citoyens) et adapté aux élèves, de l'école primaire au lycée, ainsi qu'aux étudiants. Cette mise en relation du référentiel national avec le référentiel européen vise à faciliter la mobilité des élèves, des étudiants et des professionnels. Le référentiel, outil de positionnement et de certification, a été publié au Journal officiel le 30 août 2019¹⁴. Il donne lieu à une certification des compétences numériques en fin de cycle 4 et au cycle terminal du lycée. Le dispositif (évaluation et certification) se substitue aux niveaux « école », « collège » et « lycée » du brevet informatique et internet (B2i). Le cadre de référence des compétences numériques définit seize compétences numériques, réparties dans cinq domaines : *maîtrise de l'information et des données* ; *communication et collaboration* ; *création de contenu numérique* ; *sécurité* ; *environnement numérique*. Il propose huit niveaux de maîtrise progressive de ces compétences, adaptés aux élèves, aux étudiants et aux adultes dans un contexte de formation tout au long de la vie. Les niveaux de maîtrise de 1 à 5 concernent plus particulièrement les élèves de l'école élémentaire, du collège et du lycée.

Les compétences numériques définies par le CRCN font l'objet d'une certification nationale délivrée par l'intermédiaire d'une plateforme en ligne (Pix) conçue par les ministères de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, et de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, en collaboration avec des acteurs publics et privés, notamment des instituts de recherche. Cette certification, inscrite à l'inventaire de la Commission nationale de la certification professionnelle (CNCP), est délivrée aux élèves en fin de cycle 4 et en fin de cycle terminal.

La plateforme Pix, accessible gratuitement aux élèves à partir de la classe de cinquième, leur permet également de s'autoévaluer et de valoriser leurs progrès à partir de tests de positionnement.

Les établissements scolaires publics et privés sous contrat sont dotés d'un espace Pix Orga qui permet aux équipes pédagogiques de concevoir des parcours de tests sur différentes compétences numériques, de suivre les résultats des élèves et ainsi de les accompagner dans l'acquisition de leurs compétences jusqu'à la certification.

Le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse et des Sports a publié dans Éduscol un document d'accompagnement du dispositif destiné aux enseignants, au personnel d'encadrement, aux élèves et à leurs familles.

Dans sa contribution aux États généraux du numérique pour l'éducation qui se sont tenus les 4 et 5 novembre 2020, le Conseil supérieur des programmes a analysé les croisements entre les programmes du cycle 4 et les seize compétences du CRCN. Il ressort de cette analyse que, si la majorité des compétences du cadre de référence sont abordées de manière plus ou moins explicite dans les programmes actuels des enseignements dispensés au cycle 4, des lacunes subsistent pour ce qui concerne les compétences des domaines 4 (*Protection et sécurité*) et 5

¹⁴ Décret n° 2019-919 du 30 août 2019 relatif au développement des compétences numériques dans l'enseignement scolaire, dans l'enseignement supérieur et par la formation continue, et au cadre de référence des compétences numériques, JORF n°0203 du 1 septembre 2019.

(*Environnement numérique*) du CRCN. Or, une meilleure prise en charge, par les programmes d'enseignement, des domaines *Protection et sécurité* et *Environnement numérique* pourrait prémunir les élèves contre certains risques liés à des usages inadaptés du numérique et assurer ainsi une formation complète et responsable. Il conviendrait donc d'aborder ces questions dès la classe de cinquième.

Comme très souvent lorsque la prise en charge d'une formation n'est pas assortie d'un volume et d'un créneau horaire spécifiques, mais se trouve répartie de manière plus ou moins explicite dans tous les enseignements, le développement des compétences numériques des élèves n'est pas, à ce jour, assuré de manière satisfaisante au collège tout comme au lycée. Cet état de fait a pour conséquence la difficulté, voire l'incapacité, des élèves à utiliser de manière satisfaisante les appareils numériques et les outils informatiques de la vie courante, caractéristiques de l'inhabileté numérique (*illectronisme* en anglais). Quoique la plateforme PIX soit un outil d'auto-évaluation et donc de développement personnel des compétences numériques, cette capacité d'auto-formation suppose une autonomie et une maturité dont ne disposent pas les élèves avant l'entrée au cycle terminal du lycée. Un encadrement de cette formation par un personnel enseignant qualifié est donc indispensable, au moins jusqu'à ce stade du cursus, si l'on souhaite faire du développement des habiletés numériques des élèves une priorité éducative.

Recommandations du CSP

- établir une hiérarchisation, par année d'enseignement, des seize compétences du CRCN pour faciliter l'identification des apprentissages revenant à chaque enseignement et à chaque niveau ;
- expliciter, dans chaque programme disciplinaire, les compétences du CRCN qu'il permet de développer ; de spécifier les objets d'enseignements associés ;
- attribuer à un enseignement spécifique la formation aux compétences du CRCN non couvertes par les programmes en vigueur : concernant le collège, l'enseignement de la technologie semble le mieux adapté pour assurer la formation aux compétences des domaines 4 (*Protection et sécurité*) et 5 (*Environnement numérique*) du CRCN ; concernant le lycée général et technologique, l'enseignement obligatoire de *Sciences numériques et technologie (SNT)* semble approprié pour assurer le développement des compétences relevant de la littéracie numérique (voir les recommandations figurant dans le paragraphe I-3) ;
- faciliter, au sein des lycées, l'auto-formation des élèves du cycle terminal aux compétences évaluées par la plateforme PIX ;
- garantir à tous les enseignants une formation initiale et continue aux outils et aux technologies numériques de base ; elle alliera l'ingénierie technique et pédagogique, la connaissance des incidences sur la santé physique et psychique, et la responsabilité juridique des utilisateurs.

5. Le numérique au service des besoins particuliers des publics spécifiques

La loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées du 11 février 2005 a consacré le principe du droit à compensation, imposant l'adaptation de l'environnement aux besoins des personnes handicapées ; cette obligation nouvelle a inversé la charge de la démarche. Par la suite, la loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République du 8 juillet 2013 puis, plus récemment, la loi pour une école de la confiance du 26 juillet 2019, ont contribué par leurs dispositions à l'amélioration de l'accueil et de la scolarisation des élèves à besoins éducatifs particuliers, et plus particulièrement des élèves en situation de handicap.

S'il est un contexte susceptible de tirer profit des potentialités des technologies et des outils numériques pour favoriser les apprentissages, c'est bien celui de la scolarisation de ces élèves. En effet, le numérique permet à beaucoup d'entre eux de suivre une scolarité la plus proche possible de celles des autres élèves. Deux domaines relevant du numérique sont particulièrement impliqués dans la recherche de réponses aux besoins éducatifs particuliers : celui de l'interaction entre humains et machines, qui conçoit des technologies et des outils destinés à compenser ou à contourner les handicaps moteurs et sensoriels, et celui de l'informatique pédagogique, qui vise à pallier les troubles d'apprentissage.

Tout d'abord, certains outils utilisés dans le cadre ordinaire de la classe peuvent s'avérer profitables pour des élèves à besoins particuliers. Il en est ainsi de la tablette tactile, dont on sait qu'elle est très présente dans les établissements scolaires. En diversifiant les sens sollicités (la vue, l'ouïe, le toucher), en permettant de lier textes, images, vidéos et sons, son utilisation est adaptée à certains élèves en situation de handicap sensoriel : la fonction zoom de la tablette facilite la lecture des élèves déficients visuels ou dyslexiques et l'absence de changement de plan entre l'écran et le clavier est un atout pour les élèves porteurs de troubles spatiaux. Face aux problèmes rencontrés à l'écrit par les élèves dyslexiques, la tablette permet un accès à des supports non textuels (audio et vidéo). La tablette facilite également la communication à distance entre l'élève et l'enseignant, entre pairs, mais aussi entre l'école et la famille. Elle permet aux élèves souffrant de troubles du spectre autistique d'établir un contact et de communiquer même s'ils n'ont pas accès au langage verbal. Par ailleurs, la tablette favorise une réelle prise en compte du rythme d'apprentissage de chaque élève. L'enseignant peut aisément adapter les parcours en ralentissant ou en accélérant le rythme selon les besoins, en personnalisant les supports et les activités proposées. Cette potentialité peut concerner les élèves en situation de handicap mais, à l'autre extrémité du spectre, elle permet aussi d'éviter la démotivation d'élèves intellectuellement précoces.

Pour des élèves souffrant d'un défaut de confiance en eux-mêmes, une correction automatique fournie par une machine évite la réception d'un jugement de valeur négatif qu'ils peuvent attribuer au regard de leur enseignant. La neutralité de l'échange avec la machine, favorisant une désinhibition de l'engagement, incite ces élèves à prendre des initiatives même s'ils ne sont pas certains de leur bon accomplissement : essais et tâtonnements peuvent être renouvelés jusqu'à la réussite. Se posent alors deux questions :

- celle de la conservation de la trace des erreurs, dont on sait que la compréhension et le traitement sont des sources majeures d'amélioration des apprentissages ;
- celle du risque de la recherche par l'élève du succès au détriment de l'apprentissage : la multiplication sèche des essais jusqu'à l'obtention du résultat positif récompensé par la machine s'oppose à l'objectif pédagogique de compréhension de la démarche qui a permis de l'obtenir.

La tablette offre un accès à l'information dans et en dehors de la classe. Par exemple, pour ce qui concerne les élèves allophones, elle facilite, en classe, une différenciation pédagogique adaptée, et hors la classe, la reprise d'apprentissages qui peuvent être fondés sur des jeux spécifiques de vocabulaire ou d'écoute à partir d'enregistrements que les enfants peuvent réécouter autant que nécessaire.

Les outils d'usage courant (téléphone intelligent, tablette, ordinateur, lecteurs MP3) peuvent être aussi être équipés de logiciels spécifiquement adaptés à des handicaps plus lourds.

On distingue deux modalités d'adaptation au handicap :

- la compensation, qui permet d'alléger le handicap en contournant des incapacités physiques (troubles moteurs) ou sensorielles (déficience visuelle ou auditive). Parmi les outils utilisés, on peut citer : les souris ergonomiques ou spécialement conçues pour gaucher ou droitier ; les logiciels qui permettent l'organisation spatiale adaptée aux gauchers ; les claviers ergonomiques, les claviers agrandis ou réduits, les claviers conçus pour une seule main, les claviers virtuels à l'écran ; les écrans ergonomiques, le grossissement des caractères à l'écran ; les pointeurs à l'écran, le balayage sur certains mots ou certaines syllabes, les sous-titrages, les médaillons en langue des signes ou la lecture labiale, etc. ;
- le contournement du handicap, qui permet la réalisation d'une tâche scolaire d'une manière différente de la manière habituelle. À titre d'exemples, on peut citer la sonorisation de documents textuels, avec segmentation des sons et contrastes vocaux pour pallier les difficultés de lecture d'élèves dyslexiques ou la reconnaissance et la synthèse vocales qui permettent aux élèves déficients visuels d'effectuer des recherches en ligne et d'accéder à leurs résultats exprimés vocalement par le programme, etc.

D'autres outils technologiques, qui mettent en application des apports issus de la recherche en neurosciences, contribuent à une stratégie plus globale du traitement des troubles de l'apprentissage, dépassant les seuls objectifs de compensation et de contournement du handicap. C'est dans cette catégorie que figurent les aides à la lecture, à l'écriture¹⁵ (planification, rédaction, révision-correction), au calcul, à la prise de notes ou à l'annotation numérique. Concernant les aides au calcul, beaucoup sont fondées sur des activités de manipulation. Au-delà de l'intérêt que la manipulation virtuelle représente par rapport à la manipulation physique (réduction des nuisances en classe, gain de temps, etc.), l'objectif d'apprentissage visé demeure le passage des objets réels ou virtuels (jetons, allumettes, formes géométriques, etc.) aux entités mathématiques qui les transcendent (nombres, figures géométriques). Les éléments dont le CSP dispose à ce jour ne permettent pas d'affirmer ou d'infirmer que des dispositifs intégrant l'intelligence artificielle facilitent aujourd'hui ce passage.

Le dispositif institutionnel Edu-Up, qui soutient la production de ressources numériques pour l'école, propose des outils spécifiques pour élèves à besoins particuliers. Parmi eux, on trouve des ressources adaptables par les enseignants à leurs élèves et à leurs objectifs.

L'Observatoire des ressources numériques adaptées (Orna), créé en novembre 2007 par la Direction du numérique pour l'éducation du ministère de l'Éducation nationale, dont la gestion est confiée à l'Institut national supérieur de formation et de recherche pour l'éducation des jeunes handicapés et les enseignements adaptés (INSHEA), a pour mission de recenser, d'analyser et d'évaluer des ressources numériques utilisables par des professeurs spécialisés ou non, confrontés à la scolarisation d'élèves en situation de handicap. Ces ressources peuvent être des logiciels, des applications, des matériels, des sites, des cédéroms, des DVD-Rom, des bibliothèques numériques. L'observatoire a aussi pour mission de diffuser les résultats de ses observations.

Les difficultés ne se situent donc pas au niveau du matériel et des ressources.

¹⁵ Dysaide, extension pour mieux lire sur la toile ; Mirage Make, support d'aide à la lecture pour les élèves dyslexiques ; Exam Reader, stylo qui oralise un texte écrit ; DICODYS, dictionnaire orthographique pour les enfants dyslexiques ; PicoSvoxOOo, synthèse vocale pour aider à l'écriture et à la lecture ; Un dictionnaire visio-sémantique : le dessin au service de l'orthographe ; Améliorer la lisibilité des textes pour des enfants dyslexiques ; AuxiliDyd, police pour les dyslexiques ; Le logiciel Dys-Vocal pour dyslexique et dyspraxique visuo-spatiale ; Lecteur Médialexie : outil pour aider les élèves dyslexiques ; "Dyslexie", police de caractères spécialement conçue pour les dyslexiques ; Open-Dyslexic, police libre de droit pour aider les élèves dyslexiques ; Coupe-Mots, module pour découper visuellement les syllabes et les sons complexes, etc.

Pour que les élèves à besoins spécifiques comprennent, apprennent et conceptualisent, il convient de coupler les approches centrées sur l'ergonomie des supports numériques à celles centrées sur les apprentissages sachant que l'ajout, sur toute forme de support, d'informations et de fonctionnalités, augmente le coût cognitif pour l'élève et limite l'apprentissage ; pour être efficace, l'outil doit être facile à prendre en main et à utiliser, compatible avec l'organisation du temps, de l'espace, des ressources et des situations dans lesquelles on veut l'intégrer.

De même, la bonne compréhension de textes sonores par des élèves dyslexiques suppose que le temps alloué à leur présentation, puis à leur écoute, soit suffisant, la lenteur d'exécution étant souvent, chez ces élèves, associée au déficit phonologique. Si la lecture sur papier est très difficile, voire impossible, pour certains élèves dyslexiques, il ne faut pas non plus minimiser l'exigence du discours sonore : quand on a lu un mot ou une phrase d'un texte, l'œil peut toujours y revenir ultérieurement, alors que le discours sonore est transitoire. L'incompréhension d'un mot ou d'un groupe de mots nécessite de prendre la décision de s'arrêter, de revenir en arrière et de réécouter le passage concerné. Il est donc indispensable que le logiciel laisse la possibilité de faire des pauses et des retours en arrière, et surtout que les élèves soient incités par leurs enseignants à recourir à ces pratiques.

En conclusion, l'apport des technologies et des outils numériques pour la scolarisation des élèves à besoins éducatifs particuliers est immense, notamment pour les élèves atteints de troubles moteurs et sensoriels.

Recommandations du CSP

- porter attention à l'ergonomie et à l'adaptabilité des outils qui sont des facteurs particulièrement importants pour assurer la réussite de leur utilisation ;
- veiller à l'appui et à la formation au numérique et à ses usages pour les enseignants non spécialisés qui accueillent dans leur classe des élèves en situation de handicap.

II. Les infrastructures, les équipements et les ressources numériques à l'École : un potentiel riche mais parfois méconnu, sous-exploité et inadapté

1. Le contexte et les enjeux du numérique pour l'éducation

Le Plan d'action en matière d'éducation numérique de l'Union européenne 2021-2027 définit comme domaine prioritaire « le développement d'un écosystème d'éducation numérique hautement performant dont l'une des composantes est l'investissement suffisant et opérationnel dans la connectivité, l'équipement et les capacités et compétences organisationnelles garantissant à chacun l'accès à l'éducation numérique ».

1.1 État des lieux des équipements à l'école, au collège et au lycée

En France, le panorama numérique scolaire¹⁶ présente quelques grandes tendances :

- dans les départements ruraux, un équipement informatique accru dans les écoles élémentaires ;
- dans les collèges, des disparités d'équipement selon les zones géographiques ;
- dans les lycées de toutes les académies, un meilleur équipement en ordinateurs.

Les efforts de l'État ont été significatifs pour faire face à la très grande disparité selon les territoires et se sont concrétisés à travers de nombreux plans d'équipement, tant au niveau des établissements scolaires qu'à celui des élèves.

1.2 La crise sanitaire : un révélateur et un laboratoire des potentialités du numérique dont il convient de tirer des enseignements, y compris en temps ordinaire

En cas d'événement suspendant l'enseignement en présence, pour un individu ou pour un groupe, la justification du recours au numérique fait un assez large consensus. Des enseignements ont été tirés des expériences vécues pendant la pandémie de la COVID-19. Leur exploitation a débouché sur des dispositions concrètes. Or, il y aura assurément d'autres situations de crise, nationale ou locale, de nouvelles situations individuelles ou collectives qui conduiront à la rupture momentanée du lien entre un professeur et ses élèves et à la suspension de l'enseignement en présence (accident industriel, grève des transports, pandémie, maladie, accident, etc.).

Afin de ne pas basculer, du jour au lendemain, dans un mode à distance ou hybride, nécessitant de recourir à des outils numériques qui n'auraient jamais été utilisés auparavant en classe, il importe de familiariser les élèves et les enseignants, en situation ordinaire, à l'usage des outils proposés.

¹⁶ DEPP - Géographie de l'École 2021 – 48 2. Le contexte scolaire.

Ce n'est peut-être pas la justification première du recours au numérique en situation ordinaire, mais une mise en situation progressive, adaptée à un temps de crise, peut constituer un préalable au bon déroulement de la continuité pédagogique.

1.3 La crise sanitaire : un révélateur de la disparité territoriale des équipements et une mise en évidence d'obstacles au déploiement du numérique éducatif

Lors de la crise sanitaire de 2020, la volonté d'assurer la continuité pédagogique sur l'ensemble du territoire et pour tous les élèves a tout d'abord révélé à la fois la disparité de l'équipement au niveau des territoires et des familles. Le premier constat porte sur une insuffisance, parfois même un défaut d'équipement, notamment dans les familles socialement défavorisées. Une enquête récente de la DEPP a montré que dans le premier degré, la part d'élèves n'ayant pas pu être suivis par leur enseignant s'élève à 6 % (et à 10 % dans les réseaux d'éducation prioritaire).

En matière de suivi des élèves par leurs enseignants, la différence entre le niveau global et celui de l'éducation prioritaire est encore plus marquée au niveau du collège : 9 % contre 19 %.

D'une manière générale, la faiblesse du nombre d'ordinateurs disponibles au sein des familles a été souvent constatée, et a révélé la priorité donnée à l'exercice professionnel des parents au détriment de l'usage scolaire des enfants.

De ce fait, pour le suivi des cours et l'accès aux supports et aux ressources certains enfants étaient contraints d'utiliser un téléphone intelligent dont l'ergonomie demeure très inférieure à celle d'un ordinateur. Ce type de défaut peut expliquer que le phénomène du décrochage ait été particulièrement saillant pour les élèves relevant de l'éducation prioritaire.

En second lieu, malgré une agilité numérique en matière récréative, informative et commerciale, les utilisateurs (enseignants et personnels administratifs, élèves, familles) ont manifesté au départ une maîtrise insuffisante des outils de communication et d'accès aux contenus pédagogiques.

Enfin, au-delà des questions techniques, l'enseignement à distance pose des questions d'ordre pédagogique. Ce contexte d'enseignement requiert de la part de l'enseignant des qualités spécifiques autres que celles mises en œuvre en présence. Il a fallu inventer de nouvelles formes d'interaction, d'accompagnement et de suivi personnalisé pour lutter notamment contre le défaut d'attention, le manque d'investissement et d'engagement actif des élèves, et parfois le décrochage scolaire. L'usage des outils d'enseignement à distance a ainsi suscité de nouvelles réflexions, tant sur la transmission des savoirs par l'enseignant que sur leur réception et leur assimilation par l'élève.

Si les inégalités en matière d'équipement et les inadaptations pédagogiques ont pu mettre en péril la qualité de la continuité pédagogique, il est cependant indéniable que le recours au numérique s'est avéré précieux dans le contexte du confinement pour nouer et entretenir le lien social, favoriser les relations entre l'École, les familles, les professeurs et les élèves. Lors de sondages effectués par les chefs d'établissement au début des années scolaires 2020 et 2021, il a été constaté que beaucoup de familles avaient fait l'effort de s'équiper en outils numériques. Pour celles qui ne le pouvaient pas, les collectivités et les établissements ont mis en place des services de prêt et d'aide à l'acquisition des matériels indispensables.

2. Une sous-exploitation technologique des équipements

Dans l'enquête internationale Talis 2018, menée par l'OCDE, les enseignants français rapportent avoir peu recours aux Technologies de l'information et de la communication (TIC) dans leurs pratiques d'enseignement, contrairement à ceux d'autres pays de l'OCDE¹⁷. Cette faible utilisation peut s'expliquer par un défaut d'accessibilité des équipements numériques et leur relative inadaptation technologique et pédagogique. En effet, si les enseignants français sont très nombreux à utiliser fréquemment les outils numériques pour préparer leurs cours (94 % pour le premier degré et 88% pour le second degré), ils sont moins nombreux à les utiliser pour guider les séances en classe (respectivement, 50 % et 70 %) et encore moins nombreux à laisser les élèves utiliser les TIC pour des projets ou travaux en classe (respectivement, 14 % et 36 %).

Divers freins et paramètres structurels ont pu être identifiés :

- la variabilité de l'implication des collectivités territoriales dans la prise en charge des équipements : dotations en infrastructures, ressources humaines pour assurer la mise en route, la maintenance des matériels ainsi que la formation des personnels ;
- la fragilité de la maintenance et les risques supportés par l'impératif de continuité dans l'offre de services informatique offerte aux professeurs et aux élèves : souvent chronophage et reposant parfois sur les compétences et l'investissement d'un seul individu, la garantie de l'effectivité de l'offre est rarement acquise. Elle constitue un frein à une utilisation optimale de l'équipement disponible ;
- la difficulté de l'organisation spatiale et temporelle de l'offre numérique : accès aux salles spécialisées (emploi du temps et localisation au sein de l'établissement), ergonomie des postes de travail ;
- l'inégale qualité des relations entre les acteurs de l'éducation aux différents niveaux de la structuration administrative et les difficultés d'ordre relationnel entre les différents partenaires impliqués dans la fourniture et l'exploitation des équipements. Faute de concertation sur le choix des matériels, de défaut de formation des utilisateurs et de maintenance des équipements, nombre d'entre eux n'ont même jamais été utilisés, alors qu'ils étaient déjà dépassés par l'effet de l'obsolescence technologique ;
- la complexité de la structuration académique du dossier du numérique qui entrave l'accès aux interlocuteurs attendus par les enseignants et les chefs d'établissement. Elle ne permet pas d'appréhender le rôle de chacun ni d'apporter les réponses techniques ou pédagogiques en adéquation avec les besoins réels. De plus, les liens fonctionnels, les compétences et les missions peuvent varier d'une académie à l'autre, et au sein d'une même académie, d'un recteur à un autre, ce qui éloigne un peu plus les enseignants des dispositifs ou des structures d'accompagnement ;
- à ce jour, la direction du numérique pour l'éducation (DNE) et les différentes directions académiques au numérique éducatif (DANE), supports techniques de conseil et d'accompagnement des établissements scolaires et des services académiques, concepteurs et diffuseurs de plusieurs applications nationales, ne parviennent pas à mutualiser les actions territoriales ; il apparaît donc un défaut de définition et de pilotage de la politique nationale éducative numérique ;
- l'effervescence de la nouveauté technologique et la pression commerciale : elles donnent parfois à tort le sentiment à l'utilisateur d'être en perpétuel décalage avec les innovations technologiques ; elles entravent toute perspective à moyen et long terme, y compris en matière de formation des personnels ; elles nient la

¹⁷ Note d'information de la DEPP N° 19.22 pour le premier degré. Article d'Éducation & formations 101 pour le second degré.

nécessité de l'évaluation des dispositifs, des outils et des ressources mis en œuvre ; elles viennent contrarier certaines politiques publiques (sobriété numérique, éducation au développement durable, etc.) ;

- l'inadaptation de l'offre institutionnelle aux besoins des utilisateurs : face à une offre privée souvent simple, ergonomique et intuitive, l'offre institutionnelle se révèle complexe, peu lisible, lente ou à contre-courant. Facteur aggravant, le manque ou le défaut d'accompagnement technique sur le terrain constituent des freins à la pleine valorisation des équipements, quels qu'ils soient, offerts aux enseignants et aux élèves.

Recommandations du CSP

- en respect d'un impératif d'équité, équilibrer l'offre d'équipements sur le territoire national ;
- en vue d'améliorer l'efficacité pédagogique, clarifier le pilotage national et améliorer l'articulation entre tous les niveaux des structurations administratives et disciplinaires, et garantir le respect et la cohérence des politiques éducatives nationales ;
- faire connaître les équipements et les ressources existants pour permettre aux enseignants et aux élèves d'exploiter efficacement les outils mis à leur disposition ; étudier les possibilités de recours à des équipements privés adaptés et efficaces¹⁸ au regard des impératifs juridiques de protection des utilisateurs et des données ;
- considérer et analyser le point de vue des enseignants pour définir les choix d'équipements et d'accompagnement en matière de numérique pour l'éducation : s'interroger sur leurs représentations du numérique et leurs besoins véritables pour une juste appropriation des outils et des dispositifs au service des disciplines et des programmes d'enseignement ; valoriser et encourager les initiatives pertinentes.

3. L'exploitation pédagogique des équipements

Les données recueillies par la DEPP, fondées notamment sur les déclarations des chefs d'établissement, montrent que la disponibilité des équipements, quelle qu'elle soit, n'induit pas nécessairement leur utilisation à des fins pédagogiques, par les enseignants et les élèves.

3.1 L'exemple et l'analyse des équipements numériques mobiles

L'enquête Évaluation Longitudinale des Activités liées au Numérique Éducatif (ELAINE), étude scientifique conduite par la DEPP, a pour objectif de décrire la place et les usages du numérique à l'École et de mieux comprendre la nature et la diversité des effets sur les compétences des élèves.

Elle a évalué les incidences du Plan numérique de 2015 qui prévoyait la distribution d'équipements numériques dans les établissements scolaires. Les premiers résultats rendent compte des effets de l'attribution d'équipements numériques mobiles (principalement des tablettes) sur les apprentissages des élèves en cinquième puis en quatrième.

¹⁸ Par exemple, le logiciel Discord est apparu comme étant un très bon outil privé et gratuit, parfaitement adapté à la communication en classe virtuelle. Il a été très utilisé lors des deux précédents confinements.

La plus-value des équipements individuels mobiles (EIM) est avant tout observée en classe où leurs usages sont encadrés par les enseignants :

- la mise à disposition d'EIM favorise les apprentissages des collégiens : on enregistre une progression des performances, en classe, pour tous les domaines évalués en fin de 4^e et pour les élèves scolarisés dans les collèges dotés de ces équipements ;
- cependant, au sein de cette progression, on constate une hétérogénéité des effets des EIM en fin de 4^e selon les caractéristiques des élèves : les effets sont plus marqués pour ceux scolarisés dans des collèges défavorisés (notamment en mathématiques et en compétences numériques) et pour ceux d'origine sociale défavorisée (en compétences numériques) ;
- dans le même temps, on observe une plus grande utilisation de l'équipement à disposition lorsque le projet d'école ou d'établissement fait référence au numérique.

Les résultats de l'étude ELAINE viennent compléter ceux des enquêtes qui concluent à la réalité d'une incidence positive des équipements numériques sur certains apprentissages.

En effet, les effets mesurés sur les usages disciplinaires portés par les programmes scolaires dépendent fortement des disciplines et des fonctions pédagogiques mises en œuvre. Une analyse conduite par André Tricot (2020), dans le cadre du rapport cité en référence, met en évidence des effets globaux du numérique, le plus souvent positifs, quoique modestes, et masquant de très grandes variations des résultats. Souvent, les outils ne suffisent pas à eux seuls à améliorer mécaniquement les apprentissages de façon notable. Parfois, ils y parviennent, mais parfois aussi ils les détériorent. Pour être efficaces, les outils doivent non seulement être adaptés à l'apprentissage de la connaissance visée, mais aussi être intégrés de façon pertinente dans une situation d'enseignement. D'autres effets peuvent être négatifs ou encore à déterminer, car faisant appel à des outils trop récents pour avoir été évalués¹⁹.

Le contexte exceptionnel de la crise sanitaire (2020-2022) a favorisé et accéléré les efforts d'équipement des enseignants, des élèves et de leurs familles. Pour autant, on note une sous-exploitation des ordinateurs par les élèves, plus attirés par le potentiel spécifique de leurs équipements mobiles, notamment le téléphone intelligent.

De fait, même si le nombre, la variété et la qualité des logiciels et des ressources numériques progressent, leur usage à des fins pédagogiques demeure limité.

Selon la dix-huitième et dernière édition du baromètre du numérique publiée par l'Arcep, l'utilisation du téléphone intelligent est devenue un fait social, transformant la société, les institutions et les usages ; 80 % des élèves de collège possèdent un téléphone intelligent, et cette proportion atteint quasiment 100 % pour les élèves des lycées. Alors que le temps où les collectivités territoriales équipaient tous les élèves d'un ordinateur portable ou d'une tablette semble révolu, le système éducatif est mis en tension par le numérique. D'un côté, certains territoires (notamment les TNE et les académies ayant développé les lycées 4.0) ont placé la démarche AVAN également dénommée AVEC (Apportez Vos Appareils Numériques ; Apportez Vos Équipements de Communication) au centre de leur projet numérique ; de l'autre côté, depuis la rentrée scolaire 2018, l'utilisation des téléphones portables est régie par l'article L. 511-5 du Code de l'Éducation modifié par la Loi du 30 juillet 2018, ainsi rédigé : « L'utilisation d'un téléphone mobile ou de tout autre équipement terminal de communications électroniques par un élève est interdite dans les écoles maternelles, les écoles élémentaires et les collèges et pendant toute activité liée à l'enseignement qui se déroule à l'extérieur de

¹⁹ Rapport numérique et apprentissages scolaires, dossier de synthèse, CNET, octobre 2020.

leur enceinte, à l'exception des circonstances, notamment les usages pédagogiques, et des lieux dans lesquels le règlement intérieur l'autorise expressément ».

