



Comprendre les enjeux du numérique en éducation : quelques apports de la recherche

Résumé

Résumé en français

Panorama de quelques apports de la recherche sur les enjeux du numérique en éducation : contexte socio-économique et culturel, parentalité et vie familiale, pratiques des jeunes, enseignement et apprentissages, intelligence artificielle, impact de la crise sanitaire.

Résumé en anglais

Overview of some research contributions on the challenges of digital education: socio-economic and cultural context, parenthood and family life, youth practices, teaching and learning, artificial intelligence, impact of the health crisis.





Table des matières

Résumé 1

Résumé en français 1

Résumé en anglais..... 1

A retenir 4

Un vaste champ d'étude et une diversité d'approches 4

Un contexte socio-économique et culturel en mutation 4

Numérique, parentalité et vie familiale 4

Enseignement et apprentissages..... 4

1. Le numérique en éducation : un vaste champ d'étude et une diversité d'approches..... 5

1.1 Définir « le numérique » (1) ? Des technologies aux acteurs 5

1.2 Définir « le numérique » (2) ? L'approche anthropologique 6

1.3 Définir « le numérique » (3) ? L'approche sociocritique..... 7

1.4 Apprendre et comprendre en faisant : les apports des SHS et le champ des humanités numériques 7

1.5 Eduquer au numérique..... 8

1.5.1 Technologies et écosystème 8

1.5.2 Evolution des compétences et contexte international..... 8

1.6 Littératie numérique et littératie des données..... 9

1.6.1 Littératie numérique et translittératie 9

1.6.2 Enseigner avec les données : un enjeu éducatif pour comprendre le monde contemporain 9

1.6.3 Vers une littératie des données 9

2. Le contexte socio-économique et culturel : plateformes et économie de l'attention..... 11

2.1 Une réalité sociale et une rupture comparable à celle de l'imprimerie..... 11

2.2 La citoyenneté numérique 11

2.3 Définition, place des plateformes et intermédiation algorithmique 11

2.4 Economie de l'attention et capitalisme linguistique 12

2.5 Technique, choix politiques et législation 12

2.6 Les domaines dans lesquels s'exercent la puissance des plateformes 13

3. Numérique, vie familiale et pratiques des jeunes..... 14

3.1 Numérique et vie familiale..... 14

3.2 Le rôle des parents 14

3.3 Pratiques des jeunes 15

3.3.1 Une représentation trompeuse : le mythe des *digital natives*..... 15

3.3.2 Une réalité disparate 15

3.3.3 Des pratiques genrées et socialement différenciées 15

3.3.4 Sociabilité juvénile et attente de reconnaissance 15

4. Enseignement et apprentissages 17

4.1 Des pratiques d'encadrement et d'enseignement diverses..... 17



4.2 Pas de déterminisme entre équipement et résultats scolaires.....	17
4.3 Mise en œuvre, accompagnement et appropriation.....	17
4.4 Evolution des gestes professionnels.....	18
4.5 Fonctions pédagogiques et ressources.....	18
4.6 Apports pour l'enseignement et les apprentissages.....	19
4.7 Numérique et apprentissages fondamentaux : lecture et écriture.....	20
4.8 Recherche et innovation.....	21
5. Potentiels et perspectives de l'IA en éducation.....	22
5.1 Présentation générale: enjeux, contexte et définitions.....	22
5.1.1 Enjeux sociaux, enjeux éducatifs.....	22
5.1.2 GAFAM et IA.....	22
5.1.3 Définitions.....	23
5.2 Les domaines d'application en éducation.....	24
5.3 IA, patrimoine et création artistiques.....	25
5.4 Les domaines d'application dans la recherche : IA et humanités numériques.....	26
5.5 Exemples d'enjeux éthiques.....	26
5.6 IA et explicabilité.....	27
5.7 Pistes de travail pour enseigner l'IA.....	28
5.8 Un exemple de travail de modélisation.....	29
5.9 IA et éducation comme domaine de recherche.....	29
6. La crise sanitaire comme révélateur et accélérateur de changements?.....	30
6.1 Une crise globale.....	30
6.2 Le rôle des DANE et les ENT.....	30
6.3 Le vécu psychosociologique du confinement.....	30
6.4 Distanciation et rapprochement entre famille et institution scolaire.....	31
6.5 L'évolution de l'aide aux élèves dans leur apprentissage.....	31
6.6 Enseignement à distance et outils numériques.....	33
Références.....	34



Comprendre les enjeux du numérique en éducation : quelques apports de la recherche

A retenir

Un vaste champ d'étude et une diversité d'approches

L'étude du numérique en éducation va **des interfaces aux interactions**, des pratiques aux représentations. C'est un champ de recherche qui recouvre une **grande diversité d'objets** : dispositifs technologiques utilisés (équipements, services, environnements de travail, ressources), évolution des pratiques professionnelles, écosystèmes et interactions entre acteurs, etc. - **et d'approches, disciplinaires ou pluridisciplinaires** : psychologie, neurosciences, informatique et sciences du numérique, sciences de l'information et de la communication, sciences de l'éducation, sociologie, didactique, anthropologie, sociolinguistique, ingénierie des connaissances, etc. Dans un contexte international où l'éducation au numérique correspond à une demande sociale, celle-ci tend à une évolution des compétences portée par des référentiels communs (comme DigComp) mais avec des traductions dans les programmes officiels variables selon les pays.

Un contexte socio-économique et culturel en mutation

L'étude du numérique en éducation est à replacer dans **un contexte plus large, celui de la révolution numérique** qui représente une rupture sociale comparable à celle de l'imprimerie au XVI^e siècle.

A l'échelle mondiale on observe une domination des logiques d'intermédiation algorithmique de quelques grandes **plateformes** dont le modèle économique est fondé sur une captation des traces et de l'attention des utilisateurs. Les données massives ainsi générées leur permettent de développer des technologies d'intelligence artificielle d'apprentissage profond et de dominer quatre grands réseaux : machines (infrastructures), documents (web), personnes (réseaux sociaux), objets connectés.

Cette réalité sociale et cet espace public en mutation génèrent de nouveaux enjeux éducatifs liés à la citoyenneté numérique, comme l'éducation aux médias et à l'information, la littératie numérique, l'éducation aux données, la place de l'intelligence artificielle (notamment dans ses dimensions technologiques, juridiques et éthiques).

Numérique, parentalité et vie familiale

Le numérique (équipement, médias, interactions sociales) a désormais une place dans le **quotidien des familles**, avec un impact sur l'évolution de la parentalité et des liens entre écoles et familles (la crise sanitaire ayant joué à la fois un rôle de révélateur de réalités sociales et d'accélérateur de transformation). L'étude des pratiques des jeunes révèle de grandes disparités entre territoires et entre milieux socioculturels, ainsi qu'une attente de reconnaissance.

Enseignement et apprentissages

Les pratiques d'encadrement et d'enseignement **varient en fonction des territoires et des dynamiques d'appropriation locales** (par ex. à l'échelle d'un établissement).

Il n'y a **pas de déterminisme** ni d'automatisme entre équipement et indicateurs de réussite scolaire, une même technologie pouvant faire l'objet de stratégies, d'organisations et de projets de mise en œuvre différents.

Une des clés d'entrée pour analyser les apports potentiels des technologies numériques dans les apprentissages est constituée par l'ensemble des **fonctions pédagogiques** attendues par les enseignants pour l'application des programmes (présentation, recherche d'information, expérimentation, écoute, création, etc.). De nouvelles perspectives sont ouvertes par l'application de l'intelligence artificielle en éducation (profilage et la prédiction, tutorat, évaluation, systèmes adaptatifs et personnalisés).



1. Le numérique en éducation : un vaste champ d'étude et une diversité d'approches

1.1 Définir « le numérique » (1) ? Des technologies aux acteurs

« « Numérique » sert surtout à circonscrire de manière floue un **champ très vaste** (celui des technologies de communication de masse et de l'informatique), au sein duquel existent des parcelles très différentes. » (Baron, 2014)

« Les TICE, comme le « numérique éducatif », désignent un **vaste ensemble allant des matériels informatiques aux contenus multimédias**. Une **diversité d'acteurs**, des industriels aux producteurs de contenus, des collectivités à l'État, des enseignants aux élèves, est donc susceptible de s'y investir, d'étendre son champ d'action sans susciter d'interrogations ou de résistances particulières. » (Inaudi, 2017)

« Notons (...) le choix du substantif « numérique » ou de l'expression « numérique éducatif », terminologie en tant que telle significative d'un **rapprochement systématique entre mise à disposition de matériels et transformation subséquente des pratiques d'enseignement et des apprentissages**. Cette relation de causalité est cependant loin d'être évidente (Amadiou et Tricot, 2014). Pour ce qui regarde les compétences des enseignants, **trois axes** majoritaires sont déclinés : la maîtrise des outils, les usages disciplinaires et les méthodes d'enseignement, la culture numérique et l'éducation aux médias et à l'information (EMI). Pour ce qui concerne les élèves, les compétences exigées sont relatives à la créativité, la pensée critique, la résolution de problèmes et la capacité à produire des contenus pertinents et de qualité (voir par exemple les items du brevet informatique et Internet [B2i] niveau lycée : travailler dans un environnement numérique évolutif ; être responsable ; produire, traiter, exploiter et diffuser des documents numériques ; organiser la recherche d'informations ; communiquer, travailler en réseau et collaborer). » (Aillierie, 2017)

« S'intéresser aux usages du numérique en éducation suppose de clarifier ce qu'on entend par numérique. En effet, informatique, numérique, TIC, multimédia éducatif, technologies éducatives, etc. sont ou ont été des désignations floues et sujettes à des changements de sens. (...) Il n'est pas question ici de proposer une nouvelle typologie. Il peut en revanche être fécond de poser la question, **pour chacune des technologies évoquées** dans cette contribution, de **comment elle se situe par rapport à de grandes oppositions**, qui peuvent être vues comme autant de clés de compréhension du foisonnement de technologies numériques éducatives. S'agit-il :