Fort d'une mise en œuvre et d'une accessibilité très rapides en classe, disposant d'une puissance considérable de calcul et de stockage, et de fonctionnalités variées (photographie, vidéo, calculette, capteurs de mesures, codage informatique, etc.), cet outil permet aussi l'accès à l'internet et aux ressources qui y sont diffusées, ce qui lui confère des potentialités pédagogiques considérables. Celles-ci relèvent de trois grands domaines structurant le cadre de référence des compétences numériques (CRCN) : recherche et traitement de données et d'informations ; communication et collaboration ; création, diffusion et publication. Cependant, force est de constater que les usages personnels du téléphone intelligent sont peu transférés dans la sphère scolaire. Cela peut s'expliquer par plusieurs raisons. En premier lieu, le cadre législatif qui dissuade les directeurs d'école, les principaux de collège et les enseignants de recourir au téléphone intelligent dans les situations particulières où son utilisation serait autorisée. En deuxième lieu, la taille de l'écran et celle du clavier d'un téléphone intelligent ne permettent pas d'assurer l'ergonomie nécessaire au bon fonctionnement de certaines applications : il est par exemple extrêmement difficile de corriger au clavier des lignes de code informatique, d'observer avec précision les propriétés d'une figure géométrique ou d'une courbe, ou encore de traiter des données au tableur. Enfin et surtout subsiste le risque de détournement de l'outil à des fins autres que celles de l'apprentissage : on ne peut faire abstraction des risques de comportements délictueux susceptibles d'entraver le travail, de perturber la vie de la classe voire de porter atteinte à l'intégrité physique et morale des enseignants et des élèves.

Dans un contexte scolaire idéal, l'enseignement dans le secondaire devrait contribuer à apprendre aux élèves à utiliser leurs outils numériques, à la fois moyens et objets d'enseignement, de manière raisonnée, pertinente, responsable et respectueuse. Il est paradoxal et fortement regrettable, qu'en raison de ses potentialités extraordinaires, ses applications dans l'éducation soient fortement contraintes.

S'ajoute à cela un défaut de formation initiale et continue des personnels enseignants qui ne sont pas suffisamment sensibilisés à l'adéquation entre la nature de l'équipement utilisé et l'accès aux ressources dans leur forme intégrale.

Ainsi, l'enquête internationale *Talis (RERS 2020)* a montré que moins d'un professeur des écoles sur dix se considère comme apte à mobiliser efficacement le numérique dans son enseignement : 9 % des enseignants français (du 1^{er} degré) contre 40 % dans d'autres pays. Ils sont 17 % dans le 2^d degré. D'autres enquêtes montrent par ailleurs qu'une majorité d'enseignants (notamment dans le 1^{er} degré) ne considère pas l'utilisation du numérique dans leur enseignement comme une priorité.

3.2 Deux exemples d'outils numériques utilisés en mathématiques dans l'enseignement secondaire

Une enquête sur un échantillon représentatif conçue par la DEPP, *Praesco* (Pratiques d'Enseignement Spécifiques aux Contenus), s'est intéressée spécifiquement aux pratiques pédagogiques numériques mises en œuvre dans l'enseignement des mathématiques. Cette étude montre qu'en 2019 l'outil numérique le plus utilisé par les collégiens de 3^e en mathématiques est la calculatrice : 56 % des enseignants déclarent faire « très souvent » travailler ainsi leurs élèves.

Il ressort également que, parmi les autres outils numériques utilisés par les enseignants de mathématiques, la géométrie dynamique détient une position privilégiée : 45 % des enseignants du secondaire interrogés disent l'utiliser une ou deux fois par mois, ou plus souvent, alors que seuls 25 % d'entre eux ne l'utilisent que très rarement ou

jamais²⁰. Lorsqu'ils utilisent un logiciel de géométrie dynamique en classe, les enseignants travaillent avec leurs élèves dans un laboratoire informatique ou en classe ordinaire avec un lot de tablettes ou d'ordinateurs portables. Une explication du succès de ces deux types d'outils réside dans leur facilité d'utilisation, leur inscription explicite dans les programmes du collège et des lycées depuis au moins vingt ans et dans les actions de formation institutionnelles qui ont accompagné leur diffusion.

Recommandations du CSP

- mieux valoriser dans les programmes scolaires les situations qui se prêtent à l'usage pédagogique du numérique ;
- proposer aux enseignants des formations qui allient ingénierie technique et pédagogique ;
- accompagner les enseignants dans leur utilisation pédagogique des outils et services numériques, y compris le téléphone intelligent entendu dans un usage strictement scolaire.

3.3 L'exemple de l'ENT : l'environnement numérique de référence dans le cadre scolaire

L'espace numérique de travail (ENT) tel que le définit le ministère de l'Éducation nationale est « 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 dans un cadre de confiance défini par un schéma directeur des ENT et par ses annexes ».

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. Il se présente comme un bouquet modulaire et extensible de services intégrés ou connectés et interopérables.

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. Élèves, parents, professeurs, personnels administratifs peuvent accéder à ces espaces numériques de travail depuis n'importe quel matériel connecté à internet. Il constitue le prolongement numérique de l'établissement dans un cadre de confiance et garantit la sécurité des données personnelles nécessaires au fonctionnement des services, sous l'autorité et la responsabilité du chef d'établissement pour le second degré et du DASEN pour le premier degré.

L'ENT offre un panel de services numériques de natures variées :

- pédagogiques : cahier de textes numérique, espaces de travail et de stockage communs aux élèves et aux enseignants, accès aux ressources numériques, outils collaboratifs, blogs, forum, classe virtuelle, etc. ;
- d'accompagnement de la vie scolaire : notes, absences, emplois du temps, agendas, etc. ;
- de communication : messagerie, informations des personnels et des familles, visioconférence, etc.

Des outils complémentaires peuvent y être intégrés : BaladO utilisé en langues et en arts plastiques dans trois départements (93, 94, 77) ; la suite bureautique Libre office ; des banques d'exercices en ligne ; Framapad permettant à des groupes d'élèves d'effectuer des travaux collaboratifs ; Mesurim2, tectoglob3D ; edumodèle ; le logiciel de

²⁰ Voir annexe n°2.

géométrie dynamique GeoGebra ; Corpus (Canopé), Frise du vivant, et autres sites institutionnels peuvent également y trouver leur place.

L'Espace Numérique de Travail est moins répandu dans le premier degré que dans le second degré.

À la rentrée scolaire 2020, 80 % des élèves du second degré et seulement 20 % des utilisateurs du premier degré (élèves, parents et enseignants) bénéficient de l'accès à un ENT.

Recommandations du CSP

- engager les pouvoirs publics dans une réflexion sur les questions logistiques, juridiques et déontologiques, en matière de sécurité des données personnelles, d'inégalités d'accès entre élèves ou de connectivité que pose le recours aux équipements personnels des élèves et des enseignants ;
- doter toutes les écoles et tous les établissements scolaires d'un environnement numérique de travail en associant les communes et les établissements publics de coopération intercommunale à la commande publique des départements et des régions au moyen de groupements de commandes ;
- garantir l'interopérabilité des ENT d'une académie à une autre avec possibilité de transfert des données et des contenus ;
- veiller à ce que les fonctionnalités des ENT soient en adéquation avec les besoins identifiés par les utilisateurs ;
- dans le mouvement de déploiement des ENT sur le territoire national, prendre en compte le bilan de l'expérience des académies en la matière et instaurer un indispensable parangonnage.

4. Pérennité, transférabilité et interopérabilité des outils et des ressources

4.1 Une nébuleuse en perpétuelle expansion, des sites difficiles d'accès et insuffisamment fréquentés

Dans le contexte de l'ouverture du marché de l'éducation, l'émergence d'une offre de ressources pédagogiques a été confortée par une volonté politique transpartisane de « faire entrer l'École dans l'ère du numérique » qui a progressivement revêtu une réelle ampleur avec notamment la création, au début des années deux mille dix, de la Direction du numérique pour l'éducation (DNE) au sein du ministère de l'Éducation nationale, au service du déploiement des différents projets engagés, dont celui du portail Éduthèque²¹.

Cette détermination fut affirmée lors des débats législatifs qui précédèrent l'adoption de la loi n° 2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République qui précise les missions du service public du numérique éducatif et de l'enseignement à distance²².

²¹ Le portail Éduthèque, annoncé pour la rentrée scolaire 2013-2014, a été officiellement présenté le 21 novembre 2013, lors de la cinquième édition du salon professionnel Educatec-Éducatice.

²² Le second alinéa de l'article L. 131-2 du même code est remplacé par six alinéas ainsi rédigés :

« Dans le cadre du service public de l'enseignement et afin de contribuer à ses missions, un service public du numérique éducatif et de l'enseignement à distance est organisé pour, notamment :

« 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 ;

Lors de ses auditions et à l'occasion de recherches spécifiques, le CSP a pu dénombrer un peu moins de deux cents sites ou dispositifs structurés de contenus informatifs pédagogiques dont il apparaît parfois difficile de vérifier l'accès, l'entretien ou encore la conformité aux programmes.

La construction parfois spontanée, souvent incontrôlée, de ces entités multiformes accessibles dans l'internet qui cohabitent avec des outils et des ressources privés et publiques a abouti à la constitution d'une sorte de galaxie numérique vaguement organisée autour de quelques noyaux parfois institutionnels.

La nature et la construction de cet ensemble protéiforme ont progressivement rendu illisible l'offre de ressources pédagogiques.

Au sein de cet espace immatériel effervescent et difficilement appréhendable, l'obsolescence programmée des outils, machines et logiciels, l'absence de validation scientifique des incidences sur l'éducation, les défaillances du suivi pédagogique des contenus, de la communication et de la promotion des portails ou encore les défauts d'un portage politique et institutionnel peu affirmé sont apparus contre-productifs et déstabilisants.

La « volatilité » de cet environnement particulier est elle aussi en cause : elle contraint notamment l'État et les institutions en général à la définition de stratégies décousues et qui paraissent parfois incohérentes. Le marché s'adapte et l'École le suit tant bien que mal, souvent au détriment de ses acteurs, enseignants, familles et élèves qui n'hésitent pas à compenser les désordres rencontrés ou perçus comme des absences.

L'activité des enseignants exige en effet un important investissement de moyens, de temps et d'énergie pour s'engager dans de nouveaux usages. Elle est peu compatible avec des outils et des ressources numériques en perpétuelle évolution et qui leur apparaissent rapidement inadaptés ou dépassés. L'instabilité des outils institutionnels, amplifiée par le caractère trop éphémère des productions numériques suscite un grand désarroi.

La disparition de certaines banques de ressources alors même que leur fréquentation s'ancrait progressivement dans les usages (BRNE), le non-renouvellement dans le temps de certains marchés nationaux ou régionaux, l'absence de validation de certaines ressources proposées, tout semble concourir à la consolidation d'un sentiment d'inaccessibilité ou de dispersion contraire aux attentes exprimées par le corps enseignant et la communauté scolaire dans son ensemble.

Lourdeur et inadaptation des processus de validation ou de mise en ligne, perte de temps pour les utilisateurs, absence de réactivité des gestionnaires sont source de démotivation. La perte des outils et des ressources élaborés par les enseignants (en raison de changements d'adresse académique, d'applications ou de liens obsolètes, du défaut d'interopérabilité, etc.), la rupture des relations construites et entretenues patiemment au service de la bonne transmission des savoirs favorisent l'émergence d'un fort sentiment de découragement et de défiance à l'égard des propositions institutionnelles alors qu'elles sont souvent d'excellente qualité scientifique et pédagogique, fidèles aux

« 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 ».

programmes en vigueur et offrent de réelles garanties du respect des règles relatives à la protection des données et à la propriété intellectuelle.

De plus, certains outils proposés par l'institution se révèlent à l'usage moins performants et moins adaptés aux démarches pédagogiques des enseignants que des outils commerciaux : plateforme de visioconférence, outils d'autoévaluation, QCM en ligne, chaînes de vidéo, etc.

4.2 L'offre de ressources

4.2.1 L'accès offert par le portail Éduscol

L'offre est construite autour des pratiques numériques de l'éducation et se distribue notamment ainsi :

- à travers les premiers marchés « banques de ressources numériques éducatives » (BRNE, 2016), le ministère de l'Éducation nationale a permis aux professeurs de bénéficier pendant cinq ans d'un accès à des solutions numériques. Ces offres sont arrivées à leur terme et n'ont pas été renouvelées à l'exception de l'offre d'allemand (cycle 3) et de celle d'espagnol cycle 4. Le CSP n'a pas pu apprécier les raisons de cette décision ;
- des sites de formation disciplinaire (CultureMath, Culture sciences-chimie, Culture sciences de l'ingénieur, Culture sciences-physique, Sciences économiques et sociales, etc.) ou de nature thématique (Géoconfluences, La Clé des langues, Planet-Terre, Planet-Vie, Ces chansons qui font l'histoire, Encyclopédie d'histoire numérique de l'Europe) ;
- les travaux académiques mutualisés (TraAM) : ces laboratoires de pratiques numériques permettent le développement des usages pédagogiques du numérique. La DNE met en œuvre ces travaux académiques mutualisés. Co-pilotés par cette dernière et l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche, les TraAM sont fondés sur la mutualisation inter-académique et s'appuient sur des expérimentations dans des classes. Ils associent les équipes académiques du premier et du second degré. Portant sur seize disciplines et enseignements, les TraAM aboutissent à des productions de scénarios pédagogiques du numérique en lien avec le cadre de référence des compétences numériques (CRCN) et participent au développement d'une culture numérique. Ces scénarios sont partagés dans Édubase ;
- Édubase est une banque nationale de scénarios pédagogiques gérée par la DNE. Elle permet, à partir d'une interface unique, de rechercher un scénario pédagogique élaboré en académie, illustrant un thème du programme en lien avec le numérique éducatif. Plus de douze mille scénarios didactisés et structurés, y sont indexés, couvrant toutes les disciplines, tous les enseignements et tous les niveaux (premier et second degré, enseignement supérieur) ;
- Prim à bord : le site a été restructuré en 2021. Il s'agit d'un portail numérique pour le premier degré, conçu pour offrir une plus grande visibilité de l'offre numérique. Il propose des actualités, des services et des retours d'usage du numérique à l'école primaire. Il rassemble tous les sites et les services numériques existant au niveau national et dans les académies. La page d'accueil de Prim à bord propose un accès direct vers l'ensemble des banques de ressources numériques cycle 3 proposées par le ministère ;
- le programme Scientix qui rassemble une communauté d'enseignants en Europe, associant chercheurs et décideurs afin de permettre la diffusion et le partage de savoir-faire, d'approches et de pratiques innovantes dans l'enseignement scientifique (sciences, technologies, ingénierie, mathématiques). C'est aussi un réseau collaboratif qui permet d'accéder à de nombreux outils, ressources, méthodes novatrices, séminaires et cours en ligne ouverts à tous ;

- le *Future Classroom Lab* est un projet porté par l'*European Schoolnet*, consacré aux nouvelles pratiques pédagogiques. Il vise à promouvoir une méthodologie de création de scénarios pédagogiques, ouverts aux nouvelles technologies, dans un espace classe pensé pour développer chez les élèves et les enseignants, les compétences du XXI^e siècle ;
- la plateforme ÉTINCEL : s'inscrivant dans le projet ÉNI (École, Numérique et industrie), cette plateforme permet d'accroître la diffusion de la culture technique et industrielle à l'École. La plateforme présente des ressources numériques pédagogiques co-construites avec les industriels. Il s'agit de fournir à tous les enseignants et à leurs élèves, du collège aux sections de techniciens supérieurs (STS), dans toutes les disciplines, des ressources et des séances pédagogiques élaborées par leurs pairs en partenariat avec les industriels, de mettre à disposition des ressources sous licence ouverte accessibles à un large public, avec des droits d'utilisation et de réutilisation libérés pour des usages pédagogiques.

Par ailleurs, Éduscol présente le « gestionnaire d'accès aux ressources » (GAR), mis à disposition gratuitement par le ministère (la DNE). Il constitue une solution qui :

- facilite pour chaque établissement la gestion de ses abonnements aux offres numériques ;
- protège les données personnelles de l'ensemble des utilisateurs (le règlement général sur la protection des données²³ – RGPD – et la loi Informatique et Libertés) et permet la communication des données strictement nécessaires aux distributeurs et éditeurs de ressources numériques pour l'éducation, fournissant ainsi un cadre de confiance juridique aux établissements et aux écoles ;
- organise l'accès des élèves et des enseignants aux offres et aux services associés *via* leur ENT ou un équipement mobile.

À ce jour, plus de sept mille quatre cents établissements sont rattachés à trente-cinq projets ENT en métropole et dans les DOM, et sont connectés au GAR. Près de onze mille ressources sont ainsi accessibles ; elles comprennent l'offre Éduthèque et les ressources ÉTINCEL qui sont en accès gratuit, les ressources des éditeurs scolaires ou d'autres fournisseurs qui sont accessibles par abonnement. Parmi les offres compatibles avec le GAR figurent les ressources de référence, dictionnaires et encyclopédies, les manuels numériques²⁴, les ressources d'enseignement multimédia, d'entraînement et d'accompagnement scolaire, d'orientation et de documentation.

On peut ajouter Captain Kelly : <https://eduscol.education.fr/2974/enseigner-l-anglais-l-ecole-avec-captain-kelly>, ainsi que le dispositif Edu-up : <https://eduscol.education.fr/1045/soutien-la-production-de-ressources-numeriques-pour-l-ecole>

4.2.2 L'accès offert par Réseau Canopé

Réseau Canopé assure la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre d'une multitude d'outils. Cependant, le CSP n'a pas pu obtenir confirmation du caractère opérationnel de ces derniers, de leur entretien ou de leur mise à jour, notamment pour ce qui concerne :

- Éduthèque ;

²³ Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016, relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, et abrogeant la directive 95/46/CE.

²⁴ Contrairement aux ressources publiées par le ministère, certains ouvrages dits de référence (les manuels numériques, les dictionnaires, les encyclopédies, etc.) ne bénéficient d'aucune validation institutionnelle.

- les portails disciplinaires pour les enseignants, ouverts depuis 2011 en histoire-géographie, éducation civique, sciences et vie de la Terre, arts plastiques et histoire des arts ; depuis la fin 2013 en physique-chimie et langues vivantes ; depuis 2015, en lettres et en mathématiques, et en éducation musicale depuis 2016 ;
- Digithèque : il s'agit d'une plateforme conçue pour les enseignants et leurs élèves de cycle 3 (français, histoire-géographie, éducation morale et civique, sciences et technologie) et de cycle 4 pour l'histoire-géographie et l'éducation morale et civique. Cette plateforme pédagogique ouverte gratuitement à tous les enseignants donne accès à des milliers de ressources, à des formats de documents extrêmement variés (exercices, fiches d'activité, textes, images, audios, vidéos, etc.) avec une indexation fondée sur les programmes officiels. L'enseignant peut y créer des parcours personnalisés en sélectionnant les ressources qui l'intéressent, puis en les modifiant et en les réorganisant avant de les assigner à ses élèves ;
- le portail Myriaé : ce dispositif, qui a été conçu pour « accompagner les enseignants dans le dédale des ressources numériques », proposait la recherche et « une aide au choix de ressources fondées sur des critères pédagogiques, juridiques, techniques et documentaires » ; cette plateforme a été fermée le 15 juin 2021. Outre le fait que cette plateforme n'était que partiellement alimentée, elle ne répondait plus aux besoins et à leurs évolutions. Sa fermeture s'inscrit par ailleurs dans une réflexion menée par la DNE pour soutenir et renforcer l'offre d'accès aux ressources et à leur valorisation au bénéfice de la communauté éducative ;
- la plateforme M@gistère : cet outil de formation en ligne est destiné aux enseignants. Il a été conçu par la DNE (maître d'ouvrage) en association avec Réseau Canopé (maître d'œuvre et assistant à la maîtrise d'ouvrage pour la DNE) ;
- la plateforme ÉNI (école, numérique et industrie) : cet outil fournit des ressources principalement pour l'enseignement professionnel ;
- les Fondamentaux : plus de cinq cents films d'animation et des fiches d'accompagnement exposant des connaissances de base en français, en mathématiques, en sciences et en technologie, en enseignement moral et civique, et en musique sont disponibles ; ils sont destinés aux élèves des cycles primaires. Organisés par séries, les films d'animation, téléchargeables, peuvent également être utilisés indépendamment. Avec plus de cinq millions de visites en 2021, la plateforme dispose d'une solide audience sur son cœur de cible : enseignants, parents d'élèves et élèves de l'école élémentaire ;
- Canoprof : ce service permet, depuis 2016, le travail collaboratif entre enseignants pour construire des séquences pédagogiques (production et scénarisation) et en éditer des versions pour les élèves, adaptables à tous les systèmes d'exploitation ; cette application compte environ huit mille utilisateurs actifs ;
- Viaeduc : ce réseau social des professionnels de l'Éducation nationale permet l'échange de pratiques et le travail collaboratif (plus de 102 000 enseignants actifs en 2022, plus de 36 000 ressources partagées).

4.2.3 L'exemple d'Éduthèque : une offre publique de ressources éducatives numériques

Comme en dispose le préambule des conventions liant les partenaires de la plateforme au ministère de l'Éducation nationale, l'École doit accompagner tous les élèves dans leurs apprentissages, « avec le numérique » et « par le numérique », en mobilisant tous les acteurs de la communauté éducative, au premier rang desquels figurent les enseignants. L'État a fait le choix de mettre à leur disposition un service public donnant accès à une offre de ressources numériques.

Ce service, édité par le ministère, accessible *via* Éduscol, a eu dès l'origine pour vocation de favoriser l'accès des élèves à la culture, sous des formes variées et riches, dans un contexte disciplinaire et pluridisciplinaire. Les ressources offertes jouissent dans ce cadre de droits libérés pour un usage pédagogique. Construites par des experts, elles sont

proposées dans des formats adaptés et sont susceptibles, dans certains cas, de se substituer à des visites au sein des établissements partenaires.

Le ministère assure, sous sa responsabilité, la production et la gestion des ressources offertes. Comme le précise le préambule des conventions liant les partenaires de la plateforme au ministère, la DNE en assume la maîtrise d'ouvrage, son directeur en dirigeant la publication. Celle-ci assure la mise en place et le déploiement du service public du numérique éducatif. Elle dispose d'une compétence générale en matière de pilotage et de mise en œuvre des systèmes d'information. Elle met en œuvre « le numérique au service de l'École ».

Le portail ne privilégie pas les entrées disciplinaires : les ressources voulues complémentaires sont susceptibles de s'adapter aux attentes de plusieurs disciplines, une caractéristique accentuée par la visibilité offerte de tous les partenaires à tous les utilisateurs.

Il existe deux modes d'accès aux offres de ressources d'Éduthèque :

- le portail Éduthèque, en utilisant un compte créé en ligne par l'enseignant, à l'aide de son adresse de messagerie professionnelle. Les élèves accèdent directement à certaines offres de ressources en utilisant un « compte classe » générique, créé à l'initiative de l'enseignant sur la page « mon compte », une fois son inscription au portail validée ;
- le GAR, pour les établissements et les écoles en bénéficiant. Au sein de leur espace numérique de travail et par l'intermédiaire de leur compte individuel, les enseignants et les élèves accèdent aux offres d'Éduthèque et de partenaires ayant réalisé les travaux techniques nécessaires à cette modalité d'accès.

Le portail Éduthèque permet l'accès aux ressources numériques fournies par des partenaires, pour la plupart de grands établissements publics à vocation culturelle et scientifique, de premier plan et d'envergure nationale. Les enseignants accèdent aux ressources proposées à titre gratuit et dans le respect du droit de la propriété intellectuelle et artistique, soit par un choix de thématiques, soit par les sites internet des partenaires.

Les deux principales évolutions que le portail a connues sont intervenues respectivement en 2017, avec l'installation d'un moteur de recherche fédérée censé permettre une recherche multicritère parmi l'ensemble des ressources, quels qu'en soient les producteurs, et en novembre 2019, lorsque Lumni enseignement a regroupé l'ensemble de l'offre audiovisuelle publique, médias étrangers exceptés.

De onze partenaires en 2013, l'offre est passée à une trentaine en 2021. Huit de ces offres étaient, en 2021, disponibles dans le cadre des environnements numériques de travail (ENT) grâce à leur accrochage au gestionnaire d'accès aux ressources (GAR).

Le projet Éduthèque présentait dès l'origine les principales caractéristiques qu'il conserve aujourd'hui, à l'exception d'un moteur de recherche innovant incorporé récemment et qui paradoxalement, par défaut d'actualisation, a contraint l'essor du programme.

Il constitue à ce jour pour les enseignants du premier et du second degré, et leurs élèves, un portail d'accès à presque 84 000 ressources numériques²⁵, sélectionnées, voire conçues spécifiquement par trente et une institutions

²⁵ Près de 84 000 ressources sont susceptibles d'être consultées, réparties entre les 31 offres de la plateforme (AFP ; BBC ; BnF ; BRGM ; CNES ; Centre Pompidou ; Centre des Monuments Nationaux ; Château de Versailles ; Cité de l'architecture et du patrimoine ; Cité de la musique – Philharmonie de Paris ; Deutsche Welle ; ECPAD ; ERSILIA ; Fovéa ; IGN éduquéo ; Ina GRM ; Inrap ;

culturelles, scientifiques et audiovisuelles de premier plan. L'authentification obligatoire des utilisateurs rend sûrs, au regard du droit d'auteur et des droits voisins, les usages pédagogiques multiples qui peuvent être imaginés et conçus.

Les dizaines de milliers de ressources numériques proposées par l'accès offert par Éduthèque ont notamment pour vocation à enrichir les approches pédagogiques des enseignants. On constate généralement :

- la qualité des ressources mises à disposition, leur cohérence et leur intérêt vis-à-vis des pratiques pédagogiques et des programmes scolaires ;
- la plus-value d'Éduthèque par rapport aux ressources mises en ligne gratuitement par chaque partenaire sur son site public ;
- mais des redondances éventuelles avec d'autres sites comme Éduscol, Lumni enseignement et d'autres portails de l'Éducation nationale.

4.2.4 Qualité, cohérence et intérêt d'Éduthèque

Les ressources numériques sont devenues un point d'appui pédagogique essentiel, dont l'usage s'est vu renforcé par la crise sanitaire. Correctement intégrées à la formation des élèves, dans et hors de l'école, elles permettent de travailler nombre de compétences disciplinaires et transdisciplinaires, en les plaçant dans des situations variées de découverte, d'observation, d'appropriation, d'analyse, de réalisation, de critique, de communication, etc.

Même si leur lien avec les programmes scolaires n'est pas toujours explicité, les offres des partenaires d'Éduthèque sont dans l'ensemble tout à fait cohérentes avec les enjeux de formation d'aujourd'hui, notamment dans les champs de l'éducation artistique et culturelle (EAC), de l'éducation aux médias et à l'information (EMI), de l'enseignement moral et civique (EMC), de l'histoire-géographie, des langues vivantes, des sciences et technologies.

La majorité des ressources d'Éduthèque ne sont pas ou sont peu scénarisées. Elles demandent dès lors de la part de l'enseignant un travail d'adaptation et d'accompagnement pour ses élèves : les ressources numériques brutes ont le grand mérite de ne pas se substituer au rôle de l'enseignant que l'utilisation sans filtre d'une ressource élaborée et « prête à l'emploi » contraint à l'effacement. Le CSP approuve l'environnement éducatif qui assigne à l'enseignant un véritable rôle de pédagogue et non de simple observateur ou utilisateur d'outils et de ressources prêtes à l'emploi. Il déplore que certains acteurs du marché de l'éducation aient parfois tendance à dénaturer l'acte d'enseignement afin de compenser, à juste titre ou pas, des lacunes disciplinaires ou techniques²⁶.

Recommandations du CSP

- inviter les enseignants à porter attention à la date de publication des ressources ainsi qu'à leur mise à jour : leur degré de conformité aux programmes scolaires devrait être mentionné. Certaines ressources « anciennes » méritent d'être conservées et de demeurer accessibles en raison de leur intérêt scientifique et didactique même si elles ne sont plus immédiatement liées aux programmes en vigueur ;

Inserm ; Institut du monde arabe ; L'Histoire par l'image – Rmn-GP ; Lumni Cinéma ; Lumni Enseignement ; Musée du Louvre ; Muséum national d'Histoire naturelle ; Météo-France ; Panorama de l'art – Rmn-GP ; RTVE ; Radio France ; RetroNews – BnF ; Réseau Canopé ; Théâtre en acte), par niveaux et type de documents.

Parmi ces 31 partenaires⁵, huit sont accessibles *via* le GAR pour l'ensemble des établissements du secondaire dont le projet ENT y est accroché.

²⁶ Un acte d'enseignement ne devrait jamais se réduire à une forme de « mise en assiette » de denrées pédagogiques préparées par d'autres.

- renforcer l’ancrage pédagogique des ressources, par niveau et par domaine, afin de mieux mettre en exergue leur intérêt et de faciliter le choix des utilisateurs ;
- proposer un indicateur de la facilité d’appropriation et d’utilisation des ressources pédagogiques, et une mention explicite de leur niveau de scénarisation ;
- ne pas céder aux effets de mode, contraignants et restrictifs, par exemple ceux qui mettent aujourd’hui en avant les offres de vidéos d’un format de courte durée (capsules) au détriment d’autres types de ressources (textes, images, dossiers, documents audio, animations interactives, logiciels, etc.) tout aussi importantes pour la formation des élèves (travail de compétences différentes, variété des approches, etc.).

4.2.5 Des redondances éventuelles avec d’autres sites comme Éduscol, Lumni enseignement et d’autres portails de l’Éducation nationale

La multiplicité des sites institutionnels proposant des ressources numériques à l’attention des enseignants, et aussi des élèves, a déjà été soulignée. Ceci amène naturellement à s’interroger sur l’existence de redondances, voire d’incohérences, entre les offres des divers sites institutionnels et peut-être à préconiser une nécessaire clarification de la communication et de l’information à destination des utilisateurs.

Compte tenu du grand nombre de ressources proposées par les sites institutionnels, il n’a pas été possible au CSP d’effectuer une étude exhaustive sur ce point.

Cependant il lui semble que l’offre d’Éduthèque puisse être considérée comme complémentaire, plus que redondante, par rapport aux autres sites de mise à disposition de ressources de l’Éducation nationale.

4.2.6 La gratuité de l’accès et le respect des normes d’accessibilité

Un accès gratuit est offert à tous les enseignants du premier et du second degré, des écoles et des établissements publics et privés sous contrat, et à leurs élèves, quelle que soit la discipline, à un ensemble de ressources de grands établissements publics à vocation culturelle et scientifique ou dans le domaine audiovisuel. Progressivement, le public cible a été élargi aux enseignants des établissements agricoles et militaires, aux établissements français à l’étranger, aux établissements d’éducation spécialisée (par exemple, les Instituts nationaux de jeunes sourds) disposant de domaines génériques d’adresses institutionnelles acceptées par conventionnement.

Avant la mise à disposition gratuite des ressources offertes par l’accès au portail Éduthèque, les offres des partenaires qu’étaient alors la Cité de la Musique, lesite.tv, IGN édugeo et l’INA Jalons représentaient un coût d’abonnement annuel pour l’ensemble des établissements scolaires de plus de dix millions d’euros.

Le portail Éduthèque a donc permis la mise à disposition gratuite pour les enseignants et leurs élèves d’un grand nombre de ressources, produites par de multiples partenaires, à bien moindre coût annuel que celui du modèle précédent d’offres par abonnement de chaque établissement scolaire.

La plateforme, qui garantit une gestion des données personnelles conforme au RGPD, donne, grâce à un mode d’authentification unique, l’accès aux ressources de l’ensemble de ses partenaires. Les ENT et les adresses électroniques académiques des enseignants permettent cette authentification qui est nécessaire eu égard aux

contraintes liées à la gestion des droits d’auteur et des droits voisins²⁷ auxquels sont soumises nombre d’œuvres et de ressources mises à la disposition du public scolaire.

Le GAR, pour les établissements et les écoles en bénéficiant, permet lui aussi un accès gratuit et sûr.

Les voies d’authentification décrites ci-dessus fixent le cadre de la confiance numérique nécessaire à l’utilisation et à la réutilisation de contenus, et de services de qualité, dans un contexte d’enseignement défini, en particulier aux yeux des partenaires fournisseurs de contenus.

Elles permettent :

- le téléchargement de fichiers pour la construction de documents pédagogiques ;
- la capture d’images pour les contenus et les services en ligne mis à disposition sans possibilité de téléchargement pour la construction de documents pédagogiques ;
- le partage numérique de documents *via* les ENT pour assurer la continuité pédagogique dans le prolongement de la classe ;
- les usages collectifs des ressources dans le cadre des cours, ateliers et travaux pédagogiques ;
- la publication de propositions pédagogiques et d’extraits de travaux d’élèves.

Dans ce cadre, le CSP relève que les conditions d’utilisation des ressources offertes par le portail Éduthèque et le GAR constituent une authentique plus-value par rapport au régime de droit commun que représente l’exception pédagogique.

4.2.7 L’offre des académies

La description non exhaustive présentée ci-dessus doit encore faire état des espaces de mutualisation et de ressources pédagogiques ouverts dans les académies, les départements, les circonscriptions, les établissements, du panorama de l’offre de services numériques des DANE et de tant d’autres initiatives personnelles et privées, accessibles au sein des réseaux sociaux, parfois pour le plus grand bien des élèves et des enseignants, mais parfois aussi s’émancipant des règles relatives à la transmission et à la protection des données. Signalons que la qualité scientifique, didactique et pédagogique des ressources non institutionnelles n’est pas toujours garantie, tout comme leur conformité à l’esprit des programmes.

4.3 Une utilisation limitée des ressources institutionnelles

4.3.1 Éduthèque, un portail peu connu et peu utilisé, y compris lors de la crise sanitaire

Les trois missions conduites, depuis 2015, par l’inspection générale révèlent avec une certaine constance une utilisation limitée des ressources, qu’il s’agisse de celles mises à disposition par les grands portails d’accès ou par les sites académiques ou de circonscription. La crise sanitaire et les contraintes qu’elle fait encore peser sur l’institution

²⁷ Indépendamment de la protection conférée aux auteurs par le droit d’auteur, le code de la propriété intellectuelle confère une protection légale appelée droits voisins à certains « auxiliaires » de la création intellectuelle : les artistes interprètes ; les producteurs de phonogrammes et de vidéogrammes ; les entreprises de communication audiovisuelle.

Les bénéficiaires des droits voisins jouissent d’un droit exclusif qui leur confère la possibilité d’autoriser ou d’interdire l’utilisation et l’exploitation de leur prestation et d’en percevoir une rémunération (source : ministère de la culture, bureau de la propriété littéraire et artistique, fiche n°5).

scolaire et ses pratiques n'ont pas conforté comme on aurait pu le penser la place des ressources institutionnelles dans les choix du corps enseignant.

Il y a pourtant là un enjeu essentiel. En 2020, une mission de l'IGÉSR déplorait ainsi que les ressources documentaires institutionnelles n'aient été utilisées que par une minorité de professeurs, les autres préférant faire appel à l'offre privée²⁸.

4.3.2 Des outils inégalement appréciés et utilisés

À ce jour, les ENT sont parmi les logiciels ou les plateformes les plus utilisés par les enseignants. L'utilisation des ressources nationales demeure toutefois limitée.

Dans le premier comme dans le second degré, les sites académiques ou les sites de circonscription sont évoqués par environ 40 % des enseignants. Lors de la même période, la mission de l'inspection générale a constaté que 60 % des enseignants n'utilisaient pas les ressources mises à leur disposition par l'institution, faisant le même constat sur l'utilisation des ressources nationales du portail Éduthèque cité seulement par 8 % des enseignants dans le primaire, 13 % au collège et 21 % au lycée.

La banque de ressources pour le numérique éducatif (BRNE) est, quant à elle, citée par 27 % des enseignants de collège, ce dont l'institution ne saurait se satisfaire pour des ressources qui sont accessibles depuis plusieurs années et dont la majorité des enseignants devraient avoir connaissance à défaut d'en faire un usage pédagogique. Les émissions télévisuelles Lumni ont, en très peu de temps, à partir du confinement de mars 2020, rencontré une audience comparable, surtout dans le premier degré et au collège, où un peu plus de 30 % des enseignants déclarent les avoir utilisées.

4.3.3 Une connaissance lacunaire de l'offre publique

Quelques années auparavant, l'inspection générale de l'administration de l'éducation et de la recherche et l'Inspection générale des finances, à l'occasion d'une étude consacrée, en 2018²⁹, à la mesure des incidences du réseau Canopé sur le développement des pratiques numériques dans l'environnement éducatif, se sont intéressées aux réponses apportées par les enseignants aux questions portant sur la connaissance des ressources et des services mis à disposition par le ministère en la matière.

Ainsi, s'agissant des plateformes produites par Réseau Canopé, 51 % des enseignants interrogés ne connaissaient pas Éduthèque, 30 % connaissaient la plateforme, mais ne l'utilisaient pas ; seuls 15 % la connaissaient et l'utilisaient. La situation était un peu plus favorable pour ce qui concerne M@gistère qui demeurait inconnu de 49 % des enseignants ; 26 % le connaissaient, mais ne l'utilisaient jamais. Seuls 20 % prétendaient le connaître et l'utiliser.

Déjà en 2015, lors d'une mission consacrée à l'utilisation pédagogique des dotations en équipements numériques, l'Inspection générale de l'Éducation nationale observait une certaine défiance des enseignants à l'égard des sites institutionnels nationaux, et dans une moindre mesure, à l'égard des sites académiques et départementaux³⁰. Ainsi, l'offre présentée dans le portail Éduthèque n'était pratiquement jamais citée par les équipes rencontrées. Les

²⁸ Rapport IGESR n° 2020-133, Les usages pédagogiques du numérique au service de la réussite des élèves, octobre 2020.

²⁹ Rapport IGAENR n°2018-104/IGF, Une nouvelle feuille de route stratégique pour le CNED et le réseau Canopé, octobre 2018.

³⁰ Rapport IGEN n°2015-070, L'utilisation pédagogique des dotations en numérique dans les écoles, juillet 2015.

interrogations portaient notamment sur les nécessaires évolutions du portail dans la perspective d'une meilleure réponse à apporter aux besoins des professeurs des écoles.

Depuis 2015, ce sont en général moins de 15 % des enseignants qui déclarent utiliser le portail Éduthèque³¹. 20 % des enseignants du premier et du second degré ont ouvert un compte. La majorité des 870 000 enseignants ne semble pas connaître l'existence du portail.

La plateforme Éduthèque fermera fin juin et les contenus seront repris pour la plupart par Lumni enseignement. Toutefois, cette information n'a fait l'objet d'aucune communication officielle ni même d'une réponse à la question posée par le CSP lors de ses travaux.

4.3.4 Les usages numériques des enseignants

Des études réalisées par Réseau Canopé³² ont permis de constater que les enseignants, dans le cadre précis de la préparation de leurs cours, avaient recours, à part presque égale, aux ressources institutionnelles, d'une part, et à la documentation et aux données personnelles, associatives ou partagées avec leurs pairs, d'autre part.

Ces mêmes études ont permis d'appréhender plus précisément les usages numériques des enseignants³³. C'est ainsi que Lumni Enseignement culmine en tête des offres d'Éduthèque à la fois en nombre de visites *via* le portail (plus de 200 000 visites, soit près de 42 % du nombre de visites totales), du nombre de sessions (581 567) ; et du nombre de pages consultées (plus de 9 millions).

La marque Lumni a bénéficié d'un affichage médiatique, d'un portage politique et d'un pilotage disciplinaire par l'Inspection générale durant le premier confinement, en 2020 (émissions quotidiennes sur France 4, messages publicitaires sur France Inter, etc.). Pour mémoire, cette offre portée par l'INA et copilotée avec France Télévision regroupe les partenaires et leurs ressources du secteur public audiovisuel français (ARTE, France TV, Radio France, le site.tv).

L'AFP et Théâtre en acte sont respectivement les deuxième et troisième offres les plus consultées *via* le portail. Quatre des six offres présentant un projet « Services innovants numériques Éduthèque » (SINÉ), marqueur fort d'innovation, sont présentes dans ce palmarès (Philharmonie, INA groupe de recherches musicales, BnF et Centre Pompidou).

Statistiques du GAR incluses, les offres de la Philharmonie de Paris et de Théâtre en acte sont respectivement deuxième et troisième par le plus grand nombre de visites. Il est à préciser que les deux premières offres de ce classement sont rattachées au GAR. Ce qui atteste la pertinence de cette voie d'accès.

Pour conclure, malgré la qualité de la majeure partie des ressources proposées dans l'environnement institutionnel, le portail Éduthèque, par exemple, n'a pas remporté le succès escompté auprès des enseignants dont la majorité en ignore encore l'existence ; seuls 20 % d'entre eux ont créé un compte personnel.

Il en est de même, en général, du sort réservé à toutes les ressources institutionnelles (Éduscol, M@gistère, Edubase, etc.).

³¹ DNE : enquêtes Profetic.

³² Synthèse des données relatives à l'accès aux ressources, DNE (données Canopé, 2020), mars 2021.

³³ DNE « synthèse reporting ressources numériques-BRNE et Éduthèque », analyse des statistiques, mars 2021.

Le CSP s'est ainsi légitimement posé la question des raisons de la méconnaissance et de la défiance à l'égard de l'offre publique. Parmi les pistes identifiées, il ne peut écarter celles d'un environnement technique et structurel parfois défaillant, d'une formation professionnelle souvent perfectible, d'une communication insuffisante de la part de l'institution, d'un portage politique inégal, mais aussi d'une lassitude des enseignants face à des injonctions incessantes et parfois contradictoires.

Recommandations du CSP

- assurer une formation initiale et continue à l'accès et à l'usage des outils et des ressources numériques institutionnels ;
- évaluer la plus-value de l'usage des ressources numériques proposées dans un cadre pédagogique sur les apprentissages ;
- assurer une forme de « stabilité doctrinale » en matière de ressources et d'équipements numériques et ne pas abandonner des projets qui n'auraient pas été évalués préalablement ;
- préserver et favoriser l'offre publique de ressources numériques à l'image d'Éduscol et du futur Éduthèque-Lumni dont la qualité scientifique, didactique et pédagogique mérite d'être soulignée ; alimentation en ressources, indexation fine de ces dernières, développement permanent du moteur de recherche, communication régulière et formation des utilisateurs sont les principales clés du succès de cette offre publique.

5. Une dimension forte du numérique éducatif : les territoires numériques éducatifs (TNE)

5.1 La situation avant la création des TNE

Parmi les objectifs de la loi de refondation de l'école de la République de 2013 figurait l'ambition de « faire entrer l'école dans l'ère du numérique ». L'État a ainsi créé la Direction du numérique pour l'éducation (DNE) et a clarifié les rôles qu'il partage désormais avec les collectivités territoriales. Celles-ci sont explicitement désignées comme responsables des équipements numériques (matériel, réseau, maintenance) tandis que l'État conserve la responsabilité du volet pédagogique (programmes d'enseignements et formation des enseignants).

Dès lors, l'État, les régions et les départements ont consenti d'importants investissements dans le domaine et restructuré leurs services pour prendre en charge cette nouvelle compétence.

5.2 Les services académiques et les établissements scolaires

Au sein de chaque académie, la Direction académique au numérique éducatif (DANE) est chargée de décliner les orientations nationales de développement et de formation aux usages du numérique. Elle s'appuie pour cela sur un réseau de référents intervenant jusque dans les EPLE³⁴ dans le secondaire, et les circonscriptions de l'enseignement primaire. Ces référents ont un rôle d'accompagnement, de conseil, de formation au numérique pour l'éducation. Ils assurent souvent d'autres missions, notamment d'enseignement, qui ne leur permettent pas toujours d'assumer pleinement cette mission spécifique. Les difficultés liées à l'exercice professionnel de ces référents peuvent même

³⁴ Établissement Public local d'Enseignement.

constituer un frein à leur recrutement auprès d'enseignants jugés compétents dans le domaine du numérique pédagogique.

5.3 Le déploiement des TNE

Les territoires numériques éducatifs ont vocation à tester, à grande échelle, la mise en œuvre de la continuité pédagogique et la réduction de la fracture numérique. Après une phase d'expérimentation en 2020-2021 dans deux départements (Aisne et Val-d'Oise) et de premiers retours d'expérience positifs, dix nouveaux départements sont entrés dans le dispositif à la rentrée scolaire 2021-2022 : Bouches-du-Rhône, Cher, Corse-du-Sud, Doubs, Finistère, Guadeloupe, Hérault, Isère, Vienne et Vosges. Cette expérimentation unique est déployée sur trois années. Ces départements ont été choisis pour que l'expérimentation soit la plus représentative possible de la diversité des réalités économiques, géographiques, sociologiques et technologiques des territoires en matière d'accessibilité au numérique. Réseau Canopé, le Secrétariat général pour l'investissement, la Caisse des dépôts et des consignations, la Trousse à projets, et les collectivités territoriales sont partenaires de ce projet.

Le dispositif des TNE, qui concerne à la fois l'enseignement public et l'enseignement privé sous contrat, repose sur huit mesures coordonnées :

- assurer un socle minimal d'équipement numérique pour les écoles élémentaires ;
- équiper chaque classe (premier et second degrés) d'un kit d'enseignement hybride ;
- permettre l'équipement des élèves des classes élémentaires en état de fracture numérique sous forme de prêt ;
- former tous les professeurs à l'hybridation de l'enseignement ;
- mettre à disposition des professeurs un bouquet de services et de ressources en ligne *via* une plateforme ;
- équiper les nouveaux professeurs du premier et du second degré (1 000 nouveaux professeurs, puis les autres) ;
- former les parents volontaires aux enjeux du numérique éducatif ;
- évaluer le dispositif, en mesurant la pertinence et l'efficacité.

En pilotant le déploiement simultané d'un plan de formation au numérique et par le numérique, l'apport de ressources pédagogiques ainsi que l'équipement numérique des élèves et des professeurs, les partenaires de l'expérimentation escomptent :

- transformer les pratiques d'enseignement des professeurs afin d'obtenir un effet sur les stratégies d'apprentissage des élèves ;
- garantir la continuité pédagogique en cas de rupture des enseignements en présentiel et contribuer ainsi à la résilience du système éducatif en cas de crise ;
- évaluer la pertinence et la faisabilité d'une extension de l'expérimentation à d'autres territoires, voire sa généralisation à l'échelle du pays tout entier.

Recommandation du CSP

Évaluer scientifiquement les incidences du dispositif des TNE sur les apprentissages des élèves et les pratiques des enseignants.

6. Le développement de l'intelligence artificielle : enjeux et perspectives

6.1 Définition et champs d'application

Définir l'intelligence artificielle (IA) n'est pas chose facile. Si son ambition initiale était d'imiter les processus cognitifs de l'être humain, son objectif actuel consiste plutôt à concevoir des systèmes capables de résoudre certains problèmes mieux que ne pourraient le faire les humains. Les premières générations d'IA, mises au point il y a une soixantaine d'années et connues sous le nom de « systèmes experts », étaient fondées sur la programmation de règles présidant à la réalisation par une machine de tâches habituellement réalisées par des humains. Les techniques aujourd'hui utilisées diffèrent radicalement de cette approche historique puisqu'il s'agit de laisser la machine découvrir par elle-même des règles et des modèles, de manière inductive, à partir des innombrables données dont elle dispose. Cette modification de paradigme et les avancées récentes qui en ont découlé notamment au niveau de l'apprentissage automatique ont été rendues possibles par le décuplement des puissances de calcul et de stockage des informations. Dans sa phase d'apprentissage, la machine recherche des corrélations et des classifications à partir d'une masse très importante de données préalablement sélectionnées et appelées « données d'apprentissage ». À partir des relations qu'elle établit de manière inductive, la machine fournit un modèle qui sera ensuite utilisé pour traiter des données nouvelles et faciliter la prise de décisions par l'humain.

Le champ recouvert par l'IA est si vaste qu'il est impossible de la restreindre à un domaine spécifique : c'est un programme multidisciplinaire, au carrefour de nombreuses disciplines : informatique, mathématique (logique, optimisation, analyse, probabilités, algèbre), sciences de l'ingénieur, sciences cognitives, etc., sans oublier les connaissances relevant des domaines auxquels on souhaite l'appliquer. Ces domaines sont extrêmement variés, allant de la conduite automatique au diagnostic médical, en passant par la reconnaissance d'images ou de sons. L'éducation est également concernée et bénéficie notamment de l'automatisation de certaines tâches pour l'aide à l'organisation (emplois du temps, examens, etc.), l'aide aux apprentissages (agents conversationnels, banques d'exercices, etc.) et à la personnalisation des parcours (apprentissage adaptatif³⁵), l'aide à l'évaluation (correction automatisée) et l'orientation (classement des dossiers dans une procédure d'orientation).

Le recours à l'intelligence artificielle pourrait aller bien au-delà d'une simple innovation technologique et engager des transformations profondes affectant à la fois la manière d'enseigner et celle d'apprendre, et par conséquent le métier de professeur et le rôle de l'élève. En effet, la capacité d'une IA de détecter des corrélations entre des données (temps passé par un élève à effectuer un exercice, nature des réponses apportées, nombre de consultations d'un document, etc.) permet non seulement d'automatiser les corrections, mais aussi, grâce à une identification et une catégorisation des profils cognitifs (rythme d'apprentissage, facultés de mémorisation, difficultés rencontrées, etc.) de créer des parcours d'apprentissage personnalisés, adaptés aux besoins et aux aptitudes de chaque élève, ou encore de créer de manière automatique des groupes d'élèves de même profil. Ces potentialités affectent la place et le rôle de l'enseignant au sein de sa classe.

³⁵ Démarche de formation reposant sur l'usage en ligne de cours, d'exercices et d'évaluations s'ajustant en temps réel aux rythmes et aux besoins d'un apprenant.

6.2 Intelligence artificielle et éducation

En 2018, le rapport Villani-Torossian³⁶ prônait, en éducation, « une complémentarité capacitante avec l'intelligence artificielle », permettant de renforcer notamment la créativité en matière d'innovation pédagogique et le développement d'une meilleure maîtrise des données par les apprenants et les enseignants. Le rapport poursuivait en précisant que ces derniers se trouvent « confrontés à de nouvelles métriques d'apprentissage qui deviennent des supports de dialogue pédagogique avec les parents et les élèves ».

Déjà, en 2013, des chercheurs s'intéressaient à l'automatisation des emplois : ces études révélaient que les métiers les plus créatifs seraient les moins soumis aux risques d'une substitution par la machine, voire d'une disparition.

La littérature scientifique a révélé que, parmi les domaines d'épanouissement de l'IA appliquée à l'éducation, ceux de l'adaptation aux besoins des élèves et de l'évaluation des apprenants³⁷ sont particulièrement opérationnels. On évoque aussi l'engagement de l'élève face au jugement « neutre » de la machine, ou encore la capacité de cette dernière à s'adapter pour conforter l'engagement de l'enfant ou lui permettre un travail plus autonome ou plus flexible. Néanmoins, le talent et le charisme de l'enseignant, confortés par son expérience, son expertise disciplinaire et didactique, sont irremplaçables pour remporter l'adhésion intellectuelle et émotionnelle des élèves et, par là même, transmettre et faire apprendre. À cet égard, le métier d'enseignant³⁸, relevant tout comme le théâtre ou l'artisanat d'art d'un art vivant, fait partie de la catégorie des métiers créatifs qui devraient être préservés.

De manière prospective, l'analyse des traces d'apprentissage, des interactions des élèves avec le logiciel, le suivi de leurs comportements grâce à des capteurs ou des caméras pourraient faciliter l'adaptation de la pédagogie aux besoins particuliers des élèves. Ainsi, l'IA pourrait avoir des applications positives pour le profilage et la prédiction (par exemple, du décrochage scolaire), le tutorat intelligent en classe et en dehors de la classe, les évaluations (par exemple, la notation automatique ou la mesure de l'engagement scolaire) et les systèmes adaptatifs et personnalisés³⁹.

Cependant, une telle adaptation se heurte aujourd'hui à plusieurs obstacles. D'une part, elle nécessiterait une phase préalable très complexe : la collecte de données massives à la fois représentatives et exploitables, l'inventaire des connaissances disciplinaires et des pratiques pédagogiques permettant de faire acquérir les compétences figurant dans les programmes, préalablement explicitées et structurées. D'autre part, dans ce contexte d'apprentissage numérique, il faudrait tenir compte, comme indiqué à diverses reprises dans le présent avis, des contraintes liées à cet environnement particulier (limites physiques et sanitaires imposées par l'usage des écrans, fiabilité et débit des réseaux, obsolescence des matériels, formation des enseignants, etc.).

Enfin, les incidences pédagogiques peuvent être aussi circonscrites et parfois négatives : caractère ludique des applications numériques qui implique la dispersion au lieu de l'investissement de l'apprenant ; risques liés au traçage et à la catégorisation, voire à la hiérarchisation, des élèves et dérives sociales, juridiques et éthiques susceptibles d'être induites. Elles sont notamment liées aux données massives d'apprentissage susceptibles d'introduire des biais tout en

³⁶ « 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques » rapport remis au Premier ministre le 12 février 2018.

³⁷ The impact of artificial intelligence on learning, teaching and education, rapport du Centre commun de recherche, 2019. Revue internationale d'éducation de Sèvres, 81 / 2019.

³⁸ The future of employment : how susceptible are jobs to computerization ? Frey et Osborne, Université d'Oxford, 2013.

³⁹ Zawacki-Richter et al. 2019. Systematic review of research on artificial intelligence applications in education- where are the educators, IJET, 16.

posant la question du respect de la vie privée des élèves et des enseignants⁴⁰. Enfin, parmi les insuffisances pédagogiques avérées, les difficultés de la machine à apprécier l'origine des erreurs commises ou le profil comportemental de l'élève (stress, inattention, incompréhension de l'énoncé ou de la consigne, défaut de connaissance ou de maîtrise de soi, mauvaise volonté ou provocation, etc.) doivent être ici soulignées.

Une seconde série de risques est révélée par l'ingérence du secteur privé dans l'éducation : sont ainsi posées les questions de l'expérience et du savoir-faire pédagogiques et disciplinaires des entreprises, des représentations éducatives parfois erronées mobilisées par ces dernières et des biais induits par ce nouveau contexte d'enseignement. Enfin, ce sont des enjeux relatifs à la délégation d'actions pédagogiques et de prises de décision qui incombent traditionnellement au personnel éducatif et administratif : pourrait ainsi être mis en cause l'autonomie ou le jugement professionnel des enseignants⁴¹, des décisions d'orientation ou de vie scolaire.

Conscient des potentialités de l'IA en matière éducative, le ministère de l'Éducation nationale a créé le Partenariat innovation et intelligence artificielle (P2IA)⁴², marché public ouvert à des entreprises mettant les technologies et l'innovation au service de l'éducation (Edtech). On peut lire dans Éduscol que ce partenariat a pour premier objectif « la construction de solutions au service des apprentissages fondamentaux en français et mathématiques au cycle 2 (CP, CE1 et CE2) ». Pour ce faire, il se propose, d'une part, de « développer et fournir aux enseignants des services, outils, ressources d'assistance pédagogique *via* des conseils et des aides à la décision pour la différenciation et la personnalisation des apprentissages grâce à des solutions innovantes basées sur l'intelligence artificielle ». Ce programme, amené à s'étendre à d'autres niveaux du cursus scolaire, repose sur trois piliers : la « didactisation » des activités, l'autonomie des élèves, l'hybridation des supports (physiques et numériques). La présentation, par des experts de la Direction du numérique pour l'éducation (DNE) et de professeurs utilisateurs, des applications Lalilo, Adaptiv'maths, Captain Kelly, ainsi que la banque de solutions numériques éducatives (SNE, ancienne BRNE) et la plateforme Etincel, a permis aux membres du CSP de découvrir les dispositifs en cours de déploiement.

À l'occasion de l'audition des représentants du réseau EDTECH, ils ont pu découvrir une application de l'IA (recourant à des systèmes experts et à l'apprentissage supervisé) à l'enseignement des mathématiques. Il s'agit du projet Mathia, lauréat du « Partenariat d'Innovation Intelligence Artificielle » (P2IA). Il s'agit d'un assistant éducatif « intelligent » destiné aux élèves et aux professeurs de cycle 2⁴³.

Ce projet a été co-construit avec des enseignants et des élèves, en partenariat avec le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse.

C'est un dispositif pédagogique interactif, adaptatif et ludique, destiné à accompagner les élèves par un dialogue (reconnaissance et synthèse vocales, réglage de la vitesse d'élocution) et par la représentation holographique sur un support numérique. Cette application permet des activités collectives et favorise l'apprentissage entre pairs. Les hologrammes permettent aux élèves de visualiser des objets géométriques et offrent une représentation imagée de

⁴⁰ Des chercheurs ont cité l'exemple de la suite éducative de Google, la collecte de données et son exploitation.

⁴¹ La gestion automatisée des comportements nuisibles des élèves a ainsi été étudiée (Livingstone et Seftron-Green, 2016).

⁴² Le Partenariat d'Innovation en Intelligence Artificielle (P2IA) permet de développer des solutions fondées sur l'intelligence artificielle pour les enseignants en cycle 2 afin de mieux accompagner leurs élèves dans leurs apprentissages du français et/ou des mathématiques.

⁴³ La société Prof en Poche, porteuse de l'application MATHIA a présenté ce projet en janvier 2020 ; les partenaires du projet sont Tralalère, Cabrilog et LumenAI.

situations de dénombrement. Les modes d'interaction sont divers : la reconnaissance vocale, la reconnaissance du doigt ou du stylet, le clavier virtuel.

L'application organise le travail de groupe et encourage le tutorat entre pairs

En ateliers, en autonomie, individuellement, en binômes ou en petits groupes, dans et en dehors de la classe, elle propose des activités de découverte, d'exploration, d'entraînement et de remédiation autour des trois domaines du programme de mathématiques : nombres et calculs, espace et géométrie, grandeurs et mesures.

Les professeurs peuvent immédiatement suivre les progrès de leurs élèves sur un tableau de bord et construire des parcours individualisés. L'enfant peut aussi se rendre sur l'application hors de la classe pour vivre des aventures scénarisées autour des notions mathématiques étudiées.

Un petit robot accompagne les élèves tout au long de l'année et apprend à les connaître

Dans le cadre d'une interaction orale permanente, le robot fait découvrir aux élèves des concepts mathématiques, leur propose des entraînements, leur prodigue des encouragements, répond à leurs questions et les fait travailler individuellement ou collectivement. Mathia ajuste le niveau des questions aux résultats antérieurs de chaque élève.

Les élèves sont acteurs : ils peuvent discuter oralement avec l'assistant, visualiser des capsules introduisant des notions nouvelles, proposées sur la base de la conversation, ou assignées en amont par le professeur, s'exercer en répondant aux questions qui leur sont posées, visualiser la représentation d'une notion abstraite.

Des jeux pour apprendre :

- le jeu du furet : inspiré d'un exercice traditionnel donné par les enseignants. L'enfant y apprend les tables d'addition, de soustraction et de multiplication en s'amusant ;
- le jeu de Kim : inspiré par l'écrivain britannique Rudyard Kipling, ce jeu développe l'attention et la mémoire de l'enfant tout en lui apprenant la géométrie ;
- le jeu de l'heure : jeu évolutif pour comprendre la chronologie de la journée. La compréhension du temps qui passe et la lecture de l'heure sont des acquis fondamentaux ;
- le jeu du calcul mental : directement inspiré de la méthode Montessori, ce jeu vise à développer les compétences opératoires de l'enfant.

L'exemple présenté ci-dessus illustre le potentiel de l'IA dans le cadre de l'enseignement des mathématiques. Il en est de même pour l'étude des langues vivantes. Il s'agit notamment de proposer des parcours individualisés d'apprentissage d'une langue en ligne (en classe ou hors de la classe) où, là aussi, les outils d'IA automatisent l'individualisation (reprise de l'expression orale, diction, etc.).

D'une manière générale, les algorithmes prennent en considération les interactions antérieures entre les modules pédagogiques et les apprenants, et la cohérence entre les modules et les savoir-faire. C'est, par exemple, ce qu'offre aux élèves de l'école élémentaire l'outil Captain Kelly évoqué plus haut. Conçu en partenariat avec le MENJS, cet assistant vocal s'inscrit dans le Plan langues vivantes. Délivrant un modèle authentique, apte à reconnaître la voix de chaque utilisateur, l'assistant instaure avec l'élève une relation de confiance et un suivi personnalisé. S'appuyant sur le CRCEL, le dispositif Captain Kelly propose plus de trois cents activités orales pour enseigner et apprendre l'anglais, du CP au CM2. La souplesse de cette ressource permet au professeur des écoles, bénéficiant par ailleurs d'un guide pédagogique très complet, de l'intégrer dans ses séances d'enseignement, de manière progressive et différenciée, en

gardant toujours la main sur le logiciel, pour construire les connaissances lexicales et syntaxiques des élèves et entraîner leur compréhension ainsi que leur prononciation en anglais.