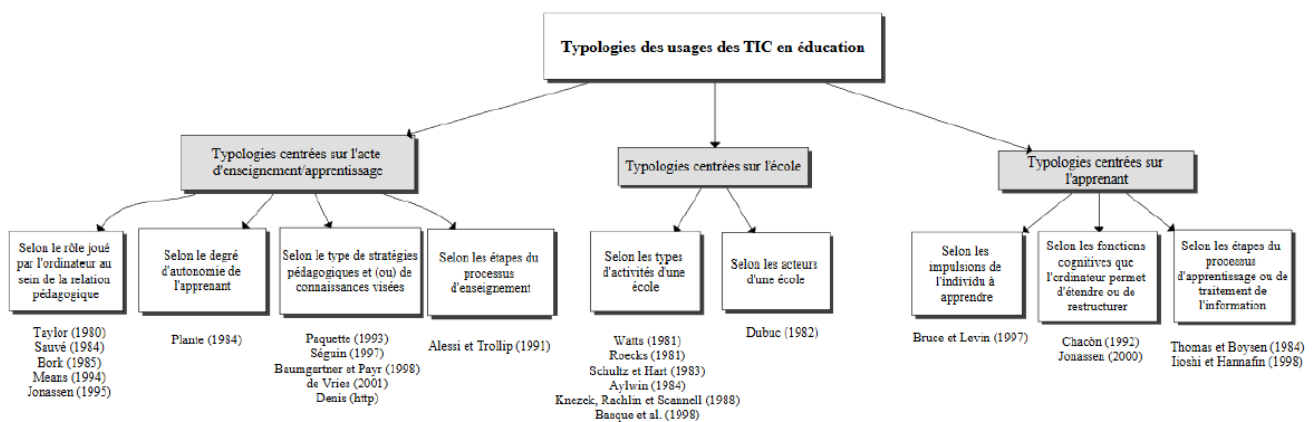
- De l'objet de l'apprentissage ou d'un outil pour apprendre ?
- D'un dispositif individuel ou collectif, cherche-t-on à individualiser l'enseignement ; à adapter aux besoins des élèves ou au contraire de faire collaborer ?
- D'un dispositif mobile ou fixe ?
- D'une technologie apprendre ou pour enseigner ; pour les élèves ou pour les enseignants ?
- D'un outil disciplinaire, propre à une matière (comme un logiciel de simulation en science-physique ou d'apprentissage de la lecture ou général) ?
- D'une technologie conçue pour l'école ou conçue à d'autres fins et scolarisée ?
- D'un produit commercial ou libre, open source, gratuit... ?



- D'un usage en classe ou hors de la classe (pour le travail à la maison, les sorties scolaires, etc.) ?
- D'objets ou de pratiques apportés par l'enseignant, l'institution ou alors importés par les élèves ?
- ... »

(Fluckiger, 2020)

Figure 2. Une typologie des typologies des usages en éducation



Source : Basque & Lundgren-Cayrol (2003).

Cité par (Fluckiger, 2020)

1.2 Définir « le numérique » (2) ? L'approche anthropologique

« Le numérique peut se définir anthropologiquement comme **l'ensemble des interactions entre les humains, les machines et les matériaux numérisés**. Le numérique, c'est le fait social total de notre civilisation occidentale hypermoderne. Pour l'anthropologue Marcel Mauss un fait social comporte toujours plusieurs dimensions (psychique, symbolique, culturelle, esthétique, historique, politique, économique, juridique...) qui s'articulent les unes avec les autres. » (Plantard, 2014)

« L'avènement du numérique constitue bien sûr un **tournant fondamental qui transforme les processus de fabrication et de transmission du savoir**. Pour en mesurer la portée, il faut s'affranchir d'une pensée instrumentale, qui est encore celle de l'informatique, et prendre conscience que le numérique désigne désormais **un milieu beaucoup plus qu'un outil**. » (Mulet & Carbillet, 2014)



1.3 Définir « le numérique » (3) ? L'approche sociocritique

« Une approche sociocritique entend s'ancrer dans une perspective sociologique du numérique en éducation (Bennett, 2014 ; Kerr, 1996 ; Selwyn, 2016). **Dans cette optique, le numérique est envisagé comme un phénomène éminemment social, dans lequel les faits techniques sont entrelacés dans les faits sociaux analysés** (Dagiral et Martin, 2017) : le social s'infiltré dans les outils numériques dès leur processus de conception jusqu'à leur appropriation en passant par leur diffusion. Cette perspective permet d'appréhender les usages numériques et les significations qu'ils revêtent en les inscrivant dans un mode de vie qui agit sur eux autant qu'il est agi par eux (Jouet, 2000). Appliquée au domaine du numérique en éducation, une approche sociologique se caractérise par deux implications principales : elle permet, d'une part, d'**intégrer dans l'analyse l'amont des usages numériques** des acteurs éducatifs, (...) d'autre part, une perspective sociologique permet aussi de réinscrire les usages numériques des acteurs éducatifs dans la **pluralité de leurs contextes de vie et de leurs logiques d'action** (Bennett, 2014), notamment en dehors de la salle de classe et de l'école.» (Collin & Brotcorne, 2019)

1.4 Apprendre et comprendre en faisant : les apports des SHS et le champ des humanités numériques

« L'engagement des sciences sociales dans le monde numérique transformé par le Big Data et leur **fonction réflexive** nécessitent de leur part une véritable capacité à se laisser affecter, à « devenir avec » (Haraway, 2003) qui doit même devenir un impératif de « devenir à l'intérieur » (« to become within », comme nous l'avons posé pour penser les cosmopolitiques, Boullier, 2015). Il est en effet **quasiment impossible de penser le numérique sans devenir soi-même un producteur, un acteur qui expérimente**, pour mieux entrer dans ces politiques des algorithmes qui tendent toujours à se refermer en boîte noire. » (Boullier, 2016)

« « Domaine de recherche et d'enseignement au croisement de l'informatique et des lettres, des arts, des sciences humaines et des sciences sociales, visant à produire et à partager des savoirs, des méthodes et de nouveaux objets de connaissance à partir d'un corpus de données numériques » (Legifrance, 2019), les humanités numériques désignent à la fois **un champ d'étude, une communauté de praticiens et un « dialogue interdisciplinaire sur la dimension numérique des recherches en sciences humaines et sociales**, au niveau des outils, des méthodes, des objets d'études et des modes de communication » (Dacos & Mounier, 2014). Ainsi ces dernières années le développement des formations aux humanités numériques dans l'enseignement supérieur est-il devenu un sujet d'actualité (de Amorim, 2019 ; « Digital Humanities Course Registry », 2014), faisant écho à une problématique comparable qui se pose pour les professeurs de l'enseignement scolaire dans la prise en compte du numérique dans leurs pratiques professionnelles. » (Allouche, 2020)