Il est ressorti des présentations de la DNE et des Edtech, et des échanges qui ont suivi que l'IA a une triple vertu pour le professeur :

- en déléguant à la machine certaines tâches répétitives (en classe ou en dehors de la classe), elle lui permet de dégager du temps pour des activités de plus haut niveau cognitif qui ne peuvent être dévolues à la machine : traitement de l'origine des erreurs détectées de manière automatique, gestion des interactions entre élèves, mise au point collective d'une argumentation, etc. ;
- elle donne au professeur un accès précis et immédiat à la connaissance des élèves et de leurs besoins différenciés ; elle lui permet aussi d'avoir une vision globale des acquis de la classe afin de réguler son enseignement ;
- elle facilite la personnalisation des parcours, le regroupement d'élèves à besoins similaires, ou les panachages vertueux d'élèves de niveaux différents.

En ce sens, l'utilisation, en classe et en dehors de la classe, de machines intégrant des modules d'IA apparaît particulièrement judicieuse pour faire pratiquer aux élèves des activités d'entraînement adaptées à leur niveau et évoluant en fonction de celui-ci.

De tels outils peuvent également pallier un déficit de compétence dans un champ particulier (par exemple l'enseignement des langues à l'école élémentaire par un professeur non spécialiste) ou de savoir-faire et d'expérience de l'enseignant (professeur stagiaire ou contractuel). En revanche, de l'avis même des experts de la DNE et des industriels concepteurs de ces dispositifs à base d'IA, ceux-ci ne fournissent qu'une assistance et ne peuvent aucunement se substituer au rôle pédagogique que l'enseignant tient dans sa classe. Ce sont en effet son charisme, sa parole, son écoute et ses gestes pédagogiques qui, par leur précision, leur justesse, leur rigueur et leur capacité à s'adapter au public et aux circonstances, non seulement « instituent le savoir », mais créent un véritable rapport affectif au savoir, ce que nulle machine, si perfectionnée soit-elle, ne peut assurer.

Le CNED, qui a joué un rôle majeur pour assurer la continuité pédagogique lors de la crise sanitaire et qui est, par ailleurs, un appui essentiel à la scolarisation de nombreux élèves, a signé dès 2019 un contrat d'objectifs et de performance pour la période 2019-2022 par lequel il s'engage à expérimenter l'utilisation de l'IA à des fins pédagogiques. Cette stratégie s'est trouvée renforcée par le Programme d'investissement d'avenir (P2IA). Dans le cadre de l'enseignement dispensé à distance tout comme dans celui d'un enseignement classique, les « parcours adaptatifs, basés sur les neurosciences et l'intelligence artificielle, permettent aux élèves de bénéficier de parcours individualisés selon le niveau de progression dans les apprentissages. »

Une partie de l'accompagnement des élèves à distance est ainsi réalisé par des agents conversationnels susceptibles de répondre aux questions directement posées, d'orienter les recherches des élèves ou d'exercer ces derniers.

Si ces outils fournissent des réponses adaptées à certains types de questions techniques, le CNED a souhaité maintenir la possibilité de recourir à un « vrai » professeur référent, seul capable d'analyser finement l'origine des difficultés rencontrées et de proposer une remédiation efficace. Ces dispositions adoptées par le CNED confortent l'idée qu'en matière d'enseignement, en présence ou à distance, la médiation humaine demeure indispensable, même si elle peut, dans certains cas bien précis, être judicieusement assistée par une machine dotée d'IA.

En guise de conclusion, le CSP, prolongeant des débats auxquels l'Inspection générale fut associée⁴⁴, rappelle ici les propos d'Hannah Arendt qui évoquait « l'Homme en proie à la révolte contre l'existence humaine telle qu'elle est donnée » pour la reconstruire par lui-même, et soulignait que « la seule question est de savoir si l'Homme souhaite employer dans ce sens ses nouvelles connaissances scientifiques et techniques »⁴⁵. Dans une reconstruction de l'existence humaine par l'IA, contrairement à celle évoquée par Hannah Arendt, les connaissances scientifiques et techniques acquises par l'humain sont remplacées par des modèles et des règles élaborées par la machine elle-même, limitant le rôle de l'Homme à fournir des données et à prendre des décisions fondées sur les résultats obtenus par la machine. Plusieurs questions se posent alors :

- l'ère du numérique va-t-elle entraîner, pour l'Homme, l'abandon de la tâche de compréhension comme l'ère industrielle a entraîné celui du travail physique grâce à la mécanisation ?
- La notion même de progrès scientifique va-t-elle être assujettie aux normes de l'intelligence artificielle ?

Les avancées récentes de l'IA nous confortent dans l'idée qu'elle n'en est pas aujourd'hui à stade et qu'il n'est pas souhaitable qu'elle y parvienne un jour notamment en raison d'une conception éthique et philosophique de l'Humain qui doit perdurer sous peine d'asservissement, voire de disparition.

Recommandations du CSP

- limiter l'usage de l'IA aux situations où sa plus-value est avérée : aide à l'apprentissage, personnalisation de parcours, entraînement des élèves en classe et en dehors, évaluation, orientation ;
- évaluer scientifiquement la plus-value apportée par l'IA à la transmission des connaissances, notamment en fonction des biais figurant dans les données d'apprentissage ;
- affirmer la place de l'enseignant et son rôle irremplaçable dans l'acte de transmission du savoir qui ne saurait être intégralement déléguée à une machine ;
- maintenir l'équilibre entre les niveaux individuel et collectif de l'enseignement et de l'apprentissage assistés par une machine, sans donner la prépondérance au premier sur le second ; veiller à ne pas transformer l'enseignement au sein de la classe en une multitude de cours à la carte ou sur mesure. D'une part, le professeur n'est pas un « multi-précepteur », d'autre part chaque élève peut tirer un grand bénéfice du travail mené en commun au sein du groupe classe ;
- dans la conception, la gestion et l'animation de l'environnement numérique de l'éducation, ne jamais perdre de vue l'excellence disciplinaire, la qualité et la pertinence didactiques et pédagogiques qui demeurent les gages de la bonne transmission des savoirs, au-delà de toute prouesse technique.

⁴⁴ 7^e édition des Rencontres Philosophiques de Langres, 2 au 8 octobre 2017 : la nature.

⁴⁵ Hannah Arendt, « *Condition de l'homme moderne* » (Prologue), Calmann-Lévy, 1958.

III. Les incidences du numérique sur les apprentissages, les relations interindividuelles et collectives et la santé

1. Les incidences sur les apprentissages scolaires : contextes international et national

Ce paragraphe synthétise les conclusions d'écrits produits entre 2015 et 2021 : il s'agit de quatre rapports publiés par des organisations internationales – l'Union européenne, l'OCDE, l'UNESCO, la Banque Mondiale –, du rapport *Numérique et apprentissages scolaires*, publié par le CNESCO en octobre 2020, et de plusieurs notes de la DEPP. Il s'appuie aussi sur les auditions menées par le Conseil supérieur des programmes au cours du premier trimestre de l'année 2022. La lecture des différents écrits et les témoignages des experts auditionnés par le CSP révèlent de très grandes convergences au niveau des analyses, établies à l'appui de nombreuses enquêtes et de travaux de recherche universitaires.

1.1 L'introduction du numérique à l'école : un fait établi

L'utilisation du numérique à l'école est aujourd'hui consensuelle, l'un de ses objectifs étant d'assurer une adéquation des systèmes éducatifs aux besoins du monde contemporain. Ce constat est à l'origine, notamment depuis les années 2000, d'investissements publics massifs visant l'équipement des établissements scolaires en nouvelles technologies et la mise en place de formations spécifiques pour les enseignants. Il a également conduit à la création d'un cadre normatif international qui incite les États à prendre des dispositions afin d'adapter leurs systèmes d'enseignement à l'évolution des technologies numériques. La nécessité d'introduire ces dernières dans l'enseignement et de former les élèves aux compétences numériques n'est donc pas débattue ; elle est présentée comme un fait. Ainsi, l'OCDE affirme que le numérique est « essentiel à la réussite des systèmes éducatifs » (OCDE, 2021, p. 2). La course des États vers l'insertion du numérique dans leur système éducatif est, elle-même, également attestée : « Les systèmes d'éducation du monde entier s'efforcent d'améliorer la qualité et l'efficacité de leur enseignement grâce aux technologies de l'information et de la communication (TIC) » (ibid., p. 2). On retrouve des assertions similaires dans les rapports des autres organisations, comme dans cette publication récente de la Commission européenne : « Les politiques européennes et nationales reconnaissent depuis longtemps la nécessité prioritaire pour tous les citoyens de disposer de compétences numériques, compétences qu'il faut continuer à développer tout au long de la vie » (Eurydice, 2019, p. 4). Ainsi, un consensus a été créé autour d'un argument difficilement contestable : les technologies et les outils numériques font partie de la vie quotidienne et professionnelle des citoyens, de manière irréversible. L'inhabileté numérique étant un facteur d'exclusion de la société, il n'est pas envisageable que l'école ne prenne pas en charge la formation au numérique. La stratégie communautaire « Éducation et formation Europe » pensée pour l'horizon 2030 inclut d'ailleurs, pour la première fois, un objectif relatif au lettrisme numérique (littératie en anglais). Il est établi que, d'ici 2030, la part d'élèves de huitième année d'enseignement obligatoire (classe de quatrième pour la France) ayant de faibles résultats en lettrisme numérique devrait être inférieure à 15 %, alors même que l'enquête Icils, menée en 2018 par l'association IEA auprès des élèves en huitième année d'enseignement obligatoire a livré les résultats pour

douze pays (Allemagne, Chili, Danemark, États-Unis, Finlande, France, Italie, Kazakhstan, Luxembourg, Paraguay, Portugal, République de Corée) et deux provinces (Moscou, Rhénanie du Nord-Westphalie). Chacun des six pays de l'Union européenne dépasse la proportion maximale d'élèves faiblement compétents en lettrisme numérique fixée par l'Union européenne : les moyennes s'étendent de 16,2 % au Danemark à 50,6 % au Luxembourg, en passant par 43,5 % en France. (DEPP, 2021). Il reste donc beaucoup à faire.

1.2 Exemples d'outils numériques utilisés dans l'enseignement : les manuels, les banques d'exercices et les vidéos

De manière générale, les potentialités pédagogiques du numérique sont immenses en matière d'interactivité, de représentation ou de simulation, dans la mesure où certains environnements permettent, notamment grâce à la réalité virtuelle, une immersion dans des univers inaccessibles ou disparus. Un autre intérêt réside dans la possibilité offerte aux élèves de manipuler conjointement différents registres sémiotiques, sollicitant à la fois les langages, verbal, symbolique et iconique, et de mettre en correspondance différentes manières de représenter des relations abstraites : une carte conceptuelle, un texte descriptif, un codage graphique, un tableau de données, un graphe, une expression mathématique.

Au-delà de ces aspects généraux, le CSP a choisi d'analyser plus précisément quelques outils numériques, en explicitant leurs potentialités pédagogiques, mais aussi leurs limites, voire les risques qu'ils peuvent présenter.

1.2.1 Les manuels numériques

La puissance générale de la transition numérique a amené l'ensemble des acteurs de l'édition scolaire à évoluer dès les années 2010 avec, au départ, une ambition plus ou moins importante. Ainsi, les principaux éditeurs privés ont commencé par développer une version numérique, généralement à partir de l'ouvrage imprimé, qui conserve à leurs yeux une place centrale. Il s'agissait essentiellement, à l'époque, d'une simple transcription au format PDF de la version imprimée. Puis, en parallèle de la mise en place de la réforme du lycée général et technologique de 2019, ils ont développé des manuels numériques offrant des fonctionnalités spécifiques, s'émancipant des contraintes imposées par le format imprimé. Les maisons d'édition se sont également dotées de plateformes numériques de distribution parmi lesquelles on peut citer le Kiosque numérique de l'éducation (KNE) pour le groupe Hachette, le Canal numérique du savoir (CNS) pour Editis et la librairie numérique de l'éducation Edulib pour Belin et Magnard.

Même s'il conserve une place centrale aux yeux des éditeurs, des enseignants et des élèves, le manuel imprimé, conçu pour la généralité, est caractérisé par une forme standard. Le manuel numérique d'aujourd'hui, comportant des outils spécifiques et des liens vers des ressources complémentaires, permet la modulation aussi bien des séquences d'enseignement que des parcours d'apprentissage. Il peut ainsi prendre en compte la singularité de chaque contexte, la personnalité de chaque enseignant, la diversité des profils, des besoins et des motivations de chaque élève. Support de services autant que livre, le manuel scolaire numérique est donc devenu un objet complexe par l'adjonction, à une version de base, de documents satellitaires dont certains sont destinés aux élèves et d'autres aux enseignants (« le livre du professeur »). Ces versions dites « enrichies » ou « augmentées », souvent payantes, sont disponibles en ligne et accessibles sur différents supports : ordinateur, tablette, téléphone intelligent, tableau numérique interactif. Les ressources complémentaires destinées aux élèves leur offrent des possibilités de travailler en autonomie et de manière différenciée grâce à des vidéos, tutoriels, exercices interactifs, exercices d'entraînement, problèmes d'approfondissement, fiches de remédiation, parcours d'auto-évaluation, exercices de révision, etc. Des corrections

succinctes des exercices interactifs sont proposées et les paramètres d'un même exercice peuvent être renouvelés de manière aléatoire à chaque ouverture, offrant la possibilité de poursuivre l'entraînement en cas d'échec.

Mieux encore, non seulement la base d'exercices peut être plus riche et moins contrainte, mais encore, le numérique permet d'enregistrer et d'analyser les traces d'apprentissage pour repérer finement les difficultés rencontrées par les élèves et identifier les cheminements de pensée qu'ils ont suivis. À l'échelle d'un individu, d'une classe ou d'une génération, les outils numériques pourraient permettre de capitaliser les expériences et les résultats, les analyser rétrospectivement⁴⁶ afin de les exploiter comme données d'apprentissage dans des algorithmes d'intelligence artificielle (apprentissage automatique) destinés à proposer des parcours adaptés au profil de chaque élève. Des expériences de ce type sont actuellement développées en mathématiques et en français pour le cycle 2 dans le cadre du partenariat d'innovation IA (PIA 2) entre le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, et des entreprises de la Ed-Tech. Il conviendra cependant d'évaluer l'effet de ces méthodes innovantes sur les apprentissages avant de les généraliser.

Les versions numériques destinées aux enseignants disposent quant à elles de fonctionnalités spécifiques visant à les aider dans la préparation de leurs cours et le suivi de leurs élèves. Parmi ces fonctionnalités de nature pédagogique, on peut citer :

- la possibilité d'annoter le manuel numérique, de faire des captures d'écrans ;
- la possibilité de construire ses propres séquences de cours et ses situations d'évaluation en important des fichiers déjà élaborés avec la possibilité de les modifier ;
- la possibilité d'exporter des documents et des ressources pour les utiliser en classe (dans un ENT ou un TNI), de partager des documents avec ses classes, d'assigner des devoirs, de consulter les réponses, de disposer de tableaux de bord de suivi des élèves.

Ainsi, les séquences pédagogiques peuvent être combinées, ajustées, reconstruites par les enseignants avec une infinité de variantes envisageables.

À ce jour, le manuel imprimé demeure pour la plupart des enseignants un objet symbolique constitutif de leur identité professionnelle. C'est ce qu'ont fort bien perçu les éditeurs scolaires qui, jusqu'à ce jour, ont souhaité maintenir la diffusion des versions imprimées de leurs manuels. Leur histoire est liée à celle de la pédagogie simultanée qui place les enseignants face à leur classe. Pour nombre d'entre eux, « le passage au manuel numérique s'apparente au passage à un autre univers pédagogique auquel ils ne sont pas habitués ou qu'ils estiment difficile à mettre en œuvre dans leur contexte d'enseignement »⁴⁷. L'usage de l'imprimé devra être ainsi maintenu. Il en est de même de l'écriture manuscrite, dont le maniement est, à de nombreux égards, indispensable aux apprentissages des élèves : moyen d'expression et d'élaboration du sens, c'est « une fonction individuelle, à l'instar du langage dont elle est le doublement visible »⁴⁸. On doit à l'ère numérique se garder de favoriser la substitution de la technique à l'expression.

Pour conclure, la recherche de complémentarité entre le manuel imprimé et le manuel numérique devra être poursuivie. Les qualités de ce dernier représentent une voie de progrès pédagogiques, une fois les personnels formés à leur exploitation et les problèmes d'équipement, d'entretien et d'infrastructure résolus. Le CSP plaide donc pour une

⁴⁶ Impact des politiques de livres scolaires sur la situation économique des points de vente des livres, décembre 2017, Inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale et de la recherche, Inspecteur général des affaires culturelles.

⁴⁷ Pierre Moeglin, professeur de sciences de l'information et de la communication, université Paris XIII.

⁴⁸ Marcel Cohen, *La grande invention de l'écriture et son évolution*, Paris, 1958.

utilisation combinée des versions imprimées et numériques qui ne saurait se substituer à l'usage exclusif de l'un au détriment de l'autre.

1.2.2 Les plateformes d'exercices en ligne et les tutoriels intelligents

Il s'agit de plateformes, indépendantes des manuels numériques, permettant de construire, dans toutes les disciplines, des parcours d'apprentissage en ligne, sur la base d'une proposition d'exercices. Certaines d'entre elles sont développées sous licence libre, avec un code source disponible, modifiable et distribuable, qui évolue grâce à une communauté d'utilisateurs active.

Parmi ces bases d'exercices en ligne, on peut citer WIMS (Web Interactive Multipurpose Server), dont la première version, alors uniquement consacrée à des exercices de mathématiques, a été conçue en 1997. Elle est aujourd'hui déployée dans le monde entier et s'est ouverte à beaucoup d'autres disciplines. Le système prend en charge de nombreuses applications scientifiques (interfaces graphiques animées en dimension deux ou trois, génération d'exercices à données aléatoires, analyse des réponses de l'utilisateur). Sur le plan pédagogique, certaines de ces plateformes permettent de créer des classes virtuelles pour assurer l'encadrement des élèves (dépôt de documents de cours, cahier de textes, forum de discussion, évaluations sécurisées à partir des exercices du serveur, suivi des résultats des élèves et traçabilité de leurs activités). Les activités de l'élève peuvent donc se faire de manière autonome en dehors de la classe ou en séances sur machines en classe, sous la conduite d'un enseignant.

Le fait que les exercices soient à données aléatoires permet de renforcer l'entraînement sur une notion spécifique. Il est également possible d'effectuer des paramétrages afin de personnaliser le suivi des élèves en adaptant les exercices à leur niveau et à leurs besoins. Les possibilités du numérique sont exploitées pour la gestion du temps de réponse et une mise en scène graphique des situations proposées. Au plan pédagogique, l'enregistrement automatique des scores des élèves permet à l'enseignant de suivre le travail réalisé par chacun et de visualiser leur progression dans le temps.

Ces plateformes d'exercices en ligne ont donc de grandes potentialités pour assurer, en classe et hors de la classe, un entraînement régulier et personnalisé des élèves, une fois les notions comprises. La présentation ludique des exercices et les animations qui les « enrobent » présentent par ailleurs un caractère attractif.

Certaines plateformes d'exercices contiennent en plus un module complémentaire permettant des interventions spécifiques de la machine au niveau des erreurs constatées. On parle alors de « tutoriel intelligent ». Le système, qui s'appuie sur une classification des erreurs produites par les élèves dans un domaine spécifique, est alors capable d'assister l'élève, pas à pas, dans sa démarche de résolution, jusqu'à l'obtention de la solution complète.

L'un des premiers tutoriels intelligents est le logiciel mathématique MathXpert, qui se définit comme « une aide pour apprendre les mathématiques par l'action » (titre de l'article de Michel Beeson). Le but est de suivre l'élève pas à pas et de l'alerter dès la première erreur commise, sachant qu'elle pourrait le propulser « hors-piste » et lui faire dépenser beaucoup de temps et d'énergie inutilement à une tâche exécutée en aval de cette erreur. D'autres logiciels ont été développés sur le même principe.

Les bases d'exercices s'enrichissent régulièrement avec des exercices produits à la fois par les auteurs du logiciel et par des professeurs utilisateurs.

Si l'on conçoit aisément les potentialités de ces tutoriels intelligents (développés dans le cadre de la recherche en EIAH (Environnements informatiques pour l'apprentissage humain), il importe aussi de signaler la très mauvaise qualité

académique et didactique de certains d'entre eux, à la conception desquels n'ont sans doute pas été associés des didacticiens et des pédagogues.

À titre d'exemple, on peut citer, en mathématiques certains solveurs d'équations téléchargeables sur tablettes et téléphones mobiles. À l'aide de l'appareil photo d'un téléphone portable, le logiciel permet la numérisation instantanée d'un problème mathématique écrit à la main sur une feuille de papier et décompose ensuite la solution pas à pas. Cependant, les prouesses techniques incontestables de cet outil sont fortement entravées par la très mauvaise qualité mathématique des corrections fournies. Ainsi, dans la correction pas-à-pas de la résolution d'une équation du second degré par le logiciel Photomath, peut-on déplorer la confusion entre l'inverse et l'opposé d'un nombre, l'assimilation du signe \pm à un nombre, ou encore l'utilisation du symbole racine carrée ($\sqrt{\quad}$) pour l'appliquer à un nombre négatif.

Cette dernière remarque illustre le fait que les seules prouesses techniques d'un logiciel ne suffisent pas pour assurer la construction des savoirs disciplinaires si la justesse et la rigueur des contenus disciplinaires lui font défaut.

Il importe également de noter que, même si les contenus académiques proposés sont justes et que leur présentation est rigoureuse, l'utilisation de banques d'exercices en classe, pertinente pour l'entraînement sur des notions déjà comprises, présente des limites pour l'introduction et la compréhension de notions nouvelles. Elle ne saurait donc se substituer aux phases d'échanges collectifs, avec l'enseignant et entre pairs, de formulation et reformulation progressives qui participent fortement à la découverte et la compréhension de notions nouvelles et au développement de compétences essentielles comme le raisonnement, l'argumentation et l'accès à l'abstraction.

1.2.3 Les vidéos

Si la fermeture des classes lors du confinement du printemps 2020 a fortement contribué à développer l'utilisation de vidéos dans l'enseignement, celle-ci avait débuté bien avant la crise sanitaire. La création en 2006 de la Khan Academy, du nom de son fondateur Salman Kahn, a popularisé l'utilisation de vidéos dans l'enseignement. La plateforme gratuite mise en place par cette association recense plus de six mille vidéos consacrées à de très nombreuses disciplines allant des mathématiques à l'histoire de l'art, traduites dans trente-six langues et visionnées par plus de six millions d'élèves.

Partant de cet exemple fortement médiatisé, de nombreux professeurs ont pris l'habitude de déposer sur des plateformes institutionnelles ou privées (chaînes You Tube) des vidéos de natures variées (cours, solutions d'exercices, tutoriels pédagogiques, enregistrements réalisés par des élèves, etc.) et de les utiliser selon des modalités variées (en classe ou en dehors de la classe, en anticipation ou en synthèse d'un cours).

L'une des modalités d'utilisation de ces vidéos repose sur le principe pédagogique de la classe inversée.

La classe inversée, ou pédagogie inversée, fait référence à la classe traditionnelle, dont elle est supposée être « l'inverse », l'inversion se réalisant à la fois au niveau de la chronologie et à celui des lieux d'apprentissages. Dans la classe traditionnelle, les élèves écoutent le cours en classe, écrivent la leçon et font ensuite, à la maison, des exercices d'application. Dans le cadre de la classe inversée, les activités sont réorganisées : ce qui était fait en classe l'est désormais à la maison, et ce qui était auparavant fait à la maison l'est désormais en classe. La partie magistrale de l'apprentissage s'effectue par le visionnage à la maison de vidéos, en amont de la séance en classe, qui est alors consacrée à la mise en application des notions exposées dans les vidéos, essentiellement sous forme d'exercices. Cette pédagogie a fait l'objet de nombreuses études universitaires (Jonathan Bergmann et Aaron Sams (2014), Isabelle Nizet et Florian Meyer (2016)). Les vidéos constituant la partie magistrale de l'enseignement peuvent avoir été élaborées par

l'enseignant lui-même ou par un concepteur extérieur. Les élèves doivent, en amont de la séance de cours, écouter et visionner leur contenu. Ils ont la possibilité de le faire à leur rythme, autant de fois qu'ils le souhaitent, avec des arrêts et des retours en arrière. Ils arrivent en classe en étant censés être familiarisés avec les notions présentées dans les vidéos. Dans le meilleur des cas, ils sont alors prêts à poser en classe des questions pour préciser ou compléter les connaissances et les méthodes présentées dans les vidéos et à les appliquer sur des exercices. L'efficacité du dispositif repose sur plusieurs conditions :

- l'effectivité du visionnage de la vidéo en amont de la séance de cours ;
- la prise de connaissance par le professeur, en amont de la séance en classe, du degré de compréhension par ses élèves des notions présentées dans la vidéo ;
- la place accordée, dans les séances en classe, à la réflexion, la conceptualisation et la problématisation.

Pour que la deuxième condition soit satisfaite, beaucoup de professeurs adeptes de cette modalité d'enseignement complètent la vidéo par un questionnaire (souvent en ligne) à remplir par les élèves après le visionnage de la capsule. Fort de cette information, l'enseignant peut alors concevoir des exercices adaptés à chacun et consacrer un temps de réexplication auprès des élèves dont il a perçu les difficultés.

Comme toute modalité pédagogique, la classe inversée présente des avantages, mais aussi des limites et des inconvénients. En premier lieu, elle permet à chaque élève d'aller à son rythme dans la phase de visionnage : chacun peut arrêter la vidéo à sa guise, revenir en arrière, la visualiser autant de fois qu'il l'estime nécessaire. En second lieu, elle permet de différencier les activités proposées aux élèves en classe en fonction de leur niveau de compréhension, à condition que le professeur en ait pris connaissance en amont de la séance.

Elle a aussi ses limites, ses dérives et ses dangers : d'abord, le renvoi à l'extérieur de la classe de toute la part de découverte et d'introduction du cours comporte le risque de renforcer les inégalités en matière d'appropriation des savoirs. Ensuite, il faut signaler le danger de « sanctuariser » des présentations vidéos conçues *a priori* (surtout si elles l'ont été quelqu'un d'autre que le professeur), sans avoir été articulées aux questionnements des élèves eux-mêmes et aux interactions entre eux et avec le professeur ; il ne faut pas non plus sous-estimer le risque que l'aspect séduisant d'un clip vidéo prime sur son caractère fonctionnel et fasse oublier l'objectif majeur de formation. Enfin, il est essentiel de garder à l'esprit que toutes les situations d'apprentissage ne se prêtent pas de la même manière à cette inversion de chronologie : ainsi, en mathématiques, une vidéo bien conçue peut sans dommage se substituer à la présentation au tableau de certaines procédures comme une construction géométrique ou l'effectuation d'un calcul simple. Mais il n'en va pas de même de la compréhension d'une définition subtile, de l'échafaudage d'un raisonnement ou de la mise au point d'une démonstration. En effet, c'est en observant les réactions de ses élèves, ne serait-ce que leurs regards, que le professeur perçoit les incompréhensions et peut, en direct, revenir sur un point précis.

On retiendra donc que les tâches cognitives de haut niveau (raisonnement, démonstration, analyse et synthèse de textes) sont moins adaptées à la classe inversée que des tâches plus opérationnelles (reproduction d'un geste technique, calcul, application d'une règle de grammaire). Enfin, la classe inversée peut amener à sous-estimer la place essentielle de la présence et de la parole en direct du professeur devant la classe ; c'est bien cette parole qui, par sa capacité à s'adapter à son public, non seulement « institue le savoir », mais crée un véritable « rapport au savoir » auquel ne peut pas se substituer un ensemble de commentaires et de gestes intégrés dans une vidéo, aussi utiles et pertinents qu'ils puissent être. Ce constat est sans doute à relier avec celui dont ont fait part au Conseil supérieur des programmes les professeurs de mathématiques auditionnés le 12 janvier 2021 : à équipement et compétences techniques similaires, leurs meilleurs élèves en classe ne se sont pas révélés être les meilleurs dans les activités

proposées à distance lors du confinement du printemps 2020. De manière similaire, l'usage de vidéos est prédominant au collège par rapport au lycée, et à l'intérieur du lycée, il diminue au fur et à mesure que l'on se spécialise.

La classe inversée n'est pas l'unique modalité d'utilisation de vidéos : celles-ci peuvent aussi être utilisées après le cours. Elles permettent alors à l'élève de revoir et de réentendre à la maison, à son rythme, les explications de son propre professeur, ou celles d'un autre, qui viendront compléter, voire apporter un nouvel éclairage à celles déjà dispensées en classe. La vidéo étant une illustration associant à la fois images dynamiques et sons, des recherches en théorie de l'apprentissage lui accordent une capacité à faciliter la mémorisation par la création d'images mentales associées à un savoir abstrait. Mais, pour que l'association d'images dynamiques et de sons permette de mémoriser une notion ou une procédure, il faut respecter plusieurs conditions. En premier lieu, il importe que le nombre d'informations et de connaissances dont la mémorisation est visée soit limité, et que leur vitesse de diffusion soit adaptée au niveau d'attention de ceux à qui elle est destinée. On privilégiera donc des vidéos courtes, attractives et comportant des indices (parfois appelés indices de récupération) favorisant la mise en relation avec les points du cours travaillés en classe. Ces indices peuvent être des couleurs, des flèches, des sons, des affichages particuliers. En second lieu, la qualité de l'attention de l'élève lors du visionnage sera favorisée par la capacité de la vidéo à créer chez l'élève une émotion proche de celle induite par la présence du professeur.

L'utilisation d'outils numériques comme les manuels numériques, les vidéos ou les banques d'exercices en ligne modifie le rôle de l'enseignant dans la préparation et la mise en œuvre de son enseignement. Sa responsabilité porte à la fois sur le choix des ressources et leur intégration dans un projet d'enseignement global dont il reste l'initiateur. Il ne faut pas minimiser le risque qu'un usage mal réfléchi de certains outils transforme un expert disciplinaire, didactique et pédagogique en un simple utilisateur de boîtier ou de télécommande de visionnage.

Recommandations du CSP

À défaut de disposer d'analyses scientifiques rigoureuses et convergentes permettant d'attester la plus-value de certains outils sur les apprentissages, il convient d'appliquer un principe de précaution en maintenant l'usage de méthodes pédagogiques éprouvées (écriture et productions graphiques manuscrites, prise de notes, manipulations expérimentales, etc.).

1.3 Les potentialités du numérique en matière d'enseignement : des apports variés

Les apports du numérique en éducation sont différents selon les enseignants et les élèves concernés, mais surtout, selon les disciplines enseignées et les fonctions pédagogiques visées. Ainsi, au sein même des mathématiques, les apports du numérique dans l'enseignement de la géométrie n'ont rien à voir avec ceux de l'entraînement au calcul ou à la résolution algébrique d'un problème. Ils sont encore plus éloignés des usages du numérique en français, en langues vivantes étrangères ou en éducation physique et sportive. Au-delà de ce qui relève des spécificités de chaque discipline, les effets du numérique varient selon les activités scolaires.