1.5 Eduquer au numérique

1.5.1 Technologies et écosystème

« L'éducation au numérique vise les connaissances et compétences liées aux sciences du numérique et l'usage du numérique dans différents contextes (p. ex., apprendre à trier des informations selon des algorithmes ou protéger sa vie privée sur les réseaux sociaux). Pour les bases, cette formation peut se faire en mode « débranché » c'est-à-dire sans dispositif numérique (§ Class'Code et Pixees en annexe). L'éducation par le numérique utilise des dispositifs numériques (matériel et logiciel, p. ex. des capacités de représentation en 3D) dans un objectif disciplinaire ou interdisciplinaire comme la compréhension de l'électromagnétisme par la réalité augmentée ou par l'utilisation des clickers pour évaluer in situ la compréhension des étudiants en amphithéâtre. » (Inria, 2020)

« Dans le passage de l'informatique au numérique, c'est l'introduction d'une **dimension culturelle, sociale et éthique** qui est en jeu, dans une perspective non plus techniciste mais historique et citoyenne. Nous plaçons pour que le fait numérique ne soit plus réduit à des questions d'équipement ou de compétence à manipuler des outils. Encore très présente dans le discours de l'institution, cette focalisation sur les outils prend la place d'une réflexion plus approfondie sur l'écosystème numérique et sur le rôle de l'enseignement au sein de cet environnement. » (Merzeau & Mulot, 2017)

1.5.2 Evolution des compétences et contexte international

« La numérisation introduit régulièrement des bouleversements dans tous les secteurs d'activité, que ce soit la communication, le commerce, les sciences, la médecine, l'audiovisuel, etc. On peut donc en première approche définir l'éducation au numérique comme visant à **donner les moyens aux individus de comprendre et d'agir dans ce monde numérique**. (...) Une autre approche est de définir les compétences que devrait faire acquérir une éducation au numérique. Depuis 2013, la **Commission européenne** propose un modèle conceptuel de référence des habiletés numériques **DigComp (Digital Competence Framework for Citizens)**. Ce modèle est structuré en cinq domaines qui se déclinent en vingt et une compétences. Les domaines recouvrent la littératie informationnelle et les données, la communication et la collaboration, la création de contenus numériques, la sécurité et la résolution de problèmes. (...) Les configurations curriculaires choisies par les pays européens concernant l'éducation au numérique sont très variables (Bocconi et al., 2016). (...) L'éducation au numérique, à défaut d'être précisément définie, est une demande sociale qui s'inscrit dans un cadre international. » (Drot-Delange, 2019)



1.6 Littératie numérique et littératie des données

1.6.1 Littératie numérique et translittératie

« « La littératie numérique n'est pas une catégorie technique qui décrit un niveau fonctionnel minimal de compétences technologiques, mais plutôt une **vaste capacité de participer à une société qui utilise la technologie des communications numériques** dans les milieux de travail, au gouvernement, en éducation, dans les domaines culturels, dans les espaces civiques, dans les foyers et dans les loisirs ». (Hoechsmann & DeWaard, 2015) « Ensemble des **compétences caractérisant l'individu capable d'évoluer de façon critique et créative, autonome et socialisée** dans l'environnement médiatique contemporain. » (Fastrez, 2012) » cités par (DNE-TN2, 2021)

1.6.2 Enseigner avec les données : un enjeu éducatif pour comprendre le monde contemporain

« Qu'il faille comprendre comment sont codées les données qui constituent la matière même de l'environnement numérique, chacun l'admet désormais. Mais pour quoi faire ? Pour former d'habiles développeurs qui sauront capter les traces des utilisateurs par des applications toujours plus « intelligentes » ? Ou pour ouvrir à une **intelligence des traces** (Merzeau, 2013), qui interroge les finalités de la traçabilité ? À côté de l'apprentissage du code, l'enseignant peut montrer, par exemple, la manière dont nos navigations sont traquées par des régies publicitaires, ce qui permet de mettre en évidence le fonctionnement économique du trafic des traces. Enseigner la notion de données personnelles ne doit cependant pas s'arrêter à une défense de la vie privée : il est tout aussi important de **poser les bases d'une participation et d'une régulation d'un espace public numérique**, exactement comme l'apprentissage de la langue ne vise pas tant le contrôle des règles de grammaire que la capacité d'accéder à un espace de délibération. L'école pourrait en ce sens s'inspirer des travaux qui envisagent de « développer une sphère de données en communs [...] en s'appuyant sur un « faisceau de droits » (*bundle of rights*) [leur permettant d'être] réutilisées selon certaines conditions fixées par la communauté qui en a la gestion et qui veille à leur protection » (Peugeot, 2014) Au-delà du paramétrage des règles de confidentialité de leurs profils, on ferait ainsi réfléchir les élèves à la construction d'espaces protégés, en comparant par exemple les licences proposées par les différentes plateformes, avant d'**étudier les conditions de mise en commun des contenus produits en classe**. Quand il consiste à montrer que des dispositifs permettent de choisir les modalités de réutilisation de ses données, le contrôle ne relève alors plus du registre sécuritaire, mais de celui de la capacitation. » (Merzeau & Mulot, 2017)

1.6.3 Vers une littératie des données

« [La littératie des données désigne l']ensemble de compétences et base de connaissances spécifiques, qui permettent aux individus de transformer les données en informations et en connaissances exploitables en leur permettant d'accéder, d'interpréter, d'évaluer de manière critique, de gérer et d'utiliser les données de manière éthique. [Traduction] » (Koltay, 2017) cité par (Koltay, 2019).

« Les données, ouvertes, personnelles ou massives sont au cœur de notre société numérique. Leur importance accrue fait dire à certains que les individus qui seront capables de les créer,



de les contrôler et de les comprendre auront le pouvoir d'agir et qu'à l'inverse ceux qui n'auront pas ces compétences verront se réduire leurs possibilités de participer pleinement à la société (Frank et Walker 2016). Comme le souligne Anne Lehmann (2018), les données ouvertes et leur valorisation constituent un élément des communs de la connaissance. Ces évolutions de la société numérique amènent à considérer comme indispensable le développement d'une éducation aux données ou d'une littératie des données. Ce champ d'une littératie des données est relativement récent et sa définition n'est pas complètement stabilisée. David Crusoe (2016, 38) en propose une qui synthétise les différentes facettes de la littératie des données repérées dans la littérature et qu'il juge essentielles dans cette éducation : « La littératie en matière de données est la connaissance de ce que sont les données, de la manière dont elles sont collectées, analysées, visualisées et partagées, et désigne la compréhension de la manière dont les données sont appliquées pour le bien ou le mal, dans le contexte culturel de la sécurité et de la vie privée. » [Traduction] ». (Drot-Delange & Tort, 2022)



2. Le contexte socio-économique et culturel : plateformes et économie de l'attention

2.1 Une réalité sociale et une rupture comparable à celle de l'imprimerie

« ...Le numérique a ceci de particulier qu'il est **« perversif »**, c'est-à-dire qu'il pénètre toutes nos **activités**, des plus intimes aux plus collectives. » (Boullier, 2016)

« L'entrée du numérique dans nos sociétés est souvent comparée aux grandes ruptures technologiques provoquées par l'invention de la machine à vapeur ou de l'électricité au cours des révolutions industrielles. Nous serions entrés dans une nouvelle ère de la productivité dont l'information, la communication et le calcul seraient les principaux ressorts. Bref, internet, après le train et la voiture. En réalité, la rupture est bien plus profonde et ses effets beaucoup plus diffractés. C'est plutôt avec l'invention de l'imprimerie, au XVI^e siècle, que la comparaison s'impose, car **la révolution numérique est avant tout une rupture dans la manière dont nos sociétés produisent, partagent et utilisent les connaissances.** » (Cardon, 2019)

2.2 La citoyenneté numérique

« Les recherches sur la citoyenneté numérique montrent une **très grande diversité de travaux et d'approches**, incarnées dans des figures multiples de citoyens numériques et des pratiques également très hétérogènes. Cela se conçoit aisément, étant donné la plasticité conceptuelle de la catégorie « citoyenneté », et les transformations continues de l'environnement numérique. Il n'est pas possible, et non souhaitable, de figer cette catégorie, dont l'intérêt justement réside dans sa capacité à rendre compte sur la durée et dans des contextes diversifiés des appropriations du numérique dans le domaine de l'expression de la citoyenneté. Nous pouvons dès lors définir la citoyenneté numérique de façon souple comme une **relation à l'ordre politique au sens large, relation médiatisée par les technologies numériques, et dont les formes, les lieux et les enjeux varient dans le temps et l'espace.** » (Greffet & Wojcik, 2014)

2.3 Définition, place des plateformes et intermédiation algorithmique

« À partir du début du XXI^e siècle, les plateformes numériques sont devenues omniprésentes autant comme outil technique que comme objet de débat public. La notion de plateforme a progressivement remplacé celle de « réseau » social numérique jusqu'à s'imposer comme le paradigme dominant de l'innovation technologique. L'expression fait surface dans le monde de l'informatique à partir de la moitié des années 2000, pour désigner une **« architecture » qui met en relation plusieurs acteurs sociaux** : acheteurs et producteurs, travailleurs et employeurs, mais aussi amis, parents, partenaires amoureux. (...) En France, l'acronyme GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft) est devenu synonyme de « plateformes numériques », ce qui dissimule leur variété autant en termes de taille que d'étendue géographique. Bien qu'un recensement complet du nombre des plateformes existantes aujourd'hui soit destiné à devenir caduc au bout de quelques jours, il était pratiquement impossible pour les 4,5 milliards de personnes qui utilisaient internet en 2020 de ne pas passer par au moins une plateforme. (...) ...Ce qui se prétend une plateforme algorithmique n'est que le résultat de décisions d'acteurs sociaux qui tirent profit du travail d'autres acteurs sociaux. Il n'est donc pas surprenant que l'une des batailles les plus féroces qui se déroulent aujourd'hui autour des plateformes consiste à les obliger à être transparentes, contrôlables, voire



« loyales » envers leurs utilisateurs. Ces principes sont désormais débattus, défendus et dans certains pays inscrits dans la loi. » (Casilli, 2022)

« Être aussi visionnaire que les plateformes dans l'élaboration de nouvelles législations devrait être l'objectif premier des États de l'Europe, mais pour la plupart leurs compétences dans l'économie numérique sont faibles. » (...) « L'intermédiation algorithmique permet de mettre en relation des acteurs dans un marché biface, sans avoir d'implication dans l'échange. Elle opère au niveau du nuage virtuel, éloigné des nombreuses contraintes du monde physique, ce qui lui permet une agilité très forte. Elle repose sur une connaissance du monde à une granularité inimaginable autrefois, et non disponible aux acteurs traditionnels de l'économie et de l'administration. Elle est donc en capacité de désintermédier les acteurs anciens en réduisant potentiellement à néant leur modèle économique. On peut s'interroger sur l'impact sur nos sociétés, bénéfique ou désastreux. Mais il convient de noter que rien n'arrêtera cette révolution, pas plus qu'on n'a pu stopper la diffusion de l'imprimerie ou celle de l'électricité. Il est clair que **l'intermédiation algorithmique redéfinira l'organisation de la cité et de la politique**, et que s'il est légitime de s'en inquiéter, force est de constater que dans le même temps elle offre un formidable espoir pour la gestion des ressources, énergétiques, humaines, en fait de toutes les ressources, qui est sans doute le défi fondamental du millénaire. » (Grumbach, 2015)