Certains aspects de l'enseignement peuvent être améliorés par le numérique. La recherche documentaire, la simulation de phénomènes complexes ou difficiles d'accès en sciences (qui permettent de remplacer des manipulations en laboratoire avec davantage de précisions, d'hygiène et de sécurité), l'apprentissage de gestes ou de mouvements en Éducation Physique et Sportive, l'écoute de documents sonores en Langues Vivantes Étrangères ou Régionales, l'écriture collaborative en français sont des exemples parmi de nombreux autres. Les apports du numérique sont également très positifs pour l'évaluation des élèves, la personnalisation de leurs apprentissages ou la communication au sein de la communauté éducative.

Selon le rapport du CNETCO, certaines fonctions pédagogiques bénéficient modérément du numérique. Il en est ainsi du visionnage de vidéos (par exemple selon la modalité de la classe inversée), ou encore de l'entraînement sur des plateformes d'exercices en ligne. Ces effets modérés moyens cachent de belles réussites, mais aussi de cuisants échecs. Ces derniers peuvent être attribués à l'hétérogénéité de la qualité scientifique et didactique des ressources utilisées, mais aussi au mauvais usage pédagogique qui peut être fait d'une ressource de qualité. Concernant les vidéos, il ne faut pas sous-estimer le risque que leur aspect séduisant prime sur leur finalité éducative et fasse oublier l'objectif d'apprentissage. L'état d'esprit requis d'un élève lorsqu'il visionne une vidéo à des fins d'apprentissage doit différer de celui qui est le sien lors du visionnage d'un film de divertissement. Par ailleurs, la lecture d'un texte à l'écran ou l'écoute d'un document sonore alourdissent la charge cognitive et requièrent un effort supplémentaire pour enregistrer des informations transitoires. Concernant les plateformes d'exercices en ligne qui fournissent un retour immédiat sur les réussites et les erreurs, il ne faut pas oublier que la seule détection de l'erreur par la machine ne suffit pas à en traiter l'origine.

Pour d'autres fonctions pédagogiques, on ne sait pas encore quelles sont les éventuelles plus-values du numérique : c'est le cas du développement de la créativité artistique ou la capacité à résoudre des problèmes de mathématiques.

Un des arguments les plus fréquemment avancés à propos des outils numériques est qu'ils favorisent la motivation des élèves. Parfois érigée en doxa, y compris par l'institution, la vertu attribuée aux outils numériques pour accroître la motivation scolaire repose à la fois sur certaines de leurs caractéristiques propres (interactivité, images dynamiques, adaptabilité aux situations particulières) et sur leur utilisation parallèle à des fins récréatives et sociales. Ces arguments, qui parient sur un effet de mode et sur une introduction dans l'école de pratiques ludiques ou sociales, sont tenus non seulement par les médias ou des entreprises ayant des intérêts commerciaux, mais aussi par certains professionnels de l'éducation. Ainsi, l'étude de Potocki et Billottet (Cnesco, 2020) révèle que plus de 90 % des enseignants interrogés s'accordent sur le fait que « les élèves sont plus motivés » lorsqu'ils utilisent des outils numériques. Pourtant, établir scientifiquement la plus-value de ces derniers sur la motivation scolaire n'est pas aisé, comme indiqué dans l'ouvrage *Apprendre avec le numérique* d'Amadiou et Tricot (2020). Selon ces auteurs, certaines études confondent la motivation scolaire avec la satisfaction ou l'envie des élèves. Le fait qu'un outil plaise aux élèves ne suffit pas pour améliorer leur motivation scolaire, au sens de leur engagement dans l'activité proposée en vue de l'amélioration d'un apprentissage. À ce titre, on peut lire dans le rapport du CNETCO que l'effet des jeux sérieux sur la motivation des élèves est en moyenne nul ; il y a en effet une certaine naïveté à croire que les élèves comparent seulement un jeu sérieux à une situation scolaire classique ; ils comparent surtout le jeu sérieux à un vrai jeu vidéo, ce qui a pour effet, non pas de les motiver, mais bien de les décevoir. Par ailleurs, pour être efficace en termes d'apprentissages, un jeu sérieux doit remplir un certain nombre de conditions intrinsèques et extrinsèques. Parmi les conditions intrinsèques, on peut signaler la conception des différentes étapes du jeu au service de l'apprentissage, un retour explicite sur les réussites et les erreurs, et surtout la limitation d'une dérive attentionnelle vers autre chose que l'apprentissage visé. Parmi les conditions extrinsèques, signalons l'explicitation de l'objectif d'apprentissage en amont du déroulé du jeu, et une vérification de son atteinte en aval.

Enfin, il restera à évaluer les effets de l'introduction de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'éducation. Les expérimentations actuellement menées par la DNE dans le cadre du partenariat d'innovation et d'intelligence artificielle (P2IA) mériteront à ce titre d'être soumises à une évaluation scientifique rigoureuse.

1.4 La seule introduction d'outils numériques dans l'enseignement ne suffit pas à améliorer les apprentissages et à réduire les inégalités

En 2015, neuf élèves sur dix des pays de l'OCDE déclaraient avoir accès à des ressources numériques. De plus, à l'exception du Mexique, les élèves issus d'un milieu socio-économique défavorisé y accèdent de la même manière que les élèves favorisés. Pourtant, les enquêtes montrent que les investissements des pays dans le numérique à l'école ne sont pas corrélés à une amélioration des performances des élèves en lecture et en écriture (traditionnelles, et même sur support numérique).

Ainsi, les pays comme le Royaume-Uni, l'Australie ou les pays nordiques, qui ont consenti d'importants investissements dans les TIC dans le domaine de l'éducation, n'ont enregistré, dans les dix dernières années, aucune amélioration notable des résultats de leurs élèves en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences. Certains pays, comme l'Espagne, ont même vu leurs résultats s'aggraver. À l'inverse, seuls 42 % des élèves de Corée et 38 % de ceux de Shanghai (Chine) indiquaient utiliser des ordinateurs à l'école (contre 72% d'élèves en moyenne dans les pays de l'OCDE) et pourtant ces pays figuraient parmi les plus performants aux évaluations informatisées de compréhension de l'écrit électronique et de mathématiques du Programme international de l'OCDE pour le suivi des acquis des élèves (PISA). Un excès d'utilisation du numérique aggrave même les deux facteurs mesurés par PISA que sont la performance et l'équité des systèmes éducatifs.

Les données collectées depuis plusieurs années montrent une grande diversité de situations, les disparités constatées dans les finalités d'usage du numérique s'alignant sur les caractéristiques socio-économiques de leur foyer : si les élèves défavorisés affichent une durée d'exposition moyenne très significativement supérieure à celle de leurs homologues privilégiés⁴⁹, ils utilisent cette confrontation au numérique non pas dans un cadre académique, mais au profit d'activités récréatives.

S'agissant des utilisations numériques scolaires, effectuées hors de la classe, l'encadrement par un adulte joue un rôle considérable, notamment auprès de jeunes enfants. Là encore, des disparités apparaissent et reflètent le profil socio-économique familial. Les élèves de milieux privilégiés sont presque deux fois plus nombreux que leurs homologues défavorisés à recourir chaque jour aux ressources numériques pour faire leurs devoirs. Paradoxalement l'accès aux outils et aux ressources numériques a donc amplifié les inégalités sociales en matière d'éducation.

Les résultats des enquêtes nationales et internationales démontrent que les élèves qui utilisent de manière très importante les appareils numériques à l'école présentent généralement de moins bons résultats par rapport aux élèves qui utilisent le numérique de manière moins intensive. Cela a été notamment observé en mathématiques, en lecture et en sciences. Les raisons de ces résultats peuvent être liées au fait que les nouvelles technologies sont parfois utilisées pour remplacer d'autres pratiques plus efficaces pour construire les apprentissages. Elles peuvent aussi distraire l'attention des élèves et, de ce fait, diminuer leurs capacités.

Plus précisément, l'utilisation des ordinateurs à l'école n'entraîne une amélioration des performances en écriture et en lecture, traditionnelle et numérique, qu'en dessous d'un certain seuil d'utilisation. Au-dessus de ce seuil, non seulement les performances ne s'améliorent pas, mais elles s'aggravent.

⁴⁹ Bauerlein M., *The Dumbest génération*, Tarcher/Pinguin, 2009. Rideout V., *The common sense census : media use by tweens and teens*. Common sense media, 2015.

Les outils numériques, notamment le téléphone intelligent, sont de plus en plus utilisés à des fins de contournement des difficultés d'expression écrite puisque des élèves fragiles sur ce point ont pris l'habitude de dicter des textes, qui sont ensuite directement retranscrits par un logiciel de reconnaissance vocale. Une telle pratique accélère la perte du geste graphique et l'amointrissement de capacités cognitives qui s'y rattachent.

Il ressort également des enquêtes internationales que l'acquisition de nombreuses compétences numériques est avant tout facilitée par la maîtrise de processus de réflexion et de raisonnements complexes, acquis hors de la sphère du numérique. Ainsi, les données internationales indiquent que les bonnes performances en lecture et en écriture numériques sont corrélées, non pas à l'utilisation des outils numériques, mais aux bonnes performances en écriture et en lecture traditionnelles.

À ce propos, il convient de rappeler les données de l'Union européenne concernant les compétences de base des élèves des pays d'Europe. L'objectif fixé pour 2020, qui consistait à réduire la proportion de jeunes ayant une maîtrise insuffisante des compétences de base à moins de 15 % n'a pas été atteint. En 2018, la proportion de jeunes ayant une maîtrise insuffisante en compréhension de l'écrit était - en moyenne dans l'UE - de 21,7 % ; elle était de 22,4 % pour les mathématiques et de 21,6 % pour les sciences. Plus grave encore, le niveau des compétences de base des jeunes européens ne s'est pas amélioré au cours de la dernière décennie (2010-2020). L'amélioration de ces résultats devient encore plus cruciale au vu de l'incidence que la maîtrise des compétences de base semble avoir sur celle des compétences numériques. Même avec le recours d'outils numériques, ce sont toujours les enseignants qui construisent un cours, pour des élèves donnés, dans une temporalité donnée et avec des ajustements permanents à effectuer. Si les outils numériques peuvent constituer des appuis efficaces pour l'apprentissage (en matière de diagnostic, d'entraînement, de retour immédiat sur les erreurs, etc.), ils ne peuvent le provoquer seuls, comme l'a par exemple montré l'enseignement à distance pendant la période de confinement du printemps 2020.

Un outil numérique demeure un outil dont l'effet dépend avant tout de l'usage qui en est fait par un personnel formé spécifiquement. Il ne constitue pas en soi une solution, que ce soit pour améliorer les performances des élèves ou l'équité des systèmes éducatifs, ne réduisant pas l'écart de performance entre les élèves issus de milieux favorisés et ceux issus de milieux défavorisés.

La formation et l'accompagnement des enseignants pour intégrer les outils numériques dans des scénarios pédagogiques, avec des visées d'apprentissage précises et pertinentes, sont donc centraux, même si ces scénarios ne sont pas indépendants des équipements existants dans les établissements et de l'organisation des espaces.

Au vu de l'ensemble des données recueillies par ses enquêtes, l'OCDE conclut que : « La technologie peut permettre d'optimiser un enseignement d'excellente qualité, mais elle ne pourra jamais, aussi avancée soit-elle, pallier un enseignement de piètre qualité. » Ou encore : « La technologie peut améliorer les compétences des bons enseignants, mais elle ne transforme pas un mauvais enseignant dans un bon enseignant. À l'école comme ailleurs, la technologie améliore souvent l'efficacité des processus déjà performants, mais peut également accentuer l'inefficacité de ceux ne fonctionnant pas » (OCDE, 2015, p. 4).

S'interrogeant sur les conséquences indirectes de la crise sanitaire sur les élèves et tout particulièrement sur les apprentissages scolaires, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, dans un rapport récent⁵⁰, a posé la question pertinente d'un bon usage du numérique à mettre en place. L'école, au-delà du

⁵⁰ Rapport au nom de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques sur la lutte contre la pandémie de la COVID 19, 22 février 2022.

cadre du travail qu'elle représente, est un cadre d'apprentissage dans lequel les enfants sont éloignés du reste de la société pour mieux l'observer. L'office parlementaire relève que mettre en place un usage du numérique nécessite de bonnes infrastructures, ce qui est une contrainte lourde. Dans ce contexte, il préconise plutôt le dédoublement des classes qui pourrait être une solution plus rapide à mettre en œuvre pour améliorer les compétences des élèves. Le CSP, quant à lui, recommande de veiller à un équilibre dans l'utilisation des moyens publics et de ne pas les concentrer sur le seul développement du numérique éducatif au vu des conclusions scientifiques relatives à ses incidences sur les apprentissages et la réduction des inégalités.

Compte tenu des problèmes actuels de recrutement, de profil et de formation initiale des enseignants, le CSP recommande par ailleurs que la formation continue soit recentrée sur la compensation de déficits disciplinaires et didactiques plutôt que sur la prise en main d'un environnement numérique qui pourrait être rapidement obsolète.

Les résultats produits par les différentes enquêtes nationales et internationales modifient donc la manière de concevoir la question du numérique à l'école. Dans le passé, le discours autour de l'intégration des nouvelles technologies dans l'éducation avait laissé escompter l'amélioration de l'efficacité des processus éducatifs, en promettant, explicitement ou implicitement, de meilleures performances scolaires et une réduction des inégalités. Depuis, les enquêtes n'ont mis en évidence qu'une corrélation faible, voire parfois négative, entre l'utilisation des TIC dans l'éducation et la performance des élèves, y compris dans les domaines relevant du numérique. De même, l'objectif de réduction des inégalités n'a pas été atteint.

Une explication possible réside dans le fait que les nouvelles technologies seraient plus préjudiciables que bénéfiques aux interactions entre les enseignants et les élèves, qui sont au cœur d'une compréhension conceptuelle et d'une réflexion approfondie. Or la maîtrise de ces processus intellectuels de haut niveau est favorable à tous les apprentissages, y compris ceux qui relèvent du numérique.

Recommandations du CSP

- enseigner, dès le primaire et tout au long de la scolarité, les limites et les risques d'un usage non réfléchi de l'internet et des outils numériques ;
- introduire dans les programmes scolaires du collège (technologie) et du lycée (SNT) une sensibilisation aux possibilités, mais aussi aux limites de l'intelligence artificielle (IA) et aux risques inhérents à ses usages, l'IA étant un domaine non encore stabilisé, objet de nombreux programmes de recherche.

2. Les avantages du numérique pendant le temps scolaire et hors du temps scolaire

Le recours à la technologie numérique, dont les incidences sur les activités et les apprentissages scolaires, tant positives que négatives, sont indéniables, a défini de nouveaux modes et de nouveaux contours de communication entre les différents acteurs éducatifs. De surcroît, de nouvelles modalités d'enseignement (synchrone ou asynchrone ; en présence ou à distance ; hybride) ont engagé les enseignants dans une démarche de transmission des savoirs qui, au-delà de combiner connaissances et compétences, nécessite le recueil, le tri, la hiérarchisation et la transmission des informations tout comme des ressources. L'introduction du numérique en milieu scolaire a de plus orienté le système vers de nouvelles formes de collaboration et d'organisation et a influencé l'évolution des contenus et des

méthodes (travail collectif et collaboratif, pédagogie de projet, etc.) qui ont révélé de nouveaux positionnements des élèves comme des enseignants.

2.1 Un nouveau mode de communication instauré au sein de la communauté éducative

L'utilisation des outils numériques dans la communication entre les acteurs et les usagers de la sphère éducative favorise la rapidité, la systématisme et l'automatisation de la transmission des informations. Elle facilite et améliore l'accès aux données et leur archivage par tous les membres de la communauté.

Ces actions sont notamment conduites au bénéfice du suivi des élèves et de l'information des familles.

Les outils de communication institutionnels (les classes virtuelles du CNED, par exemple) ou validés par l'administration (les ENT, les logiciels de vie scolaire tels que PRONOTE, par exemple) mettent en œuvre les objectifs définis ci-dessus tout en garantissant le respect des normes édictées par la loi (RGPD).

Ces outils et les procédures associées ont notamment pour objet de prévenir l'absentéisme et le décrochage, de renforcer le suivi et l'accompagnement pédagogique personnalisé et, enfin, de sensibiliser les parents à la réalité de la situation scolaire de leurs enfants.

2.2 Le maintien de la continuité pédagogique

Le rapport de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche, *Les usages pédagogiques du numérique en situation pandémique durant la période de mars à juin 2020*⁵¹, a mis en lumière la forte résilience du système éducatif, et son aptitude à répondre aux sollicitations nouvelles des usagers de l'école. Sur le plan pédagogique, les acteurs se sont rapidement engagés dans la mise en place de l'enseignement à distance, avant de conduire par la suite une réflexion sur les mérites comparés des différents modes d'enseignement. Le dispositif des classes virtuelles permet de transposer dans un enseignement à distance les aspects collectifs et collaboratifs du groupe-classe réunis physiquement, tout en facilitant le travail individuel ou en petit groupe.

Si les aspects techniques et pédagogiques de ces nouveaux modes d'enseignement ont été correctement appréhendés et maîtrisés par une majorité d'enseignements, en revanche, leurs incidences psychologiques, sanitaires et sociales n'ont pas été évaluées à ce jour.

Recommandation du CSP

Évaluer les incidences pédagogiques, psychologiques, sanitaires et sociales des nouveaux modes d'enseignement inaugurés pour assurer la continuité pédagogique et en tirer les conséquences en situation ordinaire d'enseignement.

2.3 L'évolution des fondements de la relation entre enseignants et élèves

La qualité des apprentissages scolaires repose tout particulièrement sur l'effet-maître, c'est-à-dire sur la relation humaine privilégiée entre l'élève et son professeur. L'importance de cette dernière est d'autant plus grande que l'élève est jeune et que sa personnalité est en construction.

⁵¹ Les usages pédagogiques du numérique en situation pandémique durant la période de mars à juin 2020 2020-133 - octobre 2020, Brigitte Hazard, Jean Aristide Cavaillès

À l'école élémentaire, lors du confinement du printemps 2020, les enseignants se sont heurtés aux difficultés d'établir cette relation consubstantielle à l'acte de transmission des savoirs : maintien du contact, écoute, échanges, interactions et actions pédagogiques.

Ils ont malgré tout essayé de maintenir la motivation et l'engagement des élèves en variant les approches, par exemple en utilisant le vecteur de la transmission que représente la télévision (Lumni), en adaptant le rythme de leurs séances et en choisissant de privilégier au sein de l'environnement numérique de travail des activités adaptées aux besoins des élèves tout en ayant un caractère attractif.

Ils ont revu leurs objectifs de formation en réorganisant les apprentissages au bénéfice d'activités de révision et de consolidation plutôt que l'introduction de notions nouvelles.

Les enseignants du second degré, confrontés à des difficultés similaires, ont aussi répondu par la mise en place de modalités pédagogiques nouvelles, par exemple en remplaçant, dans le dispositif de la classe inversée, le visionnage de capsules vidéos par celui des émissions de télévision Lumni.

Les fonctionnalités des classes virtuelles leur ont permis de faire travailler en parallèle des groupes d'élèves de niveaux différents, avec une certaine autonomie.

Ce contexte particulier a conduit les enseignants à prendre conscience qu'ils pouvaient faire travailler à leurs élèves des compétences nouvelles : une gestuelle et une prise de parole adaptées, une analyse réflexive de leurs prestations (auto-correction), une organisation spécifique du travail collaboratif, le renforcement de leur autonomie.

3. La prise de conscience des risques et des entraves liés à l'usage du numérique : la nécessité de les mesurer, de les analyser et de les évaluer

3.1 Le mythe des enfants du numérique

Une théorie forgée outre-Atlantique au tout début des années deux mille a vanté, sans les prouver jamais, les capacités innées des enfants à manier les outils numériques par le seul effet d'une immersion précoce⁵². Elle a de plus conduit à l'affirmation d'un environnement qui modifierait la façon d'agir et d'apprendre d'un faux stéréotype générationnel, celui des pseudo « enfants du numérique » (*digitals natives* en anglais). Outre leurs prédispositions innées au maniement des outils numériques, ces enfants n'étaient censés tirer profit ni de l'environnement scolaire ayant forgé les générations antérieures ni d'un enseignement dispensé par une génération perçue comme inapte à utiliser les nouveaux outils.

L'omniprésence progressive du numérique et l'ouverture de ses marchés, si elles ont favorisé la confrontation des enfants à ses outils et à ses ressources ne valent cependant pas maîtrise. Grandir dans un environnement où le numérique a conquis un espace considérable ne garantit en rien la maîtrise de ses usages⁵³. Ce contexte a contribué à

⁵² Prensky Marc (2001), « Digital natives, digital immigrants », in *On the Horizon*, vol. 9, no 5, p. 1-6.

⁵³ Plantard Pascal, « Les "digital natives" ou le complexe d'Obélix », *Le Monde*, 9 novembre 2018.

créer une confusion entre, d'une part, le maniement spontané d'outils numériques et, d'autre part, la compréhension de leurs conditions d'usage et de leur fondement scientifique (l'informatique). En ce sens, le contexte a détourné le système éducatif, mais aussi la société, de son devoir d'éducation et de formation.

La recherche a, depuis un certain temps, remis en cause le mythe des enfants du numérique. Ce dernier perdure cependant dans certains esprits et entrave la mission de transmission de l'école. Certains chercheurs ont même évoqué à ce propos une forme de « démission pédagogique »⁵⁴. L'École devra pourtant trouver sa juste place pour permettre à ses élèves l'accès à une culture numérique maîtrisée et non plus subie. Cette responsabilité de l'École justifie la mission assignée par le ministre au CSP dont ce dernier rend compte par le présent avis.

Notons par ailleurs que les génies du numérique ont été formés au latin, au grec et aux mathématiques par des maîtres présents, aux savoirs incarnés et non virtuels.

C'est après avoir suivi cette voie de formation qu'ils ont découvert et pratiqué la science informatique avant d'aborder le monde numérique. Une conversion tardive à cet environnement n'empêchera nullement un usage de ses outils, notamment parce qu'ils ont été conçus pour être utilisés de manière intuitive et spontanée. En revanche, une immersion prématurée ne facilite en rien les apprentissages essentiels. Au contraire, en raison du verrouillage progressif des fenêtres de développement cérébral qu'elle induit, leur acquisition risque de devenir de plus en plus difficile à réaliser.⁵⁵

3.2 Les incidences du numérique sur l'environnement et l'impératif de sa prise en compte par l'École

Les outils numériques (ordinateurs domestiques et portables, téléphones intelligents) et les infrastructures de stockage des données qu'ils utilisent seront parmi les plus consommateurs d'énergie et les plus émetteurs de gaz à effet de serre, phase d'utilisation et de production confondues, à l'horizon 2040.

Il importe, dès lors, de favoriser et d'amplifier la sensibilisation et la formation des jeunes consommateurs que sont les élèves pour leur permettre de participer au plus tôt à la réduction des incidences du numérique sur l'environnement (extraction des matières premières, production, distribution, utilisation et recyclage du matériel, etc.) par une indispensable prise de conscience des incidences et des risques qu'il importe de prévenir.

Les élèves, futurs adultes, auront en effet à jouer un rôle très important dans la réduction de l'empreinte environnementale liée à l'usage des équipements, au stockage des données, au déploiement et au fonctionnement des infrastructures numériques. Leurs comportements ne pourront évoluer que s'ils reçoivent une formation adaptée : ils devront être sensibilisés, par exemple, à l'importance de la gestion de leur messagerie, des données stockées, de l'utilisation des batteries, etc.), toutes actions trop souvent perçues comme étant neutres. Ils seront aussi formés à la connaissance des enjeux et incités à l'adoption de gestes responsables.

C'est ce à quoi invitait une proposition de loi déposée sur le bureau du Sénat. La loi du 15 novembre 2021 a permis de compléter le deuxième alinéa de l'article L. 312-9 du code de l'éducation précisant que cette formation comporte désormais une sensibilisation aux incidences environnementales des outils numériques ainsi qu'un volet relatif à la sobriété numérique.

⁵⁴ Anne Cordier, *Grandir connectés : Les adolescents et la recherche d'information*, 2015.

⁵⁵ M. Desmurget : audition au CSP, 2022.

On doit dès lors poursuivre l'appréhension dans l'éducation du problème environnemental comme le CSP, à l'invitation du ministre de l'Éducation, de la Jeunesse et des Sports, s'y est employé en 2019, en réexaminant les programmes de la scolarité obligatoire à l'aune de cet impératif. Cette dimension déjà intégrée concrètement au cursus scolaire devra être complétée par la prise en compte des incidences du numérique, de ses outils et de ses pratiques. Souvent invisibles, elles apparaissent comme l'un des freins sociaux et sociétaux majeurs à l'usage plus responsable des outils numériques.

Comme l'a souligné l'ADEME⁵⁶ dans un rapport récent, au-delà de l'apprentissage de l'utilisation des services numériques, il est nécessaire de faire comprendre aux élèves leur fonctionnement pour leur permettre d'appréhender le versant matériel du numérique.

Les mesures de sensibilisation et de formation (par exemple, la définition de parcours consacrés à la matérialité du numérique) requièrent la définition d'un contenu pédagogique adapté aux élèves du primaire et du secondaire (fonctionnement, construction, approvisionnement, entretien et service, etc.). Les enjeux du numérique seront également progressivement intégrés aux formations diplômantes (éco-conception des logiciels, sobriété numérique, etc.).

Recommandations du CSP

- permettre aux élèves de comprendre et progressivement de pouvoir comparer les biens et les services au regard de leurs incidences sur l'environnement ;
- présenter aux élèves des solutions technologiques, des bonnes pratiques, qui favorisent la réduction des incidences environnementales du numérique à l'école et dans la vie quotidienne, l'usage par exemple de matériel reconditionné ;
- inviter le ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports à jouer un rôle pionnier dans la mise en œuvre d'actions en faveur du déploiement et de l'utilisation d'un environnement numérique responsable ;
- éviter dès lors les injonctions contradictoires de l'institution : rechercher comment concilier le déploiement du numérique dans la sphère scolaire et parascolaire avec les contraintes du développement durable en intégrant une réflexion sur la consommation énergétique, la pollution, etc. On rappelle que l'industrie numérique mondiale consomme tant d'eau, de matériaux et d'énergie que son empreinte représente le triple de celle d'un pays comme la France. Les technologies numériques mobilisent 10 % de l'électricité produite dans le monde et 4 % des émissions globales de CO₂, soit un peu moins du double du secteur civil aérien mondial.

3.3 L'environnement numérique scolaire

Le numérique éducatif modifie le rapport au temps et accentue la porosité entre les différents espaces.

Les outils numériques ont modifié l'espace de l'École : le tableau numérique interactif (TNI) dans la classe et le cahier de textes numérique hors de l'établissement sont devenus les principaux supports d'affichage du cours et des exercices. L'ENT, des logiciels de vie scolaire, les laboratoires de langues multimédias, ou encore les Centres de documentation et d'information prolongent cette classe virtuelle. Le numérique a élargi la communication dans le temps et dans l'espace, avec les élèves tout comme avec leurs parents.

⁵⁶ Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Ces outils modifient considérablement la relation pédagogique en la transportant hors de l'espace clos de la classe et hors du temps limité du cours.

En effet, en s'affranchissant des contraintes de lieux et de temps, le numérique donne la possibilité aux élèves de planifier leurs tâches, d'organiser leur temps, de s'engager dans les activités proposées.

Cette fluidité de l'espace-temps fait cohabiter une grande variété de finalités d'usage, allant de la circulation de l'information à la différenciation et la diversification des contenus et des activités, sans oublier l'entraide et la collaboration. Les interventions des enseignants et les travaux des élèves peuvent être réinvestis après avoir été archivés et éventuellement diffusés.

Ces évolutions posent cependant des problèmes qu'il convient de ne pas sous-estimer : des connexions tardives, une dispersion des élèves, une forme de passivité intellectuelle qui entrave la réflexion (consommation de vidéos à caractère pédagogique).

La visibilité des traces de connexion des élèves sur les plateformes institutionnelles, la lisibilité accrue de la gestion de leur temps, la connaissance d'informations associées à la responsabilité parentale posent la question de la limite du champ d'intervention des enseignants. Le brouillage des frontières entre les sphères privée et scolaire pour l'élève, privée et professionnelle pour l'enseignant, efface les limites spatiales, temporelles, et privées qui avaient été posées avant l'avènement de l'ère numérique.

Le professeur devient un fournisseur d'activités à disposition et à la demande. Certaines de ces activités supposent que les élèves disposent de conditions matérielles satisfaisantes, mais aussi d'une maturité numérique suffisante pour tirer profit des potentialités offertes, sans toutefois s'exposer aux dangers que recèle la navigation dans l'internet.

L'exposition aux écrans des élèves est décuplée et mêle numérique éducatif et numérique récréatif, pouvant générer passivité, confusion, voire installation de pathologies fonctionnelles liées à un usage irréfléchi des outils et des activités proposés (jeux, réseaux sociaux, etc.).

La classe repensée dans le cadre de l'environnement numérique de l'éducation invite à organiser certaines activités pendant le temps scolaire et en présence du professeur et de tous ses élèves et à en externaliser d'autres, notamment quand les élèves sont invités à travailler seuls.

Il convient de ne pas sous-estimer les vulnérabilités sociales, qui interfèrent dans le rapport aux écrans et qui sont autant de facteurs qui peuvent rendre difficiles, voire inaccessibles, la compréhension du numérique, l'éducation aux usages des écrans, la distance critique à trouver et une indispensable autorégulation à exercer.

Les contenus à risques (sexuels, tabagiques, alcooliques, alimentaires, violents, etc.), les prescriptions de normes pour les adolescents (publicités, influenceurs, réseaux sociaux, etc.) saturent l'espace numérique. Les réseaux sociaux, positifs quand ils sont un soutien contre la solitude, qu'ils réduisent la sensation d'isolement, ou qu'ils favorisent les amitiés existantes, se révèlent source de désinhibition chez certains adolescents et facilitent certaines dérives comme le harcèlement anonyme, une surexposition de soi, des formes d'exclusion, une propension à dresser des groupes les uns contre les autres (l'industrie de la rumeur), pouvant conduire dans certains cas à la délinquance et à la criminalité comme le montre un exemple très récent particulièrement violent commis par un collégien de Saône-et-Loire. Le défaut de stimulations culturelles, artistiques ou sportives conduit à un désintérêt des jeunes pour des activités de substitution à la fréquentation des écrans, alors qu'elle peut engendrer des pratiques conflictuelles et pathologiques.

Recommandations du CSP

- renforcer l'éducation à l'usage raisonné des réseaux sociaux, à la fréquentation des sites ouverts dans l'internet ;
- renforcer l'implication des parents dans les actions de prévention des risques et de promotion de la santé physique et psychique de leurs enfants, et dans leur éveil aux activités sportives, artistiques et culturelles.