2.4 Economie de l'attention et capitalisme linguistique

« L'omniprésence des marques et des signes qui vont **capter ces flux d'attention** permet de faire le lien avec une économie de la connaissance, mais comme on le voit, cette dernière est alors réduite à des perceptions éphémères, à des traces, qui sont pourtant les principales sources de valorisation pour toutes les plates-formes où le gratuit semble la règle. Frédéric Kaplan (2014) conteste cette insistance sur l'économie de l'attention en lui préférant une « économie de l'expression » fondatrice de ce qu'il nomme un « **capitalisme linguistique** ». En effet, la fortune de Google est faite grâce à la vente des mots (Adwords) et étant donné la position dominante de la plate-forme, cela finit par influencer la production linguistique collective. » (Boullier, 2016)

2.5 Technique, choix politiques et législation

« La phrase fétiche de Lawrence Lessig est « code is law » et elle constitue un bon résumé pour guider tout l'enjeu de la gouvernance. En affirmant cela, Lessig ne prétend pas confondre les domaines de la technique et du droit, au contraire, il cherche avant tout à comprendre comment ils s'interpénètrent et s'influencent. Le code informatique peut être conçu comme tout algorithme mais c'est l'architecture que ces algorithmes dessinent qui constitue le basculement vers un **design socio-politique** au-delà de leurs fonctionnalités. Cette approche était déjà connue en sociologie des techniques, puisque depuis Langdon Winner (1981) ou Michel Callon (1979, 1986) et Bruno Latour (1992), il avait été établi que **toute technique encapsulait des choix politiques**. La plasticité du numérique, son caractère de composition met plus aisément en évidence ces choix politiques. Certains codes en effet peuvent être plus ou moins contrôlés ou plus ou moins appropriés et ils dessinent des asymétries qui, pour certaines, seront irréversibles. » (Boullier, 2016)



2.6 Les domaines dans lesquels s'exercent la puissance des plateformes

« - **Le réseau des machines** devenu centralisé autour d'Amazon Web Services : Le réseau des machines (internet) est appelé III [International Information Infrastructure] (avec international) de façon peu précise car il n'a rien d'international. Les précurseurs d'internet sont américains, dépendant de financements militaires de l'ARPA, auxquels sont associés deux laboratoires l'un anglais, l'autre français. (...)

- **Le réseau des documents**, devenu centralisé autour de Google : A travers la délégation d'internet aux opérateurs, l'invention du *world wide web* est passée quasiment sous gestion privée en 1995 mais cela n'aurait pas dû pour autant remettre en cause son caractère distribué. (...) Si l'on prend une analogie routière, la firme [Google] qui gérait les poteaux indicateurs à la mode de Michelin a fini par obliger tout le monde à passer par Michelin pour s'orienter. Notons que c'est d'ailleurs un peu ce que Michelin a tenté en vendant des cartes puis des guides pour maintenir cet avantage créé par un service ordinaire mais pourtant périphérique lorsque l'on vient de l'industrie du pneu. Google, lui, est né du web et de la tradition scientifique de citations réciproques qui permet les calculs de notoriété faits par la scientométrie, révisés par Kleinberg pour les adapter au web, et empruntés par Google pour développer leur algorithme de *ranking*. » (...) « Google est ainsi passé du statut de fournisseur de service (moteur de recherches) à celui de centre topologique par effet d'attachement préférentiel, puis à celui de régie publicitaire centrale (qui capte les revenus de la part des marques) et enfin à celui de prescripteur de contenus (pour les publicités comme pour les youtubeurs par exemple) et de moteur de réponses. » (...)

« Les acquisitions successives, parmi lesquelles YouTube, ont permis de piloter **l'un des écosystèmes les plus puissants de captation de l'attention** et donc d'intéresser les marques. La tarification des placements publicitaires, désormais faite sous forme d'enchères, est devenue de plus en plus opaque mais les choix de placements sont eux-mêmes réalisés par Google puisqu'il possède la capacité d'apprendre mieux que tous les autres ce qui va capter l'attention du public. »

- **Le réseau des personnes**, devenu centralisé autour de Facebook : « Les réseaux sociaux ont une longue préhistoire jusque dans les newsgroups des débuts d'internet dans les années 80 ou encore les *Bulletin Boards*. Mais après l'émergence massive des blogs et donc de la publication des personnes à la fin des années 90, le partage de références à travers del.ic.io.us, et le partage de musique à travers *MySpace* rendirent manifeste cette attraction pour des réseaux d'amis. Facebook fut l'une de ces tentatives dès 2004 mais il existait des dizaines de solutions à travers le monde, différentes selon les pays ou selon les centres d'intérêt. » [Pour expliquer le monopole de Facebook] « c'est encore une fois un double effet qui a fonctionné, exactement comme dans le cas de Google : l'effet réseau (il est plus « utile » d'aller sur un réseau qui comporte déjà beaucoup d'utilisateurs que sur un réseau confidentiel) et l'effet publicitaire (la monétisation par la publicité démultiplie les ressources du réseau qui peut alors acheter toute la concurrence, Instagram en 2012 soit deux ans après son lancement, aujourd'hui second réseau social mondial, puis WhatsApp en 2014 pour 19 milliards de dollars). »

- Le cas de Twitter : « Sa monétisation a été et reste encore problématique car son public reste bien délimité même s'il exerce une influence certaine, au point que Twitter veut tester désormais des versions de modèles payants. Twitter constitue ainsi **l'horloge atomique du monde numérique** qui met tous les esprits sous pression dans un régime d'attention d'alerte. » (Boullier, 2021)



- « Un **quatrième réseau** en cours de centralisation : celui des **objets connectés** (autour de l'OS META ?) » (Boullier et al., 2022)

3. Numérique, vie familiale et pratiques des jeunes

3.1 Numérique et vie familiale

Le numérique a désormais un impact sur le quotidien des familles ; l'équipement numérique des enfants est d'abord un choix parental assumé comme tel pour assurer et anticiper leur inclusion sociale. **L'équipement en smartphone** est ressenti comme « un **rite contemporain de passage** ». **Le concept de « technoférence »** (McDaniel et al., 2018) désigne l'interférence créée dans les interactions sociales par l'irruption de la technologie (Cordier, 2021).