3.4 L'environnement numérique récréatif

La consommation récréative du numérique est considérable. Dès l'âge de deux ans, les enfants, dans les pays occidentaux, cumulent chaque jour trois heures d'écran en moyenne ; cela représente presque mille heures pour un élève de maternelle, soit plus que le volume horaire d'une année scolaire ; deux mille quatre cents heures pour un lycéen, soit 2, 5 années scolaires⁵⁷.

Comme l'a montré une enquête réalisée récemment⁵⁸, la crise sanitaire a révélé un accroissement des équipements et de l'utilisation des outils numériques tant par les parents que par les enfants ; elle a accéléré la croissance du temps passé devant les écrans au sein des familles.

Ces pratiques sont appelées à s'inscrire durablement dans le temps⁵⁹. Une prise de conscience des occasions tout comme des risques liés à la fréquentation de l'internet a été révélée par cette étude. Les parents ont évoqué des risques liés aux pratiques numériques de leurs enfants (dépendance, 51 % ; cyberharcèlement, 49 % ; mise en contact avec des inconnus, 43 %) tout en ayant tendance à sous-estimer les risques réels auxquels leurs enfants ont déjà été exposés, alors que les enfants ont exprimé des risques sur leur santé (maux de tête, 43% ; difficultés d'endormissement, 42 % ; passivité, 39 %).

D'une manière générale, les activités numériques des enfants sont sous-estimées par leurs parents : un écart considérable est constaté entre la perception des parents et la réalité déclarée par les enfants. Cette dernière échappe ainsi aux parents. L'utilisation des réseaux sociaux (volume d'utilisation et nombre de réseaux fréquentés) est manifestement sous-estimée par les parents. Les activités « vidéo ludiques » sont en nette augmentation, tout comme l'ensemble des activités numériques qui ont augmenté très significativement au cours des douze derniers mois⁶⁰.

Enfin, du point de vue éducatif, diverses études ont montré que, lorsqu'ils réagissent, les parents s'engagent dans la voie de la régulation et non dans celle d'une approche éducative. Limitée à la maîtrise et au contrôle de l'utilisation des outils par leurs enfants, souvent obtenus de haute lutte, l'intervention des parents ne revêt pas de dimension éducative. Ce constat d'un défaut d'attention porté par les parents sur les contenus et les usages numériques de leurs enfants impose donc à l'École d'assumer encore plus sa responsabilité en matière éducative.

⁵⁷ Exprimé en fraction du temps quotidien de veille, cela représente un volume de 25 à 40 % selon l'âge de l'élève (Sources : audition de M.Desmurget, CSP, 2022).

⁵⁸ 10^e édition de Junior Connect', étude de référence sur la fréquentation médias et les comportements de consommation des jeunes de moins de 20 ans, réalisée avec les groupes Bayard/Milan et Unique Heritage Media : cette enquête en ligne a été réalisée de juin à juillet puis de septembre à novembre 2021, auprès d'un échantillon national représentatif des 1 à 19 ans, 4 001 répondants.

⁵⁹ IPSOS et Observatoire de la parentalité et de l'éducation au numérique, février 2022.

⁶⁰ Regarder des courtes vidéos sur des plateformes pour 50% d'entre eux ; écouter de la musique ou regarder des clips pour 47% ; jouer aux jeux vidéo pour 46% d'entre eux.

Dans ce contexte aux caractéristiques particulièrement accrues durant les derniers mois, la recherche a mis en lumière une liste d'influences délétères, tant chez l'enfant que l'adolescent. Tous les piliers du développement seraient affectés, le somatique, le corps jusqu'à l'émotionnel en passant par le cognitif (le langage, la concentration) : une récente méta-analyse expose une corrélation entre l'augmentation et la sévérité des retards de langage et la hausse des temps d'écran⁶¹, autant d'atteintes qui contraignent la réussite scolaire. On note à ce propos que les élèves issus de milieux défavorisés affichent une durée d'exposition moyenne aux écrans très significativement supérieure à celle des autres élèves.

Comme déjà mentionné, les évaluations nationales et internationales semblent confirmer que l'environnement et les pratiques numériques en milieu scolaire ne concourent pas à l'amélioration des résultats des élèves. La plupart des études montrent plutôt un affaiblissement des compétences cognitives des jeunes depuis le langage jusqu'aux capacités attentionnelles, en passant par les savoirs culturels et fondamentaux de base. De plus, la pratique d'un jeu vidéo d'action après les devoirs scolaires altérerait le processus de mémorisation⁶².

À ce jour, en revanche, aucune étude n'indique que la privation d'écran à usage récréatif pourrait conduire à l'isolement social et à quelque trouble émotionnel que ce soit. De plus, un grand nombre de recherches souligne les incidences lourdement préjudiciables de ces outils sur les symptômes dépressifs et anxieux des enfants.

Pour conclure, la littérature scientifique demeure à ce stade unanime quant à la gravité des incidences négatives des consommations numériques récréatives sur la santé somatique (ex. obésité), l'équilibre émotionnel (ex. anxiété, agressivité), le développement cognitif (ex. langage, attention et concentration) et, ultimement, la réussite scolaire des enfants. Les principales chaînes causales sont d'ailleurs solidement établies : appauvrissement des relations intrafamiliales, sursollicitation attentionnelle exogène, sous-stimulation intellectuelle, préjudices de sommeil, accroissement de sédentarité⁶³.

Le CSP a considéré avec grand intérêt la création de la plateforme d'information et d'accompagnement à la parentalité numérique⁶⁴ élaborée par l'institution « dans le cadre d'un partenariat national visant à fédérer les acteurs publics et privés, [et] qui propose des outils, des conseils et des ressources pratiques pour mieux informer et accompagner les parents afin qu'ils protègent leurs enfants ». Deux grandes entrées s'affichent sur le portail : « Je protège mon enfant dans son usage des écrans » et « Je protège mon enfant de la pornographie ». Le premier axe souligne les risques et les enjeux liés à la précocité de l'exposition aux écrans et à des contenus inappropriés pour la santé mentale et physique des mineurs. Le second axe vise la lutte contre l'exposition aux contenus pornographiques en ligne et les effets néfastes en matière de développement psychologique et de représentation de la sexualité chez les enfants.

Le CSP salue la démarche engagée en janvier 2021 par la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL), le Conseil supérieur de l'audiovisuel (CSA), le Défenseur des droits et la Haute Autorité pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur Internet (Hadopi)⁶⁵ qui ont créé un kit pédagogique regroupant l'ensemble des

⁶¹ Madigan S. *et al.* « Associations between screen use and child language skills : a systematic review and meta-analysis » *JAMA Pediatr*, 2020.

⁶² Dworak M. *et al.* « impact of singular excessive computer game and television exposure on sleep patterns and memory performance of school-aged children » *Pediatrics*, 120, 2007.

⁶³ Audition de M. Desmurget. Émission diffusée sur France Culture le 12 mai 2022.

⁶⁴ <https://jeprotegemonenfant.gouv.fr>

⁶⁵ La CNIL a pour mission de protéger les données personnelles, y compris sur internet. Elle contrôle les fichiers et services en ligne, accompagne les citoyens dans l'exercice de leurs droits (ex. droit à l'oubli), reçoit leurs plaintes, sensibilise les jeunes à un usage responsable de leurs données. Le CSA est l'autorité de régulation de l'audiovisuel, au service de la liberté d'expression, de

ressources conçues pour l'éducation du citoyen numérique, à destination des formateurs et des parents qui accompagnent les élèves en matière de numérique. Ces derniers, leurs parents, les enseignants peuvent y apprendre comment supprimer une photo sur un réseau social, à quel âge regarder un écran, ou encore comment distinguer l'offre légale de biens culturels des sites illicites. Pour répondre à ces questions, les ressources du kit pédagogique permettent d'explorer chaque grand thème de la vie numérique (les droits dans l'internet ; la protection de la vie privée en ligne ; le respect de la création ; l'utilisation raisonnée et citoyenne des écrans).

Dans ces perspectives, un manuel d'éducation au droit répond à plusieurs objectifs pédagogiques et notamment ceux de la connaissance des droits en matière de protection des données personnelles, de l'appréhension du cyberharcèlement, des moyens de le prévenir et de le sanctionner, du repérage des contenus dangereux (fausses informations, images violentes, etc.) ou encore de la compréhension de la notion de droit d'auteur.

3.5 La nature des usages domestiques : une réalité qui dessert les plus faibles

La réalité des usages observés est très majoritairement constituée de contenus récréatifs.

Le temps quotidien de consommation récréative, hors devoirs et usages scolaires, a augmenté pour atteindre en 2021⁶⁶, 4 h 44 chez les 8-12 ans, 7 h 22 chez les 13-18 ans (6 h 40, en 2015). La création de contenus (codage informatique, exposé numérique, captations et créations artistiques, traitement automatique de mesures, etc.) grâce aux outils numériques y demeure très minoritaire au profit de l'utilisation récréative des médias numériques⁶⁷. Ainsi, seulement 3 % du temps consacré par les enfants et les adolescents aux médias digitaux est utilisé à cet effet.

3.6 Dans le champ scolaire : des usages souvent détournés et une maîtrise insuffisante

S'agissant plus spécifiquement des utilisations domestiques liées au champ scolaire, le degré de variabilité interindividuelle est considérable. Il est de plus très lié à l'environnement social de l'élève : des enfants issus de milieux favorisés utiliseront davantage les ressources éducatives accessibles dans l'internet alors que ceux de milieux défavorisés privilégieront l'accès à l'internet pour des usages essentiellement récréatifs.

Des inaptitudes techniques frappent une partie de la population scolaire et étudiante, des études révélant que le niveau de maîtrise des outils numériques demeure très faible. Un rapport de la Commission européenne a mis en lumière la piètre compétence numérique des étudiants, en tête de liste des facteurs susceptibles d'entraver « la numérisation du système éducatif »⁶⁸. Pour les plus âgés, il s'agit là d'une certaine forme d'innumérisme ou d'inhabileté numérique prenant la forme, par exemple, d'incapacité ou de difficulté à utiliser les programmes bureautiques standards, à écrire un programme informatique simple, à configurer un logiciel, à mettre en place une connexion, à paramétrer la sécurité d'un terminal, etc. Les difficultés sont plus importantes encore lorsqu'il s'agit d'utiliser des bases de données : la capacité des étudiants à accéder à l'information et à la connaissance est, elle aussi,

l'intérêt du public, du rayonnement culturel et du développement économique du secteur. Depuis 1989, ses missions et son action s'adaptent aux mutations technologiques, économiques et sociales. Le Défenseur des droits veille au respect des droits et libertés : relations avec les services publics, respect de la déontologie par les forces de sécurité, respect des droits de l'enfant, lutte contre les discriminations, protection des lanceurs d'alerte. L'Hadopi agit, depuis 2009, en faveur de la protection et de la diffusion de la création sur Internet. La haute autorité accompagne les internautes vers des usages culturels responsables et respectueux du droit d'auteur.

⁶⁶ En 2021, les 13-18 ans ont consommé 52 heures d'écran récréatif par semaine quand les 8-12 ans ont dépassé les 33 heures (source : audition de M. Desmurget, 2022).

⁶⁷ La télévision et les vidéos, les jeux vidéo et les médias sociaux.

⁶⁸ Johnson L. et al., Horizon report Europe : 2014 schools edition, Publications office of the European Union, 2014.

un mythe que décrit la recherche⁶⁹, tout comme la capacité à utiliser de manière critique et raisonnée l'information disponible dans l'internet⁷⁰. Des études récentes (celles de Divina Frau-Meigs à la suite de Lankshear et Knobel de 2011) insistent sur la dissociation à opérer dans le champ des compétences numériques entre les aptitudes fonctionnelles (navigation sur la toile, attitude critique à l'égard de la hiérarchisation des résultats d'un moteur de recherche, gestion des données consultées, etc.) et les aptitudes stratégiques et éditoriales décrites plus haut. Si les premières sont généralement considérées comme partiellement acquises chez la plupart des jeunes (souvent de manière autonome par autodidactie ou par appel aux pairs), les secondes sont largement négligées.

Plus de 80 % des élèves déclarent ne jamais utiliser les outils numériques pour des usages académiques : ces derniers représentent une fraction mineure du temps total d'écran (5 % chez les enfants et 10 % chez les adolescents, valeurs surestimées dans la mesure où elles incluent les cas d'exploitations conjointes⁷¹). Tout particulièrement pour les jeunes en situation d'illettrisme, les compétences stratégiques et éditoriales sont totalement inexistantes, tandis que les compétences fonctionnelles, au même titre que la lecture et l'écriture, sont l'objet de stratégies de compensation et de contournement (usage de commandes vocales à la place du clavier). Ainsi, le fossé numérique risque d'être un abîme pour ces personnes.

3.7 Des résultats scolaires qui sont très souvent corrélés à l'usage du numérique

Des études confirment que la courbe de l'augmentation du temps d'utilisation suit celle de la baisse des résultats scolaires. L'usage d'un ordinateur domestique, aussi utile qu'il soit cependant dans le cadre d'usages raisonnés et dirigés, n'aurait ainsi aucune incidence positive sur la performance de l'élève à l'école. L'usage des outils numériques dans le cadre scolaire est de même très loin de participer à la hausse significative des résultats. Les exemples nombreux des États ou des collectivités territoriales ayant massivement investi dans ces matériels et ces usages confirment cette tendance. Il a pu s'agir dans certains cas de privilégier des logiques économiques ou clientélistes à défaut d'objectifs pédagogiques définis et dont l'atteinte aurait justifié la voie numérique.

3.8 Des usages qui ouvrent parfois la porte de l'illettrisme et qui affectent les piliers du développement de l'élève

Certains scientifiques et très récemment une mission de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche ont pu se poser la question de l'émergence d'une forme contemporaine d'illettrisme et, à tout le moins, d'une cause probable ou d'un facteur aggravant de l'illettrisme. Par le fait qu'ils s'éloignent manifestement de la sphère académique, les divers usages du numérique affectent considérablement la réussite scolaire. Paradoxalement, compte tenu du très fort taux d'équipement numérique des familles les moins favorisées et les plus éloignées du livre, ils accentueraient les difficultés rencontrées plus qu'ils ne les atténueraient.

L'effet sur la réussite scolaire d'un mauvais usage du numérique reflète ce que subissent les piliers du développement cognitif de l'enfant : le langage (altération du volume et la qualité des échanges verbaux précoces induite par un détournement des enfants et des parents au profit de l'environnement numérique, par exemple), l'écrit (retard ou entrave à l'entrée dans l'écrit et sa culture), la concentration (difficultés du cerveau humain à gérer des sollicitations exogènes), la mémoire, la sociabilité ou encore le contrôle des émotions seraient ainsi tout particulièrement affectés.

⁶⁹ Rowlands I. et al., The Google generation, *Aslib Proc.*, 60, 2008. / Dumouchel G. et al. Mon ami Google, *Can J Learn Tech*, 43, 2017.

⁷⁰ Evaluating information : the cornerstone of civic online reasoning, Report from the Stanford History education group, 2016.

⁷¹ Rideout V., The common sense census : media use by tweens and teens. *Common sense media*, 2015.

Les interactions humaines qui, tout comme la dynamique collective de la classe parfois menacée par un excès d'individualisation des pratiques, sont parmi les composantes du développement de l'élève et de ses apprentissages se trouvent elles aussi altérées⁷². Ce travers affecte de plus la sphère familiale⁷³. L'enfant éprouve plus de difficultés qu'un adulte à être attentif à une tâche en cas de distraction : ainsi la télévision, omniprésente dans nombre de foyers, par la perturbation qu'elle induit, interrompt l'enfant dans son jeu et empêcherait l'apprentissage de la concentration⁷⁴, dont on connaît l'importance en matière de réussite scolaire. L'utilisation quasi permanente d'outils numériques distrait les parents de leur enfant⁷⁵. Il est à noter que l'interruption de l'échange instauré entre le parent et l'enfant (téléphone, notification, *tweet*, par exemple) est néfaste à l'apprentissage même si l'adulte revient vers l'enfant après l'interruption⁷⁶.

3.9 Des incidences constatées sur la santé

Ce sont enfin les fréquentions addictives, et notamment l'exposition aux contenus à risques (violence, pornographie, informations fallacieuses, etc.), parfois érigées en normes car à l'image de la société dans laquelle l'enfant est immergé virtuellement, qui peuvent être sources de pathologies graves (symptômes dépressifs et anxieux, schizophrénie, etc.) et d'une manière générale sources de troubles du comportement et de la croissance. On peut par exemple évoquer les multiples cas de harcèlement en direction des élèves et des enseignants, et malheureusement parfois de délits et de crimes graves.

D'une manière générale, comme le rappellent l'académie des sciences, l'académie de médecine et l'académie des technologies, la surexposition aux écrans peut avoir de nombreuses conséquences médicales, d'ordre psychologique et psychiatrique : parmi elles, on peut citer une perte de contrôle sur le temps passé devant l'écran, une difficulté de limiter l'usage sans développer des symptômes comportementaux de sevrage, et des conséquences négatives éventuelles sur le développement psychomoteur de l'enfant. La relation entre, d'une part l'usage des réseaux sociaux et, d'autre part, la dépression des adolescents et leurs tendances suicidaires est mise en cause, notamment du fait des risques de désinhibition de la communication et de harcèlement. Pour ce qui concerne les jeux, le basculement dans l'addiction se produit parfois sous l'effet conjoint de facteurs de vulnérabilité personnelle ou sociale et du caractère addictogène de certains jeux : « cette situation extrême peut conduire au fléchissement scolaire et à l'isolement social »⁷⁷, mais aussi physiologique (le risque accru d'obésité provoqué par une exposition fréquente et prolongée aux écrans, qui détourne de la pratique régulière du sport). Il a été montré que les troubles peuvent encore affecter la vue, l'attention, le sommeil ; ils peuvent être de nature fonctionnelle, rendant par exemple difficile l'acquisition ou l'exécution manuscrite de l'écriture dont on sait grâce aux neurosciences qu'elle déclenche une activité cérébrale plus intense que l'utilisation du clavier⁷⁸.

⁷² La classe, la famille sont des environnements qui permettent les actions positives de la tempérance sensorielle et de la présence humaine. Ils doivent être de ce fait préservés.

⁷³ Les parents, pris dans les méandres digitaux, sont rendus moins disponibles (audition de Michel Desmurget, CSP, février 2022).

⁷⁴ Schmidt ME, Pempek TA, Kirkorian HL, Lund AF, Anderson DR, *The effects of background television on the toy play behavior of very young children*. Child Dev, 2008. 79(4): p. 1137-51.

⁷⁵ Animura M, Okuma K, Kyoshima K, *Television viewing, reduced parental utterance, and delayed speech development in infants and young children*. Arch Pediatr Adolesc Med, 2007. 161(6): p. 618-9.

⁷⁶ Reed, P., et al., *Differential physiological changes following internet exposure in higher and lower problematic internet users*. PloS One, 2017. 12(5): e0178480.

⁷⁷ Académie des sciences, académie de médecine, appel du 9 avril 2019.

⁷⁸ Les échos, 8 avril 2022.

La question du temps de travail et celle de l'espace de travail virtuel, tous deux devenus indéfinis et extensibles, doivent aussi être prises en considération. Le CSP estime qu'il est absolument nécessaire de prévoir des temps de travail « hors numérique » (connexion et usage d'un outil spécifique), pour réduire le temps inutilement passé devant les écrans et limiter la passivité de l'élève hors de la vue de l'enseignant. À cet égard, une expérimentation de « déconnexion numérique totale » a récemment été conduite dans un collège de l'académie de Poitiers, en partenariat avec une jeune pousse bordelaise qui commercialise une « pochette connectée pour réguler le temps d'écran ».

3.10 Les rythmes biologiques de l'enfant contrariés par l'exposition précoce et continue aux écrans

Le CSEN s'est engagé récemment, à l'occasion d'une conférence internationale, dans l'établissement d'un état des lieux des connaissances en la matière et des perspectives de leur mise en pratique. Ce sont tout particulièrement le rôle et l'importance du sommeil qui ont été étudiés. Quels sont les mécanismes en œuvre dans le cerveau endormi ? Peut-on apprendre aux élèves à bien dormir ? L'École peut-elle se servir du sommeil comme levier des apprentissages ?

S'il est implicitement considéré comme un facteur de bien-être et de réussite, le sommeil reste encore souvent considéré comme une perte de temps. Or, il assure à l'enfant et à l'adolescent un bon développement physique, psychique et cognitif. Les travaux scientifiques en psychologie et en neurosciences mettent en avant son rôle clé pour les apprentissages, tant pour leur acquisition que pour leur consolidation.

On estime que plus de 30% des enfants et jusqu'à 70 % des adolescents ne dorment pas suffisamment. L'attrait des écrans est fréquemment avancé comme cause de cette entrave à un besoin fondamental. L'académie des sciences, l'académie des technologies et l'académie de médecine ont attiré l'attention sur cette question ⁷⁹en expliquant le lien entre exposition aux écrans et troubles du sommeil : la lumière contrôle la sécrétion de mélatonine et agit différemment en fonction de l'heure. Une intensité lumineuse, même faible (DEL des écrans par ex.) peut agir sur l'horloge biologique en entraînant un retard de phase et freiner la sécrétion de mélatonine. Or plus de 90 % des adolescents utilisent un téléphone intelligent et plus de 35 % des 7-19 ans utilisent une tablette : chez les adolescents, très amateurs d'écrans le soir, le retard de phase est associé à terme à une importante dette de sommeil.

Recommandation du CSP

Comme le suggèrent l'académie des sciences, l'académie de médecine et l'académie des technologies, la société et les pouvoirs publics doivent demeurer attentifs aux problèmes posés par l'évolution vers un cent pour cent numérique et en mesurer les conséquences, notamment auprès des plus vulnérables.

3. 11 L'importance de la prise en considération du stade préscolaire

Comme le rappelle Boris Cyrulnik dans un rapport récent⁸⁰, le langage occupe une place cruciale dans l'environnement de l'enfant. S'il exprime le plaisir de l'échange, il est surtout l'un des vecteurs essentiels de l'apprentissage conceptuel. C'est le premier outil pédagogique permettant à l'enfant de comprendre le monde qui l'entoure.

⁷⁹ L'enfant, l'adolescent, la famille, les écrans, appel à une vigilance raisonnée sur les technologies numériques, académie des sciences, académie de médecine, 9 avril 2019.

⁸⁰ Rapport au ministre de la santé et des solidarités, Commission des 1000 premiers jours, septembre 2020.

Dans le contexte effervescent de la découverte du langage, l'importance majeure des échanges interindividuels avec les parents⁸¹, les enseignants, les camarades de classe, lors des premières années de l'enfant, doit être réaffirmée. Échanger avec les adultes autour d'objets communs lui permet de comprendre les cadres pragmatiques associés à cet objet ou à un concept. Le jeu est, tout comme les échanges verbaux et la confrontation à l'écrit par l'intermédiaire de la lecture à haute voix, un des cadres importants où l'enfant met notamment en place ses premières intuitions mathématiques, géométriques, sur le temps ou sur la causalité⁸². À cet égard, la recherche a montré qu'une différence d'expérience du langage entre enfants est révélatrice d'une faiblesse du vocabulaire et de la syntaxe et de difficultés de compréhension à l'entrée à l'école pour les enfants peu stimulés⁸³.

L'importance de l'exposition de l'enfant à la lecture à haute voix dans un environnement qui tend à privilégier la culture et la fréquentation de l'écran

La lecture et le récit d'histoires exposent l'enfant à de nouveaux concepts, à un vocabulaire de plus en plus riche, à des structures de phrases de plus en plus élaborées : cette richesse que procure le livre se retrouve plus rarement dans la vie quotidienne et manifestement sur les écrans. C'est dès lors une activité primordiale dans la perspective d'un enrichissement et d'une incarnation du lexique de l'élève⁸⁴.

Dans un environnement qui tend à imposer la culture et la fréquentation de l'écran, l'exposition au livre et à l'écrit, par la lecture à voix haute, est devenue essentielle.

Les mots sont les premiers outils de la pensée ; le livre et la lecture représentent la voie la plus efficace et la plus facile à emprunter pour aller à leur rencontre ; ils proposent à l'enfant plus de vocabulaire et de connaissances que le langage oral usuel. Précisons qu'un livre offre toujours plus de vocabulaire que n'en diffusent la plupart des autres vecteurs, notamment les images animées, et qu'il fournit l'occasion de découvrir, en situation, des mots nouveaux, leur sens et leur orthographe.

L'entrée dans la civilisation du livre permet à l'enfant l'accès à une source première de contextes tissés dans la narration, accessibles par l'écoute et le regard, dans le plaisir. À la condition de porter une grande attention à la qualité des textes offerts, c'est l'une des premières expériences communes, un premier contact majeur avec la littérature qui constitue un soutien indispensable au développement de l'être.

Ces séquences particulièrement riches, à la maison et à l'école, constituent un temps d'éveil et d'apprentissage : celui du langage passe par l'écoute et contribue à l'amélioration de cette capacité majeure. La lecture à haute voix est, à ce stade, primordiale. Au plan affectif, ce sont des temps de partage qui renforcent, selon les circonstances, les

⁸¹ Plusieurs études ont identifié que l'interaction humaine, en particulier la fréquence et la qualité des échanges des adultes avec leurs enfants, est cruciale pour le développement du langage des enfants. En accord avec d'autres études sur l'exposition à la télévision, l'importance de l'interaction enfant-adulte en ce qui concerne la télévision a été renforcée lorsque nous avons exploré l'association entre l'exposition à la télévision pendant les repas familiaux et le développement du langage. L'exposition fréquente à la télévision pendant les repas de famille était négativement associée aux scores de langue à tout âge. Sources: Madigan S, McArthur BA, Anhorn C, Eirich R, Christakis DA. Associations entre l'utilisation des écrans et les compétences linguistiques des enfants : revue systématique et méta-analyse. *JAMA Pediatr.* 2020; 174:665-675. doi: 10.1001/jamapediatrics.2020.0327. [Article gratuit PMC] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].

⁸² Dehaene, S., *Apprendre ! Les talents du cerveau, le défi des machines.* 2018 : Odile Jacob.

⁸³ Fernald, A., V.A. Marchman, and A. Weisleder, SES differences in language processing skill and vocabulary are evident at 18 months. *Dev Sci*, 2013. 16(2): p. 234-248.

⁸⁴ Karrass, J. and J.M. Braungart-Rieker, Effects of shared parent-infant book reading on early language acquisition. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 2005. 26(2): p. 133-148.

interactions et la complicité entre les enfants et leurs parents, ou entre les élèves et leur enseignant ; ils induisent une forme d'épanouissement en classe, autour du livre et du maître, à la maison, autour du livre et des parents.

Ce sont enfin des moments de détente, de gestion du stress, de développement de l'empathie et des aptitudes sociales et émotionnelles par l'ouverture aux autres que procure le livre. Sa découverte par la lecture à haute voix permet le renforcement du lien qui unit les élèves d'une même classe ; tous sont invités à entrer ensemble dans un autre monde, contrairement à ce qu'impose la fréquentation d'un écran individuel, à s'échapper du réel grâce au pouvoir d'évocation des mots, à la musique de la phrase et à la force du récit qu'incarne l'enseignant. La voix de ce dernier joue sans aucun doute le rôle d'une médiatrice entre l'enfant et le livre : elle le conduira progressivement à la lecture personnelle, au plaisir de lire.

En dernier lieu, ajoutons qu'au-delà d'une première familiarisation à la culture, la lecture à voix haute de textes riches réduit les inégalités d'exposition au vocabulaire, considérables d'un milieu social à un autre.

Les effets bénéfiques de cette exposition à l'écrit s'inscrivent durablement dans le temps comme l'a montré l'étude internationale PISA 2012⁸⁵. L'exposition précoce aux livres et aux histoires qu'ils recèlent a donc un rôle positif, régulièrement affirmé dans les études et confirme que les processus de développement linguistique et culturel sont intimement liés.

Comme l'ont récemment souligné des chercheurs, la lecture parentale est un véritable enjeu de société qui se révèle décisif dans le futur apprentissage de la lecture en maternelle⁸⁶.

La confrontation aux écrans : la tentation de l'« emmaillotage numérique »

Comme le CSP l'a relevé plus haut, les enfants en âge pré-scolaire et en classe maternelle, dès l'âge de deux ans, cumulent chaque jour trois heures d'écran en moyenne⁸⁷. Une étude récente a montré que 26 % des 0-2 ans regardent des vidéos, 24 % des feuilletons, 22 % des films. Enfin, 43 % des 0-2 ans utilisent le réseau internet, selon leurs parents⁸⁸. L'utilisation observée est principalement passive et intervient à tout moment de la journée⁸⁹ ; elle est trop forte et intervient souvent à des moments importants (réveil, coucher, repas)⁹⁰ ou pour de mauvaises raisons⁹¹. Comme l'ont fort justement fait remarquer l'académie des sciences, l'académie des technologies et l'académie de médecine dans un « appel » récent⁹², d'un usage récréatif à un usage utilitaire, on est passé à un usage à visée exclusivement calmante, proposé puis maintenu par les parents. Totalement passif, le très jeune enfant peut apparaître comme déjà victime d'un trouble comportemental.

⁸⁵ Cette étude a révélé un écart de plus de vingt points dans les scores de compréhension chez les adolescents de quinze ans dont les parents leur lisaient et racontaient des histoires dans la petite enfance par rapport à ceux pour qui ce n'était pas le cas.

⁸⁶ Carlo Barone, Denis Fougère, Clément Pin. *Fostering language skills for children in less-educated households: Evaluating a parental reading initiative*. 2019.

⁸⁷ Cela représente presque mille heures pour un élève de maternelle, soit plus que le volume horaire d'une année scolaire.

⁸⁸ Étude Ipsos, pour l'UNAF et OPEN, février 2022.

⁸⁹ Vincent, V., *Les écrans interactifs chez l'enfant de moins de trois ans : évaluation de la prévention médicale auprès des parents et état des lieux de l'exposition*. 2019 : Université Paris Descartes.

⁹⁰ Radesky JS, Kistin CJ, Zuckerman B, Nitzberg K, Gross J, Kaplan-Sanoff M et al., *Patterns of Mobile Device Use by Caregivers and Children During Meals in Fast Food Restaurants*. *Pediatrics*, 2014. 133(4): p. 843-849.

⁹¹ Les études font ici allusion à la fonction de « nounou numérique » assignée au téléphone intelligent. L'utilisation régulière de l'écran comme moyen de calmer l'enfant pourrait l'empêcher de développer sa propre régulation émotionnelle.

⁹² *Appel à une vigilance raisonnée sur les technologies numériques*, Académie des sciences, Académie de médecine, Académie des technologies, 9 avril 2019.

Les outils numériques utilisés dans ce contexte imposent des stimuli intenses aux enfants, forçant une attention soutenue pour traiter les multiples informations reçues. Le retentissement sur le temps de sommeil et sur le temps d'endormissement des enfants, y compris chez les très jeunes, est documenté.