Ce phénomène est aussi observé par une récente revue de littérature internationale (Clément, 2020) qui note par ailleurs l'importance de prendre en compte l'interactivité et l'accompagnement parental.

Les médias numériques ont un « rôle structurant dans la sociabilité et la socialisation familiale » (Coyne et al., 2014). **Lors de la crise sanitaire** « le numérique a favorisé **le maintien et l'entretien des liens** entre les membres d'une famille éloignés ». **En matière d'accompagnement**, un soutien est attendu d'abord de la part du cercle familial lui-même, puis des professionnels de santé, des enseignants et des acteurs associatifs. (Cordier, 2021)

3.2 Le rôle des parents

« Il est banal de dire que les parents sont des acteurs incontournables de l'éducation et les discours officiels les placent généralement dans la catégorie mal définie de la « communauté éducative ». Mais leur relation avec les professionnels de l'éducation ne va pas de soi et dépend des pays concernés. L'impact des environnements numériques sur eux est potentiellement très fort. Ainsi, **le développement des technologies de la communication influence de différentes manières le « métier » de parent**. D'une part, avec les systèmes institutionnels, les communications avec l'école prennent un tour plus direct : on peut ainsi recevoir très rapidement un texto informant que son enfant ne s'est pas présenté en cours, consulter les devoirs à faire, les notes obtenues... D'autre part, les relations entre les parents, les écoles et les enfants évoluent (le téléphone mobile permet d'être au courant en temps réel des évènements qui peuvent survenir). » (Baron & Depover, 2019)



3.3 Pratiques des jeunes

3.3.1 Une représentation trompeuse : le mythe des *digital natives*

La représentation de jeunes nativement familiers du numérique - ou *digital natives* (Prensky, 2001) - n'est pas confirmée par les recherches, qui montrent que « **les pratiques des jeunes sont plurielles, contextuelles et fortement hétérogènes – voire inégalitaires –**, dans la mesure où elles sont dépendantes d'inégales conditions de vie familiale, sociale, culturelle, éducative, économique et territoriale ».

3.3.2 Une réalité disparate

« Si les enquêtes statistiques montrent une croissance continue des niveaux d'équipement technique individuels et collectifs sur ces quinze dernières années, on constate cependant une **diffusion encore éclatée des équipements en fonction des espaces socioculturels et des ancrages territoriaux** (Observatoire des inégalités, 2016). Ces disparités sont aussi observables au sein des établissements scolaires. Étant donné que ces derniers dépendent des investissements des collectivités territoriales auxquelles ils sont rattachés, les processus d'achat d'outils et de connexion au réseau s'opèrent selon des dynamiques à géométrie très variable (Béziat, Villemonteix, 2012). »

3.3.3 Des pratiques genrées et socialement différenciées

« Toutes les études et les enquêtes qui prennent en compte le genre observent des divergences entre les garçons et les filles. » « Les stéréotypes de genre influencent aussi les régulations parentales. » « Les résultats issus du projet de recherche Inéduc confirment que les adolescents des familles défavorisées ont des profils moins scolaires, et présentent une dépendance plus grande aux usages récréatifs et communicationnels du numérique (vidéos, musiques, jeux, réseaux sociaux). Leurs usages ordinaires ne leur permettent pas de développer des compétences transférables dans leur activité scolaire. Seuls quelques parents hautement dotés en capital culturel et technique adoptent et transmettent à leurs enfants des pratiques numériques proches des pratiques légitimes dans le monde scolaire. » (CREAD-M@rsouin & DNE-TN2, 2020)

3.3.4 Sociabilité juvénile et attente de reconnaissance

« Anne Barrère souligne la **force de la sociabilité juvénile**, une force constituée par son **autonomie vis-à-vis de l'institution scolaire** (Barrère, 2011). Une autonomie renforcée naturellement par l'affirmation à grande échelle d'une culture juvénile de masse, tout à fait observable à travers les productions industrielles culturelles. Et une autonomie parachevée par les pratiques associées au numérique qui véritablement permettent la construction de niches intimes pour les adolescents. Dominique Pasquier se demande d'ailleurs si la particularité contemporaine de cette culture juvénile ne serait pas de n'avoir « jamais autant échappé au contrôle des adultes ni [d'être] aussi organisée par l'univers marchand » (Pasquier, 2005 : 27). » (Cordier et al., 2022)



L'attente des enfants en raison du discours social ambiant (notamment sur les risques d'une exposition aux « écrans » en tant que tels), est d'avoir **une reconnaissance**, par leurs parents, du sens de leurs pratiques numériques. (Cordier, 2021) « Les usages et les compétences informelles des adolescents sont rarement valorisés, et tendent à être délimités, parfois accompagnés. Par réaction, les jeunes développent des pratiques numériques de résistance scolaire ou clandestines. Les mêmes pratiques peuvent être fortement reconnues par les pairs et par la famille, et être invisibles voire méprisées par les acteurs éducatifs à l'école. » (CREAD-M@souin & DNE-TN2, 2020)



4. Enseignement et apprentissages

4.1 Des pratiques d'encadrement et d'enseignement diverses

Aux « disparités techniques, il faut (...) ajouter des disparités en matière de possibilités pédagogiques. En effet, d'une école à une autre, on observe des écarts manifestes dans la manière dont les personnels de direction saisissent les **potentiels des technologies** pour l'enseignement, les intègrent dans les **projets d'établissement** et accompagnent les équipes enseignantes dans la démarche de développement des usages pédagogiques numériques. » (DNE-TN2 & CREAD-M@rsouin, 2020).