Quel que soit l'âge de l'enfant, mais plus encore lorsqu'il est très jeune, la fréquentation excessive des écrans numériques altère la qualité et la quantité des échanges interfamiliaux, le volume et la qualité des échanges verbaux précoces, et entrave l'entrée dans le monde de l'écrit.

L'environnement d'alphabétisation à domicile a pourtant été identifié comme un prédicteur clé de la langue des enfants, de leur préparation à l'école, de leur réussite scolaire et de leurs résultats comportementaux. Dans le contexte très contraignant du développement de l'accessibilité et de l'accroissement de la consommation des médias numériques, il était crucial de chercher à déterminer et à mesurer les incidences de l'usage des écrans sur les activités d'enrichissement hors ligne telle que la lecture ou si, autre hypothèse, les activités de lecture compenseraient l'utilisation de l'écran⁹³.

Les recherches conduites depuis plusieurs années ont établi une relation réciproque entre l'utilisation de l'écran et la lecture⁹⁴. L'exposition précoce à l'écran est associée à une diminution des activités de lecture qui elle-même entraîne une plus grande utilisation de l'écran à un âge plus avancé. Les résultats soulignent donc la nécessité pour les parents et les enseignants d'arrêter ensemble des lignes directrices relatives à l'utilisation des écrans et d'encourager les familles à s'engager dans des activités ne nécessitant pas d'écran pour favoriser une exposition précoce à l'alphabétisation.

Signalons cependant qu'une utilisation très ponctuelle et mesurée des écrans envisagés comme support récréatif et distrayant peut apporter un bénéfice momentané sur la régulation des comportements⁹⁵, notamment dans des cas d'exposition à la douleur, à la fatigue ou à la maladie.

Après l'âge de trois ans, certains contenus éducatifs peuvent contribuer à favoriser la découverte de quelques éléments lexicaux. Les acquis alors enregistrés sont toutefois infiniment plus parcellaires et superficiels que ceux auxquels le jeune enfant aurait accès lors d'échanges verbaux réels. C'est dans ce cadre précis, sollicité, encouragé à

⁹³ Sources : 2021 juin ; 147(6): e2020011429. doi: 10.1542/peds.2020-011429. EPUB 2021 24 mai. Associations longitudinales entre l'utilisation des écrans et la lecture chez les enfants d'âge préscolaire : Brae Anne McArthur, Dillon Browne, Sheila McDonald, Suzanne Tough, Sheri Madigan.

⁹⁴ Pédiatrie. 2021 juin ; idem.

⁹⁵ Laffaille C, Beauchet-Filleau M, Gatterre P, Carbajal R, *Des tablettes tactiles pour soulager la douleur aux urgences pédiatriques*. Cah Puéricultrice, 2014. 51(281): p. 26-9.

décrire et nommer, invité à organiser son expression qu'il progressera. C'est dans l'échange et l'écoute, plus tard dans l'invitation à la lecture⁹⁶, que l'enfant entrera et s'affirmera dans la parole et dans l'écriture⁹⁷.

Des expériences sensorielles et motrices, sources d'épanouissement affectif

Comme le rappellent les programmes de l'école maternelle, le cycle 1 est dans son ensemble « une école de l'épanouissement et du langage ». Ces premières années de scolarisation, dans le prolongement de l'étape préscolaire, établissent les fondements éducatifs et pédagogiques sur lesquels s'appuient et se développent les apprentissages des élèves pour l'ensemble de leur scolarité.

La place primordiale accordée aux langages (le français, les mathématiques et la musique notamment) est une condition essentielle de la réussite des élèves. La pratique d'activités physiques et artistiques permet de développer les interactions entre l'action, les sensations, l'imaginaire, la sensibilité, la pensée et les langages. Sur le terrain, nombre d'enseignants ont pu attirer l'attention des corps d'inspection sur l'incapacité de certains élèves, révélée à l'adolescence (au collège et au lycée), de maîtrise du geste graphique. Le fait que cette dernière n'ait pas été acquise lors de la scolarité antérieure s'explique en partie dans une fréquentation précoce et excessive des écrans qui détourne l'enfant de l'écriture, et plus généralement, d'activités manuelles. Afin de prévenir ces risques dès l'âge préscolaire, il convient de s'assurer que tous les élèves puissent travailler à la fois la mobilité globale (courir, sauter, se mouvoir dans l'espace, etc.), la motricité fine (assembler, manipuler, tracer, découper, etc.) et les pratiques sensorielles (jeux individuels et collectifs, etc.) qui, toutes, se passent des écrans.

Pour conclure, l'École, dans un environnement numérique en perpétuelle évolution et en constante expansion, se doit de former ses élèves à la maîtrise des nouveaux outils numériques, tout en les préservant des dangers potentiels qui devront être étudiés et mesurés. Elle est en attente de lignes directrices claires portant sur le long terme et de confirmations scientifiques du bien-fondé des outils proposés et au-delà, des politiques mises en œuvre. On ne peut que regretter la volatilité des expérimentations engagées dans ce cadre, notamment par la DNE du MENJS et l'absence de leur évaluation.

Elle doit aussi considérer qu'au-delà de la classe, les incidences de l'environnement numérique « récréatif » ne favorisent pas les usages académiques. Cet environnement, plébiscité par les élèves de la maternelle à la terminale, nuit aux apprentissages et entrave la transmission des savoirs culturels et fondamentaux.

Certains outils numériques peuvent cependant constituer, notamment pour le soutien d'élèves à besoins particuliers, des supports d'apprentissage pertinents, dans le cadre de projets éducatifs spécifiques mis en place par des

⁹⁶ Les résultats d'une étude récente ont indiqué que la lecture partagée précoce était associée directement et indirectement à la réussite scolaire des enfants grâce à un langage réceptif et à des compétences scolaires précoces. Les résultats ont également montré que la fréquence de lecture prédit les mesures des résultats, au-delà d'autres activités à la maison telles que raconter une histoire à l'enfant ou pratiquer la musique. Les associations étaient plus fortes parmi les groupes à SSE faible et moyen que dans le groupe à SSE élevé. Nous concluons que la lecture partagée est associée de manière unique aux indicateurs du développement cognitif des enfants tels que le langage et les compétences scolaires précoces ainsi que le rendement scolaire des enfants. Cet effet s'ajoute au statut socioéconomique des familles et aux autres activités des parents. C'est peut-être parce que les livres offrent des occasions uniques d'enseigner aux enfants de nouveaux mots et concepts de manière systématique, et c'est quelque chose que la plupart des parents ne seraient pas en mesure de faire autrement. Sources : 2018;22(6):485-502. doi: 10.1080/10888438.2018.1482901. EPUB 2018 25 juin. Lecture partagée précoce, statut socioéconomique et compétences cognitives et scolaires des enfants : six ans de données longitudinales. Ameneh Shahaiean, Cen Wang, Elliot Tucker-Drob, Vincent Geiger, Adriana G Bus, Linda J Harrison.

⁹⁷ Rymer R., *Génie. A Scientific Tragedy*, Harper Perennial, 1994.

enseignants qualifiés et continuellement formés. Ces derniers demeurent, partout dans le monde, l'élément commun à tous les systèmes scolaires les plus performants et le principal facteur influençant la réussite et le devenir des élèves.

Enfin, comme l'ont signalé certains interlocuteurs entendus par le CSP, et notamment des éditeurs, il importe de privilégier un équilibre entre l'offre de ressources et d'outils numériques et l'importance des rapports vivants (les parents et les enseignants notamment) et incarnés (les livres, les manuels)⁹⁸.

Il ne s'agit en aucun cas d'interdire l'usage du numérique ou d'en nier les bienfaits avérés, dans des situations pédagogiques définies et constituant des aides éducatives précieuses⁹⁹, mais essentiellement de porter une grande attention aux usages, aux taux d'usage et aux seuils de dangers définis par les études conduites partout dans le monde¹⁰⁰.

Dans un avis récent, le Conseil scientifique de l'Éducation nationale indique explicitement que « ce n'est pas l'outil, l'écran, qui est problématique, mais son caractère bénéfique ou problématique dépend intégralement du contenu pédagogique et de l'usage qui en est fait, notamment dans la durée. Les outils numériques peuvent également être dommageables : ils peuvent reposer sur des pédagogies inefficaces, favoriser la distraction, encourager la vitesse au détriment de la réflexion, diminuer la socialisation, propager des informations fausses. »¹⁰¹ L'avis des académies des sciences, de médecine et des technologies, publié en 2019, s'inscrit dans cette même ligne tracée par le CSEN : en fonction de l'âge de l'enfant, le problème naît de la surexposition, puis s'étend au contenu et à la quantité, exposant progressivement l'enfant et l'adolescent aux risques de l'addiction. Il importe, pour les plus jeunes, de limiter l'accès aux écrans et pour les plus âgés, d'accompagner leurs usages du numérique, « en veillant au respect des conditions d'utilisation optimales au regard de la santé publique » et de l'accès à une éducation de qualité.

Recommandations du CSP

- avant l'âge de six ans, ne pas exposer les enfants aux écrans et d'une manière générale à l'environnement numérique ;
- de six à dix ans, à l'école, privilégier l'accès aux ressources offertes par le livre, le manuel scolaire imprimé, notamment ; sensibiliser les parents et les enseignants aux dangers d'une exposition précoce ; participer à la définition d'un code d'usage scolaire et domestique (pas de recours au numérique lorsque d'autres solutions existent ; préserver la chambre d'enfant de la présence d'écrans ; éviter la fréquentation de contenus excitants avant l'école, le matin, ou avant l'endormissement, le soir) ;
- d'une manière générale, des débuts de la scolarité jusqu'à la fin du collège, engager une réflexion collective au sein des établissements scolaires sur la place des écrans en y associant les parents, et tout particulièrement dans des contextes de grande vulnérabilité sociale ;

⁹⁸ « Pour le développement de l'enfant, l'écran est une fournaise quand l'humain est une forge » (Audition de M. Desmurget, 2022).

⁹⁹ Des neuroscientifiques ont élaboré un outil logiciel qui semble chez certains enfants, notamment dyslexiques, favoriser l'apprentissage initial de la lecture et le décodage.

¹⁰⁰ Les résultats d'une étude récente appuient l'association directionnelle entre le temps passé devant un écran et le développement de l'enfant. Sources : Association entre le temps passé devant un écran et la performance des enfants lors d'un test de dépistage du développement. Madigan S, Browne D, Racine N, Mori C, Tough S. JAMA Pediatr. 1;173(3):244-250 mars 2019. doi: 10.1001/jamapediatrics.2018.5056.

¹⁰¹ Conseil scientifique de l'éducation, « Recommandations pédagogiques pour accompagner le confinement et sa sortie », mai 2020.

- définir un devoir d'information de l'Éducation nationale envers les familles, les enseignants et les élèves sur les dangers avérés du numérique ;
- ne pas considérer l'Éducation nationale comme un marché ouvert aux stratégies commerciales des acteurs commerciaux et notamment des géants du numérique ;
- privilégier dans l'environnement pédagogique la relation humaine et la réalité à la dématérialisation et au virtuel ;
- favoriser un usage raisonné du numérique et permettre la prise de conscience des situations dans lesquelles le recours au numérique peut être une entrave ou un obstacle à l'apprentissage, mais aussi dans quels cas le numérique peut avoir des effets bénéfiques.

4. La modification du statut du savoir, du rapport au savoir et de l'accès au savoir

Les outils numériques peuvent être associés à l'accomplissement de certains actes pédagogiques : continuité pédagogique, accès aux ressources, entraînement personnalisé, auto-évaluation, travail collaboratif à distance, support à l'exposé oral, etc.

La recherche d'informations représente le principal usage pédagogique du numérique. Du côté du professeur, il sert surtout à construire des supports de cours et à élaborer des exercices ; du côté des élèves, à chercher et à sélectionner des informations pour compléter le cours et résoudre des exercices.

D'autres pratiques scolaires consistent à produire des contenus (rapports, exposés et données multimédias associées), de manière individuelle ou collective, à les gérer, les exposer, les communiquer et les archiver.

Approfondissement ou révision de notions déjà abordées, simulation de travaux pratiques ou d'expériences, autoévaluation complètent la panoplie des usages pédagogiques des outils numériques.

Les enseignants peuvent recourir à des outils numériques pour analyser et corriger les productions des élèves, évaluer leurs performances, suivre leurs progrès et analyser leurs difficultés.

L'idée s'est alors peu à peu imposée que l'attractivité d'un cours reposait sur une utilisation bien pensée d'outils numériques appropriés. Dans ce cadre, à l'ancien couplage de l'oral et de l'écrit (parole du professeur, écriture du cours), s'est substitué le mélange de quatre sources d'informations : texte, son, image, vidéo. La variété des supports et la fréquence de leur usage contribuent à l'animation du cours et à la stimulation de l'intérêt des élèves.

Les outils numériques modifient non seulement la relation entre l'élève et son professeur, mais aussi celle entre le savoir, celui qui le transmet et celui qui le reçoit. Le CSP rappelle que l'enseignement est un art vivant qui instaure et entretient une relation entre l'enseignant et l'élève, préalable à la relation entre l'élève et le savoir. Le son, l'intonation, la gestuelle, la qualité de gestion de l'espace par le professeur sont autant de paramètres qui participent à la qualité et à l'effectivité de la transmission du savoir. En regard, la disponibilité, l'attention, l'implication et en général l'ensemble des interactions attendues contribuent à l'indispensable réception de ce dernier par l'élève. Dans ce contexte, on peut s'interroger sur la place et l'utilité du numérique.

Cet équilibre entre transmission et réception est fortement modifié par l'interposition du numérique puisqu'il y a une mise en concurrence du savoir avec lui-même, à travers la pluralité des voies qui y donnent accès et une remise en cause de la hiérarchie qui les ordonne.

Le détenteur du savoir n'est plus uniquement le professeur, mais il est partagé entre ce dernier, le support, le vecteur et la ressource numérique. L'outil numérique donne à chacun l'illusion de pouvoir accéder au savoir, partout et à tout moment, sans intermédiaire.

Le rapport de l'élève au maître, d'une part, au savoir et à la vérité d'autre part, change de nature. L'espace numérique construit et diffuse des informations qu'il reste à valider, à hiérarchiser et à assimiler pour qu'elles se transforment en connaissances, puis en savoirs.

Si le professeur n'est certes plus la seule source d'information, il demeure cependant le seul promoteur du savoir. L'un de ses rôles consiste à éclairer ses élèves dans un foisonnement de sources dont la fiabilité doit être mise en cause.

L'espace de diffusion ne doit en aucun cas se confondre avec le processus de validation. Les moteurs de recherche n'ont en effet pas compétence à garantir la véracité, la fiabilité et les qualités académiques et scientifiques des informations et des objets diffusés dans l'internet.

Aux yeux de certains, notamment des élèves, voire de jeunes enseignants, le monde académique a perdu une part de sa légitimité, de son autonomie et de sa place privilégiée dans les procédures d'accès et de validation des savoirs. Il a été supplanté par les acteurs de la communauté numérique et les moteurs de recherche mis au service du public en contrepartie d'analyses commerciales de son comportement.

Pour le grand public, notamment les élèves, la seule parution en ligne tient lieu de vérité et légitime certains énoncés.

Une confusion entre, d'une part, rang d'apparition à l'écran et, d'autre part, hiérarchisation et pertinence scientifique découle du mode de fonctionnement et de l'activité méconnue des moteurs de recherche : par exemple, l'algorithme du Pagerank utilisé par Google fait reposer la pertinence d'une page publiée sur la toile sur le nombre de consultations dont elle a fait l'objet alors que le volume de la consultation n'a pas nécessairement valeur scientifique.

L'information fournie doit toujours être vérifiée par le croisement de plusieurs sources reconnues comme légitimes. L'enseignement de cette démarche repose sur la compétence et l'engagement des enseignants.

D'autres dérives doivent être dénoncées :

- la dépendance et la manipulation qui découlent de l'analyse des traces de navigation et de recherche antérieures par les moteurs de recherches et les témoins¹⁰² de connexion (*cookies* en anglais) installés dans les terminaux. Ces derniers conditionnent et orientent l'activité et les recherches en cours.
- la confusion entre stockage d'informations et apprentissage de connaissances : le fait de savoir qu'une information est aisément accessible dispense l'utilisateur de l'effort de se l'approprier et de l'assimiler dans le but de la réinvestir ;

¹⁰² Appliquette envoyée par un serveur de la toile à un utilisateur, parfois à l'insu de celui-ci, au cours d'une connexion afin de caractériser cet utilisateur ; par extension, information que l'appliquette peut enregistrer sur le disque de l'utilisateur et à laquelle le serveur peut accéder ultérieurement.

- l'émergence et le développement du travail individuel et collaboratif à distance permis par l'environnement numérique modifient le rapport au travail et aux autres (les entreprises, les institutions, les individus) et induisent des risques de sur ou de sous-investissement individuel. Pour conclure, rappelons que l'École, depuis toujours, a œuvré à l'édification d'un modèle humain indépendant, instruit et responsable. L'irruption du numérique dans la société et plus récemment dans la sphère éducative est venue perturber ce projet pédagogique et anthropologique : l'apprentissage et l'assimilation des connaissances, ainsi que l'accès aux savoirs et l'indépendance intellectuelle qui en découlent, sont en effet mis en péril par l'offre d'accès à l'information facilitée et encouragée par l'environnement numérique.

Recommandations du CSP

- sensibiliser les élèves à la réalité et aux finalités du modèle économique à l'œuvre dans l'accès numérique à l'information ;
- éduquer les élèves à la différence entre information, connaissance et savoir ;
- privilégier dans la démarche éducative, l'objectif d'assimilation des connaissances et d'émergence du savoir en vue d'une restauration de l'indépendance intellectuelle de l'Homme face à la machine.

5. Les relations humaines à l'ère du numérique

L'usage du numérique dépasse le seul cadre de l'éducation. Plusieurs études relèvent les effets qu'il produit sur les relations humaines : sur les rapports que les jeunes entretiennent avec leur famille, leurs enseignants et leurs camarades de classe, ainsi que vis-à-vis d'eux-mêmes. Ces effets sont source de paradoxes apparents : le numérique est à la fois un moyen de rapprochement, mais aussi d'éloignement, conduisant – selon l'expression de certains chercheurs – à « être seuls ensemble ».

Le potentiel de rapprochement s'est manifesté tout particulièrement dans « l'enseignement à distance ». Rappelons-le, celui-ci est à l'œuvre depuis fort longtemps dans certains pays, y compris en France, lorsque les conditions de circulation et d'accès aux écoles et aux établissements ne permettent pas la présence régulière des élèves en classe.

Au-delà des aspects liés aux apprentissages scolaires, le numérique rend possible le maintien du lien social entre les enseignants et les élèves, entre l'école et les parents, et aussi entre les camarades, à travers le développement de pratiques collaboratives. Sans pouvoir se substituer aux interactions physiques, les interactions numériques permettent de compenser, en partie, la réduction des interactions dues à la distance physique imposée par les circonstances, quelles qu'elles soient.

Toutefois, si le numérique permet de maintenir un lien humain et social, il peut être aussi la source d'une certaine forme de solitude, en limitant et en relativisant l'importance des interactions physiques : des études menées sur les réseaux sociaux et sur l'intelligence artificielle ont montré à quel point la simulation du lien social peut suffire à certains individus, ceux-ci trouvant la satisfaction nécessaire à leur vie sociale dans l'échange proposé par l'environnement numérique (par exemple, la présence des robots dans la promotion commerciale).

Le numérique modifie la relation avec autrui. À ce propos, le rôle des interfaces et des écrans est souvent mis en cause. De nombreuses études et enquêtes soulignent les risques liés à des durées excessives d'utilisation, à la violence et à la nature des images, des situations mises en scène et des propos qui circulent, et à une certaine déshumanisation des relations médiatisées dans l'environnement numérique. Ces usages renvoient également à un versant narcissique de

la personnalité, permis et amplifié par les possibilités de contournement des types de contrôles insaturés, par les parents notamment, et par le développement de nouvelles structures telles que les « plateformes d'intermédiation ». Ainsi, comme l'a montré Dominique Cardon, le numérique permet de manière paradoxale de créer de nouvelles formes d'expressions collectives qui, malgré tout, prennent en considération l'expression individuelle (ainsi, l'expression collective du mécontentement est remplacée ou précédée par son expression individuelle dans le réseau social dont les pages font office de cahier contemporain de doléances), favorisant une « redistribution de la valeur et du pouvoir ». Ces nouveaux lieux de sociabilité prennent, pour les uns, une simple forme marchande ; pour les autres, une forme « utopique », celle d'un lieu de mutualisation des idées et des connaissances.

Parallèlement l'utilisation des réseaux sociaux entraîne une modification du rapport à la culture. La culture « classique » cède la place à un flux continu d'expression qui circule dans les réseaux sociaux.

Pour la construction de soi et le rapport aux autres, notamment des élèves, cette « conversation continue » est devenue au moins aussi importante que la culture littéraire, artistique, scientifique. Les outils numériques mobilisent plus que jamais une forme d'énergie sociale. En effet, dans l'environnement numérique, l'individu est placé dans un climat de « réchauffement attentionnel » constant : il est connecté de manière quasi permanente et simultanée à deux ou trois médias en même temps, télévision, smartphone, ordinateur.

Recommandation du CSP

Éviter de favoriser les relations humaines virtuelles au détriment des interactions réelles.

Recommandations du CSP

Les recommandations apparaissent dans le corps de l'avis en conclusion des analyses auxquelles elles se rapportent. Elles sont ici réorganisées et présentées selon leurs destinataires.

1. À destination de l'institution scolaire

1.1 En lien avec les enseignements et les programmes scolaires

- clarifier et homogénéiser les libellés des enseignements actuellement dénommés *Sciences numériques et technologie* et *Numérique et sciences informatiques* et des concours de recrutement d'enseignants (CAPES, agrégation) en lien avec le numérique et l'informatique : clarifier la place de la science informatique dans le programme de *Sciences numériques et technologie* de la classe de seconde ; modifier l'intitulé de l'enseignement *Numérique et sciences informatiques*, par exemple en *Science informatique*, pour faire apparaître à la fois sa forte dimension scientifique et la dénomination de la science étudiée ;
- promouvoir, notamment auprès des jeunes filles, les différents volets de l'enseignement de l'informatique qui ne se limite pas à la formation de futurs développeurs de code et ouvre des perspectives de poursuite d'études variées et prometteuses, notamment en science des données et en intelligence artificielle ;
- mieux valoriser dans les programmes scolaires les situations qui se prêtent à l'usage pédagogique du numérique ;
- identifier, dans les programmes de toutes les disciplines et pour tous les niveaux de la scolarité, quelques thématiques ou problématiques qui pourraient faire l'objet d'un traitement spécifique au titre de l'éducation aux médias et à l'information (EMI) ;
- établir une hiérarchisation, par année d'enseignement, des seize compétences du cadre de référence des compétences numériques (CRCN) pour faciliter l'identification des apprentissages revenant à chaque enseignement et à chaque niveau ; expliciter, dans chaque programme disciplinaire, les compétences du CRCN qu'il permet de développer et spécifier les objets d'enseignement associés à celles-ci ; attribuer à un enseignement spécifique la formation aux compétences du CRCN non couvertes par les programmes en vigueur : concernant le collège, l'enseignement de la technologie semble le mieux adapté à assurer la formation aux compétences des domaines 4 (*Protection et sécurité*) et 5 (*Environnement numérique*) du CRCN ; concernant le lycée général et technologique, l'enseignement obligatoire de *Sciences numériques et technologie* (SNT) semble approprié pour assurer le développement des compétences relevant du lettrisme numérique ;
- introduire dans les programmes scolaires du collège (technologie) et du lycée (SNT) une sensibilisation aux possibilités, mais aussi aux limites de l'intelligence artificielle (IA) et aux risques inhérents à ses usages, l'IA étant un domaine non encore stabilisé, objet de nombreux programmes de recherche ;
- évaluer la plus-value de l'usage du numérique sur les apprentissages et les performances des élèves en distinguant les disciplines, la nature des ressources utilisées et le niveau requis par les enseignants pour en tirer profit.

1.2 En lien avec la formation des enseignants

- garantir à tous les enseignants une formation initiale et continue aux outils et aux technologies numériques de base ; elle alliera l'ingénierie technique et pédagogique, la connaissance des incidences sur la santé physique et psychique, et la responsabilité juridique des utilisateurs ;
- veiller à l'appui et à la formation au numérique et à ses usages pour les enseignants non spécialisés qui accueillent dans leur classe des élèves en situation de handicap.

1.3 En lien avec les infrastructures, les équipements et les ressources

- en respect d'un impératif d'équité, garantir le déploiement des infrastructures nécessaires et l'offre d'équipements adaptés sur l'ensemble du territoire national ;
- porter attention à l'ergonomie et à l'adaptabilité des outils qui sont des facteurs particulièrement importants pour assurer la réussite de leur utilisation ;
- en vue d'améliorer l'efficacité pédagogique, clarifier le pilotage national et améliorer l'articulation entre tous les niveaux des structurations administratives et disciplinaires, et garantir le respect et la cohérence des politiques éducatives nationales ;
- faire connaître les équipements et les ressources institutionnels existants pour permettre aux enseignants et aux élèves d'exploiter efficacement les outils mis à leur disposition ; étudier les possibilités de recours à des équipements privés adaptés et efficaces au regard des impératifs juridiques de protection des utilisateurs et des données ;
- considérer et analyser le point de vue des enseignants pour définir les choix d'équipements et d'accompagnement en matière de numérique pour l'éducation : s'interroger sur leurs représentations du numérique et leurs besoins véritables pour une juste appropriation des outils et des dispositifs au service des disciplines et des programmes d'enseignement ; valoriser et encourager les initiatives pertinentes ;
- doter toutes les écoles et tous les établissements d'un environnement numérique de travail en associant les communes et les établissements publics de coopération intercommunale à la commande publique des départements et des régions au moyen de groupements de commandes ;
- garantir l'interopérabilité des ENT d'une académie à une autre avec possibilité de transfert des données et des contenus ;
- veiller à ce que les fonctionnalités des ENT soient en adéquation avec les besoins identifiés par les utilisateurs ;
- dans le mouvement de déploiement des ENT sur le territoire national, prendre en compte le bilan de l'expérience des académies en la matière et instaurer un indispensable parangonnage ;
- engager une réflexion sur les questions logistiques, juridiques et déontologiques, en matière de sécurité des données personnelles, d'inégalités d'accès entre élèves ou de connectivité que pose le recours aux équipements personnels des élèves et des enseignants ; prendre les mesures qui en découlent ;
- proposer un indicateur de la facilité d'appropriation et d'utilisation des ressources pédagogiques, et une mention explicite de leur niveau de scénarisation ;
- assurer une forme de « stabilité doctrinale » en matière de ressources et d'équipements numériques et ne pas abandonner des projets qui n'auraient pas été évalués préalablement ;
- évaluer scientifiquement les incidences du dispositif des territoires numériques éducatifs (TNE) sur les apprentissages des élèves et les pratiques des enseignants ;
- préserver, favoriser et faire connaître l'offre publique de ressources numériques à l'image d'Éduscol et du futur portail Éduthèque-Lumni ; veiller à l'actualisation des ressources, à leur indexation fine, au

développement permanent du moteur de recherche, à la communication régulière et à la formation des utilisateurs ;

- ne pas considérer l'Éducation nationale comme un marché librement ouvert aux stratégies des acteurs commerciaux et notamment des géants du numérique.

1.4 En lien avec le développement de l'intelligence artificielle (IA) dans la sphère éducative

- limiter l'usage de l'IA aux situations où sa plus-value est avérée : aide à l'apprentissage, personnalisation de parcours, entraînement des élèves en classe et en dehors, évaluation, orientation ;
- évaluer scientifiquement la plus-value apportée par l'IA à la transmission des connaissances, notamment en tenant compte des biais figurant dans les données d'apprentissage ;
- affirmer la place de l'enseignant et son rôle irremplaçable dans l'acte de transmission du savoir qui ne saurait être intégralement délégué à une machine ;
- maintenir l'équilibre entre les niveaux individuel et collectif de l'enseignement et de l'apprentissage assistés par une machine, sans donner la prépondérance au premier sur le second ; veiller à ne pas transformer l'enseignement au sein de la classe en une multitude de cours à la carte ou sur mesure ;
- évaluer les incidences pédagogiques, psychologiques, sanitaires et sociales des nouveaux modes d'enseignement inaugurés pour assurer la continuité pédagogique et en tirer les conséquences pour une application en situation ordinaire d'enseignement.

1.5 En lien avec le développement d'un environnement numérique responsable

- faire jouer à l'institution scolaire un rôle pionnier dans la mise en œuvre d'actions en faveur du déploiement et de l'utilisation d'un environnement numérique responsable ;
- éviter les injonctions contradictoires de l'institution : rechercher comment concilier le déploiement du numérique dans la sphère scolaire et parascolaire avec les contraintes du développement durable en intégrant une réflexion sur la consommation énergétique, la pollution, etc.

2. À destination des personnels de direction et des enseignants

2.1 En lien avec la pédagogie

- dans la conception, la gestion et l'animation de l'environnement numérique de l'éducation, ne jamais perdre de vue l'excellence disciplinaire, la qualité et la pertinence didactiques et pédagogiques qui demeurent les gages de la bonne transmission des savoirs, au-delà de toute prouesse technique ;
- avant l'âge de six ans, ne pas exposer les enfants aux écrans et d'une manière générale à l'environnement numérique ;
- de six à dix ans, privilégier à l'école l'accès aux ressources offertes par le livre ;
- ne pas attribuer au numérique un pouvoir universel pour répondre à toutes les difficultés d'apprentissage des élèves ;
- à défaut de disposer d'analyses scientifiques rigoureuses et convergentes permettant d'attester la plus-value de certains outils sur les apprentissages, appliquer un principe de précaution en maintenant l'usage de méthodes pédagogiques éprouvées (écriture et productions graphiques manuscrites, prise de notes, manipulations expérimentales, etc.) ;
- éviter de favoriser les relations humaines virtuelles au détriment des interactions réelles ;

- ne pas céder aux effets de mode, ne pas sous-estimer le risque que l'aspect séduisant de certaines ressources numériques (par exemple les vidéos) prime sur leur caractère fonctionnel et fasse oublier les objectifs majeurs d'apprentissage ;
- sensibiliser les élèves à la réalité et aux finalités du modèle économique à l'œuvre dans l'accès numérique à l'information ;
- permettre aux élèves de comprendre et progressivement de pouvoir comparer les outils et les services du numérique au regard de leurs incidences sur l'environnement, sur la santé physique et psychique, sur les rapports entre les individus et leurs conséquences juridiques ;
- demeurer attentif aux problèmes posés par l'évolution vers un cent pour cent numérique et notamment en mesurer les conséquences auprès des plus vulnérables ;
- éduquer les élèves à la différence entre information, connaissance et savoir, et privilégier, dans la démarche éducative, l'objectif d'assimilation des connaissances et d'émergence du savoir en vue d'une restauration de l'indépendance intellectuelle de l'Homme par rapport à la machine.

2.2 En lien avec les outils et les ressources

- faire un usage réfléchi des outils numériques, notamment quant aux modalités de leur utilisation, en complément et non en substitution d'autres formes d'apprentissage ayant fait leurs preuves ;
- enseigner les potentialités éducatives de certains outils numériques (notamment le téléphone intelligent), tout comme les limites et les risques d'un usage non réfléchi de l'internet et des réseaux sociaux ;
- faire preuve de vigilance dans le choix des ressources numériques utilisées, sachant que leur efficacité repose avant tout sur leur qualité académique et didactique ;
- présenter aux élèves des solutions technologiques et des bonnes pratiques qui favorisent la réduction des incidences environnementales du numérique à l'école et dans la vie quotidienne, par exemple l'usage de matériel reconditionné.

3. À destination des familles

- sensibiliser les parents aux dangers d'une exposition précoce au numérique sur la santé physique et psychique de leurs enfants ;
- renforcer l'implication des parents dans la prévention des risques liés aux usages numériques préscolaires, scolaires et domestiques (pas de recours au numérique lorsque d'autres solutions existent ; préserver la chambre d'enfant de la présence d'écrans ; éviter la fréquentation de contenus excitants avant l'école, le matin ou avant l'endormissement, le soir) ; renforcer l'implication des parents dans l'éveil de leurs enfants aux activités sportives, artistiques et culturelles ;
- avant l'âge de six ans, ne pas exposer les enfants aux écrans et d'une manière générale à l'environnement numérique ;
- tout au long de la scolarité, inciter les parents à participer à une réflexion collective au sein des écoles et des établissements scolaires sur la place des écrans, tout particulièrement dans des contextes de grande vulnérabilité sociale.

Recommandations prioritaires

Parmi les recommandations exposées précédemment, le CSP a souhaité extraire celles qu'il juge prioritaires.

1. À destination de l'institution scolaire

1.1 En lien avec les enseignements et les programmes scolaires

- clarifier et homogénéiser les libellés des enseignements actuellement dénommés *Sciences numériques et technologie* et *Numérique et sciences informatiques* et des concours de recrutement d'enseignants (CAPES, agrégation) en lien avec le numérique et l'informatique ;
- mieux valoriser dans les programmes scolaires les situations qui se prêtent à l'usage pédagogique du numérique ;
- expliciter, dans chaque programme disciplinaire, les compétences du CRCN qu'il permet de développer et spécifier les objets d'enseignement associés ;
- attribuer à un enseignement spécifique la formation aux compétences du CRCN non couvertes par les programmes disciplinaires en vigueur : concernant le collège, l'enseignement de la technologie semble le mieux adapté ; concernant le lycée général et technologique, l'enseignement obligatoire de *Sciences numériques et technologie* (SNT) semble approprié.

1.2 En lien avec la formation des enseignants

- garantir à tous les enseignants une formation initiale et continue aux outils et aux technologies numériques de base.

1.3 En lien avec les infrastructures, les équipements et les ressources

- garantir le déploiement sur l'ensemble du territoire national des infrastructures et des équipements ;
- clarifier le pilotage national et améliorer l'articulation entre tous les niveaux des structurations administratives, disciplinaires et territoriales ;
- faire connaître les équipements et les ressources institutionnels existants ; étudier les possibilités de recours à des équipements privés adaptés et efficaces au regard des impératifs juridiques de protection des utilisateurs et des données ;
- évaluer scientifiquement les incidences du dispositif des territoires numériques éducatifs (TNE) ;
- préserver, favoriser et faire connaître l'offre publique de ressources numériques (Éduscol et Éduthèque-Lumni).

1.4 En lien avec le développement de l'intelligence artificielle (IA) dans la sphère éducative

- limiter l'usage de l'IA aux situations où sa plus-value est avérée ;
- réaffirmer la place de l'enseignant et son rôle irremplaçable dans l'acte de transmission du savoir qui ne saurait être intégralement délégué à une machine.

1.5 En lien avec le développement d'un environnement numérique responsable

- promouvoir une utilisation responsable et durable du numérique en évitant les injonctions contradictoires.

2. À destination des personnels de direction et des enseignants

2.1 En lien avec la pédagogie

- dans la conception, la gestion et l'animation de l'environnement numérique, ne jamais perdre de vue l'excellence disciplinaire, la pertinence didactique et pédagogique qui demeurent les gages de la bonne transmission des savoirs, au-delà de toute prouesse technique ;
- avant l'âge de six ans, ne pas exposer les enfants aux écrans et d'une manière générale à l'environnement numérique ;
- de six à dix ans, privilégier à l'école l'accès aux ressources offertes par le livre.

2.2 En lien avec les outils et les ressources

- à défaut de disposer d'analyses scientifiques rigoureuses et convergentes permettant d'attester la plus-value de certains outils, appliquer un principe de précaution en maintenant l'usage de méthodes pédagogiques éprouvées (écriture et productions graphiques manuscrites, prise de notes, manipulations expérimentales, etc.) ;
- enseigner les potentialités éducatives de certains outils numériques (notamment le téléphone intelligent), tout comme les limites et les risques d'un usage non réfléchi de l'internet et des réseaux sociaux.

3. À destination des familles

- sensibiliser les parents aux dangers d'une exposition précoce au numérique sur la santé physique et psychique de leurs enfants ;
- renforcer l'implication des parents dans la prévention des risques liés aux usages numériques préscolaires, scolaires et domestiques.

Annexes

Annexe 1

Liste des seize compétences du Cadre de référence des compétences numériques (CRCN)

1. Informations et données

- Mener une recherche et une veille d'information

Mener une recherche et une veille d'information pour répondre à un besoin d'information et se tenir au courant de l'actualité d'un sujet (avec un moteur de recherche, au sein d'un réseau social, par abonnement à des flux ou des lettres d'information, ou tout autre moyen).

(Thématiques associées : web et navigation ; moteur de recherche et requête ; veille d'information, flux et curation ; évaluation de l'information ; source et citation ; gouvernance d'internet et ouverture du web ; abondance de l'information, filtrage et personnalisation ; recul critique face à l'information et aux médias ; droit d'auteur.)

- Gérer des données

Stocker et organiser des données pour les retrouver, les conserver et en faciliter l'accès et la gestion (avec un gestionnaire de fichiers, un espace de stockage en ligne, des tags, des classeurs, des bases de données, un système d'information, etc.).

(Thématiques associées : dossier et fichier ; stockage et compression ; transfert et synchronisation ; recherche et métadonnées ; indexation sémantique et libellé (tag) ; structuration des données ; système d'information ; localisation des données et droit applicable ; modèles et stratégies économiques ; sécurité du système d'information.

- Traiter des données

Appliquer des traitements à des données pour les analyser et les interpréter (avec un tableur, un programme, un logiciel de traitement d'enquête, une requête calcul dans une base de données, etc.).

(Thématiques associées : données quantitatives, type et format de données ; calcul, traitement statistique et représentation graphique ; flux de données ; collecte et exploitation de données massives ; pensée algorithmique et informatique ; vie privée et confidentialité ; interopérabilité).

2. Communication et collaboration

- Interagir

Interagir avec des individus et de petits groupes pour échanger dans divers contextes liés à la vie privée ou à une activité professionnelle, de façon ponctuelle et récurrente (avec une messagerie électronique, une messagerie instantanée, un système de visioconférence, etc.).

(Thématiques associées : protocoles pour l'interaction ; modalités d'interaction et rôles ; applications et services pour l'interaction ; vie privée et confidentialité ; identité numérique et signaux ; vie connectée ; codes de communication et netiquette).

- Partager et publier

Partager et publier des informations et des contenus pour communiquer ses propres productions ou opinions, relayer celles des autres en contexte de communication publique (avec des plateformes de partage, des réseaux sociaux, des blogs, des espaces de forum et de commentaire, des CMS, etc.).

(Thématiques associées : protocoles et modalités de partage ; applications et services pour le partage ; règles de publication et visibilité ; réseaux sociaux ; liberté d'expression et droit à l'information ; formation en ligne ; vie privée et confidentialité ; identité numérique et signaux ; pratiques sociales et participation citoyenne ; e- Réputation et influence ; écriture pour le web ; codes de communication et netiquette ; droit d'auteur).

- Collaborer

Collaborer dans un groupe pour réaliser un projet, coproduire des ressources, des connaissances, des données, et pour apprendre (avec des plateformes de travail collaboratif et de partage de document, des éditeurs en ligne, des fonctionnalités de suivi de modifications ou de gestion de versions, etc.).

(Thématiques associées : Modalités de collaboration et rôles ; applications et services de partage de document et d'édition en ligne ; versions et révisions ; droits d'accès et conflit d'accès ; gestion de projet ; droit d'auteur ; vie connectée ; vie privée et confidentialité).

- S'insérer dans le monde numérique

Maîtriser les stratégies et enjeux de la présence en ligne, et choisir ses pratiques pour se positionner en tant qu'acteur social, économique et citoyen dans le monde numérique, en lien avec ses règles, limites et potentialités, et en accord avec des valeurs ou pour répondre à des objectifs (avec les réseaux sociaux et les outils permettant de développer une présence publique sur le web, et en lien avec la vie citoyenne, la vie professionnelle, la vie privée, etc.).

(Thématiques associées : identité numérique et signaux ; e-réputation et influence ; codes de communication et netiquette ; pratiques sociales et participation citoyenne ; modèles et stratégies économiques ; questions éthiques et valeurs ; gouvernance d'internet et ouverture du web ; liberté d'expression et droit à l'information).

3. Création de contenu

- Développer des documents textuels

Produire des documents à contenu majoritairement textuel pour communiquer des idées, rendre compte et valoriser ses travaux (avec des logiciels de traitement de texte, de présentation, de création de pages web, de cartes conceptuelles, etc.).

(Thématiques associées : applications d'édition de documents textuels ; structure et séparation forme et contenu ; illustration et intégration ; charte graphique et identité visuelle ; interopérabilité ; ergonomie et réutilisabilité du document ; accessibilité ; droit d'auteur).

- Développer des documents multimédias

Développer des documents à contenu multimédia pour créer ses propres productions multimédias, enrichir ses créations majoritairement textuelles ou créer une œuvre transformative (mashup, remix, etc.) (avec des logiciels de capture et d'édition d'image / son / vidéo / animation, des logiciels utiles aux prétraitements avant intégration, etc.).

(Thématiques associées : applications d'édition de documents multimédia ; capture son, image et vidéo et numérisation ; interopérabilité ; accessibilité ; droit d'auteur ; charte graphique et identité visuelle)

- Adapter les documents à leur finalité

Adapter des documents de tous types en fonction de l'usage envisagé et maîtriser l'usage des licences pour permettre, faciliter et encadrer l'utilisation dans divers contextes (mise à jour fréquente, diffusion multicanal, impression, mise en ligne, projection, etc.) (avec les fonctionnalités des logiciels liées à la préparation d'impression, de projection, de mise en ligne, les outils de conversion de format, etc.).

(Thématiques associées : licences ; diffusion et mise en ligne d'un document ; ergonomie et réutilisabilité du document ; écriture pour la toile (web) ; interopérabilité ; accessibilité ; vie privée et confidentialité).

- Programmer

Écrire des programmes et des algorithmes pour répondre à un besoin (automatiser une tâche répétitive, accomplir des tâches complexes ou chronophages, résoudre un problème logique, etc.) et pour développer un contenu riche (jeu, site, etc.) (avec des environnements de développement informatique simples, des logiciels de planification de tâches, etc.).

(Thématiques associées : algorithme et programme ; représentation et codage de l'information ; complexité ; pensée algorithmique et informatique ; collecte et exploitation de données massives ; intelligence artificielle et robots).

4. Protection et sécurité

- Sécuriser l'environnement numérique

Sécuriser les équipements, les communications et les données pour se prémunir contre les attaques, pièges, désagréments et incidents susceptibles de nuire au bon fonctionnement des matériels, logiciels, sites internet, et de compromettre les transactions et les données (avec des logiciels de protection, des techniques de chiffrement, la maîtrise de bonnes pratiques, etc.).

(Thématiques associées : attaques et menaces ; chiffrement ; logiciels de prévention et de protection ; authentification ; sécurité du système d'information ; vie privée et confidentialité).

- Protéger les données personnelles et la vie privée

Maîtriser ses traces et gérer les données personnelles pour protéger sa vie privée et celle des autres, et adopter une pratique éclairée (avec le paramétrage des paramètres de confidentialité, la surveillance régulière de ses traces par des alertes ou autres outils, etc.).

(Thématiques associées : données personnelles et loi ; traces ; vie privée et confidentialité ; collecte et exploitation de données massives).

- Protéger la santé, le bien-être et l'environnement

Prévenir et limiter les risques générés par le numérique sur la santé, le bien-être et l'environnement, mais aussi tirer parti de ses potentialités pour favoriser le développement personnel, le soin, l'inclusion dans la société et la qualité des conditions de vie, pour soi et pour les autres (avec la connaissance des effets du numérique sur la santé physique et psychique et sur l'environnement, et des pratiques, services et outils numériques dédiés au bien-être, à la santé, à l'accessibilité).

(Thématiques associées : ergonomie du poste de travail ; communication sans fil et ondes ; incidences environnementales ; accessibilité ; vie connectée ; capteurs ; intelligence artificielle et robots ; santé ; vie privée et confidentialité)

5. Environnement numérique

- Résoudre des problèmes techniques

Résoudre des problèmes techniques pour garantir et rétablir le bon fonctionnement d'un environnement informatique (avec les outils de configuration et de maintenance des logiciels ou des systèmes d'exploitation, et en mobilisant les ressources techniques ou humaines nécessaires, etc.).

(Thématiques associées : panne et support informatique ; administration et configuration ; maintenance et mise à jour ; sauvegarde et restauration ; interopérabilité ; complexité).

- Construire un environnement numérique

Installer, configurer et enrichir un environnement numérique (matériels, outils, services) pour disposer d'un cadre adapté aux activités menées, à leur contexte d'exercice ou à des valeurs (avec les outils de configuration des logiciels et des systèmes d'exploitation, l'installation de nouveaux logiciels ou la souscription à des services, etc.).

(Thématiques associées : histoire de l'informatique ; informatique et matériel ; logiciels, applications et services ; système d'exploitation ; réseau informatique ; offre (matériel, logiciel, service) ; modèles et stratégies économiques).

Annexe 2

Liste des personnalités auditionnées par le CSP

Juin 2020

- Brigitte Hazard et Jean-Aristide Cavailès, inspecteurs généraux de l'éducation, du sport et de la recherche : 25 juin 2020

Juillet 2020

- Dominique Boullier, professeur à l'Institut d'études politiques de Paris : 2 juillet 2020

Octobre 2021

- Gilles Aldon, professeur agrégé à l'École Normale Supérieure de Lyon, docteur en didactique des mathématiques, directeur de l'équipe EducTice - Institut français de l'Éducation : 14 octobre 2021

Novembre 2021

- Jean-Marie Chesneaux, inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche, mission de coordination des inspecteurs d'académie - inspecteurs pédagogiques régionaux pour les enseignements de Sciences Numériques et Technologie (SNT) et de Numérique et sciences informatiques (NSI) : 18 novembre 2021

- Michel Reverchon-Billot, inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche, directeur général du Centre national d'enseignement à distance et Jérôme Villot, directeur des apprentissages de la pédagogie et du numérique : 18 novembre 2021

- André Tricot, professeur des universités en psychologie cognitive, enseignant-chercheur, Laboratoire EPSYLON, Université Paul Valéry Montpellier 3 : 18 novembre 2021

- Victoria Eyharabide, maître de conférences, UFR de Sociologie et d'Informatique pour les Sciences humaines, Faculté de Lettres, Sorbonne Université : 23 novembre 2021

- Basile Sauvage, maître de conférences en information, UFR de Mathématiques et d'Informatique, chercheur, Laboratoire ICube (Informatique géométrique et graphique), Université de Strasbourg : 23 novembre 2021

Décembre 2021

- Audran Le Baron, directeur du Numérique pour l'éducation, MENJS : 2 décembre 2021

- Sylvie Boldo, présidente du jury de l'Agrégation d'Informatique, directrice de recherche à l'INRIA Saclay – Île-de-France : 2 décembre 2021

- Audition d'Isabelle Guérin-Lassous, présidente du CAPES informatique et Numérique et Sciences Informatiques (NSI), professeure des universités en informatique à l'Université Claude Bernard Lyon 1 : 2 décembre 2021

- Dominique Cardon, professeur de Sociologie, directeur du Médialab, Sciences Po : « Enseigner la culture numérique » : 8 décembre 2021

- Laurent Petit, professeur des universités en Sciences de l'Information et de la Communication, Groupe de Recherche Interdisciplinaire sur les Processus d'Information et de Communication - Centre d'Études Littéraires et Scientifiques Appliquées (GRIPIC-CELSA), Sorbonne Université : décembre 2021

- Françoise Tort, maître de conférences et enseignante-chercheuse en didactique à l'École Normale Supérieure de Paris-Saclay : 8 décembre 2021

- Marie-Caroline Missir, directrice générale de Réseau Canopé : 16 décembre 2021

- Thierry Rocher, adjoint au sous-directeur, et Madame Axelle CHARPENTIER, cheffe du bureau de l'évaluation des dispositifs éducatifs et des études sur les pratiques enseignantes, Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance (DEPP), MENJS : 16 décembre 2021

Janvier 2022

- Vincent Pantaloni, IA-IPR (mathématiques et NSI), académie d'Orléans - Tours : 6 janvier 2022

- Pour le premier degré, et sous la forme d'échanges collectifs, les personnels suivants ont été auditionnés le 12 janvier 2022 en matinée :

- Gilles Massicot, inspecteur de l'Éducation nationale, académie de Créteil
- Élodie Camo, formatrice numérique, conseillère pédagogique départementale au numérique et chargée de mission à la DANE de Montpellier - experte auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Christophe Gilger, formateur numérique, enseignant référent pour les usages du numérique de l'académie de Grenoble - chef de projet « Prim à bord » auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Sami Belkilani, directeur de l'école maternelle Port aux lions, Charenton-le-Pont - expert auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Isabelle Dufrene, professeure des écoles, directrice de l'école élémentaire des Marronniers, Meaux - experte auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Stéphane Pesce, professeur des écoles, école élémentaire Pasteur, Charenton-le-Pont - expert auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS

- Pour le second degré, et sous la forme d'échanges collectifs, les personnels suivants ont été auditionnés le 12 janvier 2022 après-midi :

- Guillaume Azema, professeur de sciences de la vie et de la Terre, Lycée André Boulloche, Livry-Gargan - expert auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Samuel Gouyet, professeur de sciences de la vie et de la Terre, Collège Lavoisier, Paris Vème - expert auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Nicolas Lemoine, professeur de mathématiques, Collège international, Noisy-le-Grand - expert auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS

- Cyril Michau, professeur de mathématiques, Collège international, Noisy-le-Grand - expert auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Sophie Édouard, professeure de physique-chimie, de Sciences Numériques et Technologie et d'enseignement scientifique, Collège et Lycée Jules Ferry, Paris IX^e - experte auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS

- Pour le second degré, et sous la forme d'échanges collectifs, les personnels suivants ont été auditionnés le 19 janvier 2022 après-midi :

- Olivier Pingal, professeur d'histoire-géographie, Collège Jean Macé, Suresnes, expert auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Natacha Zeiger, professeure d'histoire-géographie, Collège Les Bouvets, Puteaux - experte auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Yaël Boubilil, professeure de français, Lycée Diderot, Paris XIX^e - experte auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- François Miquet, professeur d'arts plastiques, Collège Jean Perrin, Vitry-sur-Seine, expert auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Delphine Plouhinec, professeure d'espagnol, Collège Les Blés d'Or, Bailly-Romainvilliers - experte auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Laure Savourat, professeure d'anglais, Collège Fernand Gregh, Champagne-sur-Seine - experte auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS
- Stéphane Vassort, professeur de technologie, Collège La Grange du bois, Savigny-le-Temple - expert auprès de la Direction du numérique pour l'éducation, MENJS et formateur INSPE pour le 1^{er} degré

- Jean-François Cerisier, professeur de sciences de l'information et de la communication, directeur du laboratoire TECHNE, Université de Poitiers : 19 janvier 2022

- David Langlois, enseignant-chercheur, Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses applications (LORIA), Université de Lorraine, en visioconférence : 27 janvier 2022

- Frank Neveu, professeur des universités en Linguistique française, Faculté de Lettres, Sorbonne Université : 27 janvier 2022

Février 2022

- Michel Desmurget, directeur de recherche en neurosciences cognitives, INSERM, unité mixte de recherche du CNRS et de l'université de Lyon à l'Institut des Sciences Cognitives Marc Jeannerod : 15 février 2022

Avril 2022

- Anne-Charlotte Monneret, déléguée générale de l'association EdTech France et Déborah Elalouf-Lewiner, fondatrice et CEO de Tralalère, coordinatrice du Safer Internet Day France, membre fondatrice de l'association EdTech France et membre du bureau 2022 : 4 avril
- Anne Boyer, professeure d'informatique et directrice de recherche, Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications (LORIA), Université de Lorraine : 13 avril 2022
- Yves Manhès directeur de Belin Éducation et Charlotte Maurisson, directrice du département Savoirs de base de Belin Éducation: 11 avril 2022
- Jérôme Teillard, inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche, chef de projet « Réforme de l'accès à l'enseignement supérieur » : 13 avril 2022
- Philippe Taillard, conseiller de Recteur - délégué académique au numérique, Académie de Paris : 27 avril 2022

Annexe 3

Indications bibliographiques

ACADÉMIE DES SCIENCES (2019). L'enfant, l'adolescent, la famille et les écrans. Appel à une vigilance raisonnée sur les technologies numériques, 9 avril 2019.

ACADÉMIE DES SCIENCES (2013). L'enseignement de l'informatique.

AMADIEU, F. TRICOT, A. (2020). Apprendre avec le numérique. Retz.

ASSEMBLÉE NATIONALE (2022). Rapport d'information sur la cadre juridique et statutaire de l'enseignement hybride ou à distance, dans l'enseignement scolaire et l'enseignement supérieur, Rapport de la commission des affaires culturelles et de l'éducation n°4918.

ASSEMBLÉE NATIONALE (2018). Rapport d'information en conclusion des travaux de la mission d'information sur l'école dans la société du numérique, Rapport de la commission des affaires culturelles et de l'éducation n°1296.

BANQUE MONDIALE (2020). Learning poverty in the time of covid-19 : a crisis within a crisis. World Bank Group Editions.

CANOPE (2020a). Innovation ou dégradation de la relation pédagogique ? « Pratiques, confinement et besoins en formation des enseignants », Rapport d'étude.

CANOPE (2020b). Numérique éducatif en confinement. Rapports d'étude, Agence des usages.

CENTRE DE RECHERCHE POUR L'ÉTUDE ET L'OBSERVATION DES CONDITIONS DE VIE (2011). La diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française, Étude réalisée à la demande du Conseil Général de l'Industrie, de l'Énergie et des Technologies (CGIET) et de l'Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes (ARCEP).

CERISIER, J-F. MERLET-FORTIN, S. PIERROT, L. SOLARI LANDA, M. (2021). Variations de la représentation des élèves sur le numérique à l'École en fonction des espaces-temps entre 2008 et 2018. Mise en perspective de trois études de cas en France. Interfaces numériques. Volume 10. N°1.

COMMISSION EUROPÉENNE (2020a). Education and Training Monitor 2020. Luxembourg : Publications Office of the European Union.

COMMISSION EUROPÉENNE (2020b). Plan d'action en matière d'éducation numérique 2021-2027. Réinitialiser l'éducation et la formation à l'ère du numérique. COM (2020) 624 final.

COMMISSION EUROPÉENNE (2019). Amélioration des résultats scolaires par l'utilisation de la technologie numérique. Réinventer l'environnement d'apprentissage scolaire. Rapport analytique d'European Expert Network on Economics of Education n°38.

COMMISSION EUROPÉENNE (2017). DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use. Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes.

COMMISSION EUROPÉENNE (2016a). The european digital competence framework for citizens. Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes.

COMMISSION EUROPÉENNE (2016b). DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: the Conceptual Reference Model. Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes.

COMMISSION EUROPÉENNE (2013). DIGCOMP : A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes.

COMMISSION EUROPÉENNE (2012). Online Consultation on Experts' Views on Digital Competence. Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes.

COMMISSION EUROPÉENNE (2011). Mapping Digital Competence : Towards a Conceptual Understanding. Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes.

COMMISSION EUROPÉENNE (2006). Compétences clés pour l'éducation et la formation tout au long de la vie un cadre de référence européen. Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes.

CONSEIL ÉCONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL (2021). L'école à l'ère du numérique. Avis n. 13.

CONSEIL ÉCONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL (2019). Le défis de l'éducation aux médias et à l'information. Avis n. 30.

CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2020). Recommandations pédagogiques pour accompagner le confinement et sa sortie, mai 2020.

CONSEIL SUPÉRIEUR DES PROGRAMMES (2020). Contribution du Conseil supérieur des programmes aux États généraux du numérique pour l'éducation - 4 et 5 novembre 2020.

CORDIER, A. (2020). Des usages juvéniles du numérique aux apprentissages hors la classe. Cnesco-Cnam.

COUR DES COMPTES (2019a). Le déploiement du numérique pour l'éducation : un défi encore à relever. Rapport de synthèse.

COUR DES COMPTES (2019b). Le service public numérique pour l'éducation. Rapport public thématique.

DENOUEL, J. (2017). L'école, le numérique et l'autonomie des élèves. *Hermès, La Revue*. CNRS Éditions, n.78, pp. 80-86.

DIRECTION DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA PERFORMANCE (2021a). Que nous apprennent les données de la DEPP ? Série Synthèses n° S03.

DIRECTION DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA PERFORMANCE (2021b). Évaluation multidimensionnelle de l'impact de l'utilisation d'équipements numériques mobiles sur les apprentissages des élèves. Premiers résultats du Plan numérique de 2015, document de travail n°2021-E02.

DIRECTION DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA PERFORMANCE (2021c). L'Union européenne s'est fixé de nouveaux objectifs en éducation et formation pour 2030. Note d'information n. 21.25.

DIRECTION DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA PERFORMANCE (2020a). Continuité pédagogique, période de mars à mai 2020. Document de travail n°2020-E03.

DIRECTION DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA PERFORMANCE (2020b). Pendant le confinement, c'est avant tout le niveau scolaire des élèves du second degré qui a pesé sur le vécu de la continuité pédagogique. Document de travail n°2020-E06.

DIRECTION DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA PERFORMANCE (2020c). ICILS 2018 : enquête internationale auprès des enseignants de quatrième sur l'utilisation des technologies de l'information et de la communication. Note d'information n° 20.04.

DIRECTION DU NUMÉRIQUE POUR L'ÉDUCATION (2020). États généraux du numérique pour l'Éducation. Présentation synthétique des propositions issues des EGN. MEJS.

EURYDICE (2019). L'éducation numérique à l'école en Europe. Luxembourg : Office des publications de l'Union européenne.

FENOGLIO, P. (2021). Au cœur des inégalités numériques en éducation, les inégalités sociales. Dossier de veille de l'Ifé, N.139.

FLUCKIGER, C. (2020). Les usages effectifs du numérique en classe et dans les établissements scolaires Paris. Cnesco-Cnam.

GERBAULT, J. (2012). Recherches en didactique des langues et des cultures. *Recherches en didactique des langues et des cultures*, pp. 1-15.

IGÉSR (2020a). Recensement et analyse des actions numériques pendant la période Covid-19. Rapport IGÉSR 2020-153.

IGÉSR (2020b). Les usages pédagogiques du numérique au service de la réussite des élèves. Les usages pédagogiques du numérique en situation pandémique durant la période de mars à juin 2020. Rapport 2020-133.

IGEN (2017). Repenser la forme scolaire à l'heure du numérique. Vers de nouvelles manières d'apprendre et d'enseigner. Rapport IGEN 2017-056.

INAUDI, A. (2017). École et numérique : une histoire pour préparer demain. *Hermès, la Revue*, n° 78, pp. 72-79.

INAUDI, A. (2008). Ressources numériques à l'école : vers un glissement de la prérogative politique chez les acteurs de l'éducation. Marseille, université Paul Cézanne – Aix-Marseille III.

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ÉDUCATION (2021). Le numérique à l'école : des mythes aux réalités ? Dossier Eduveille.

LEWIN, C., SMITH, A., MORRIS, S. and CRAIG, E. (2019). Using Digital Technology to Improve Learning: Evidence Review. London : Education Endowment Foundation.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DE LA JEUNESSE ET DU SPORT (2022). Vademecum « Éducation aux médias et à l'information ».

OBSERVATOIRE DES TERRITOIRES NUMÉRIQUES ÉDUCATIFS (2018). Rapport eCarto. Banque des territoires.

OCDE (2021a). Soutenir l'utilisation des TIC chez les enseignants du deuxième cycle du secondaire durant et après la pandémie de COVID-19. L'enseignement à la loupe #41.

OCDE (2021b). The state of school education. One year into the COVID pandemic. Éditions OCDE, Paris.

OCDE (2020a). Éducation et COVID-19 : Les répercussions à long terme de la fermeture des écoles. Éditions OCDE, Paris.

OCDE (2020b). Perspectives de l'OCDE sur les compétences 2019. Prospérer dans un monde numérique. Éditions OCDE, Paris.

POTOCKI, A. BILLOTET, E. (2020). Incidence du numérique sur l'apprentissage du lire, dire, écrire. Cnesco-Cnam.

PRÉSIDENTE DE LA RÉPUBLIQUE (2022). Les lumières à l'ère numérique, Rapport Bronner.

ROUISSI, S. (2017). L'apparition du numérique dans les discours officiels sur l'école en France. *Hermès, la Revue*, n° 78, pp. 31-40.

SÉNAT (2020). L'Illectronisme ne disparaîtra pas d'un coup de tablette magique ! Rapport d'information de M. Raymond VALL, fait au nom de la MI Illectronisme et inclusion numérique, n° 711 (2019-2020).

TRICOT, A. (2016). Apprentissages scolaires et non scolaires avec le numérique. *Administration & Éducation*, n° 152, pp. 33-39.

TRICOT, A. CHESNÉ, J-F. (2020). Numérique et apprentissages scolaires, Rapport de synthèse. Cnesco-Cnam.

TRICOT, A. (2020a). Numérique et apprentissages scolaires, Quelles fonctions pédagogiques bénéficient des apports du numérique. Cnesco-Cnam.

TRICOT, A. (2020b). Les valeurs ajoutées du numérique dans les apprentissages, conférence. Recherche Français Plus.

UNESCO, Banque Mondiale, OCDE, UNICEF (2021). Et ensuite ? Leçons sur la reprise de l'éducation : Résultats d'une enquête auprès des ministères de l'Éducation durant la pandémie de la COVID-19. UNESCO éditions.