4.2 Pas de déterminisme entre équipement et résultats scolaires

Dans le dernier rapport CNETSCO (CNETSCO, 2020) l'accent est mis sur les usages, non directement sur l'équipement : « Ce rapport se focalise sur les usages du numérique et non sur les équipements. Nous ne nous intéresserons donc pas directement aux politiques publiques, aux données relatives à l'équipement des établissements et des classes, mais aux études qui décrivent ce que font effectivement les acteurs avec ces équipements. » L'un des consensus constaté est que **les plans d'équipement massif atteignent rapidement leur limite s'ils visent un impact rapide et immédiatement perceptible sur les résultats scolaires par les financeurs** (Fluckiger, 2020).

A l'échelle internationale, ce constat est confirmé par :

- (Baron & Depover, 2019) : « Il ne semble pas exister d'effet intrinsèque lié au numérique sur les apprentissages, mais plutôt un effet induit par l'interaction des médias numériques avec les méthodes d'apprentissage dont ces médias favorisent la mise en œuvre. »
- (DEPP, 2021) dans sa revue de littérature : « De nombreux articles se sont intéressés à l'attribution d'équipements numériques individuels aux élèves, s'appuyant pour une large partie d'entre eux sur le programme « One Laptop per Child » (« Un Ordinateur par Enfant »). La majorité de ces études n'identifient pas d'impact statistiquement significatif ou trouvent des résultats contrastés ».

Selon (Collin & Brotcorne, 2019), qui prônent une approche sociocritique, « en attribuant au numérique un pouvoir d'action qu'il ne possède pas, le déterminisme technologique surévalue son rôle au sein de la situation pédagogique (Moeglin, 1999) et évacue tout questionnement relatif au contexte social dans lequel celle-ci intervient (Dakish, 2016). » Ce que confirme (Moeglin, 2003) en évoquant l'exemple des réseaux inter-établissements : « Une même technologie, en l'occurrence le réseau inter-établissements, se prête à différents projets sociétaux, à différents modes d'organisation, selon les stratégies des acteurs, les politiques dominantes, les incitations ministérielles et le rôle des usages finaux. » ;

4.3 Mise en œuvre, accompagnement et appropriation

Ce ne sont pas tant les équipements en eux-mêmes qui déterminent la réussite de leur mise en œuvre pédagogique que **leur appropriation professionnelle accompagnée par des dispositifs de formation adaptés aux besoins des enseignants et en cohérence avec les attentes de**



l'institution (DNE-TN2 & CREAD-M@rsouin, 2020), notamment en matière d'évolution de la forme scolaire à l'ère numérique (Bechetti-Bizot, 2017).

4.4 Evolution des gestes professionnels

« Une dimension centrale du problème de la scolarisation des technologies à l'école est celle de l'action des enseignants et des administrateurs. Celle-ci est modifiée avec l'introduction (ou peut-être plus exactement l'imposition) d'outils particuliers qui changent leurs gestes professionnels. Dès lors, l'agentivité de ces acteurs est une variable particulièrement critique. » (Baron & Depover, 2019)

4.5 Fonctions pédagogiques et ressources

Une des clés d'entrée est constituée par l'ensemble des fonctions pédagogiques attendues par les enseignants pour l'application des programmes et la mise en œuvre des apprentissages (Tricot, 2020).

Figure 14. Plus-value du numérique selon les fonctions pédagogiques visées

Fonctions pédagogiques	Nature de l'effet
Présenter de l'information, représenter ce qu'on ne savait/pouvait pas représenter auparavant, enrichir les informations Rechercher de l'information Résoudre des problèmes et calculer S'entraîner Apprendre à distance Évaluer, s'autoévaluer, suivre les progrès et les difficultés des élèves Faciliter l'accès à l'école et à l'apprentissage pour les élèves à besoins éducatifs particuliers Produire un texte, un document, seul ou à plusieurs Expérimenter Apprendre à faire sur simulateur ou en réalité virtuelle Mémoriser, apprendre par cœur (notamment du lexique en LVE)	Effet mesuré plutôt positif
Regarder une vidéo, une animation Jouer Créer un objet technique, une œuvre picturale ou sonore Écouter un document sonore, écouter un texte sonorisé Regarder / lire un document multimédia	Effet mesuré plutôt limité
Programmer Faire émerger des idées, développer sa créativité Motiver	Pas d'effet attesté actuellement
Lire et comprendre un texte, apprendre à lire Prendre des notes Poser des questions, demander de l'aide Découvrir des concepts abstraits Coopérer	Effet mesuré plutôt négatif

(Tricot & Chesné, 2020)



Les politiques publiques, à l'échelle locale ou nationale, peuvent en particulier viser l'utilisation des manuels scolaires nécessitant des équipements de vidéoprojection (Voulgre, 2012) ou de consultation mobile.

Une autre clé d'entrée est constituée par les contenus ou ressources appelées à être produites et/ou utilisées par les enseignants et leurs élèves. Un état de l'art sur les ressources numériques, coordonné par Éric Bruillard, a été publié par le groupe thématique numérique 6 (DNE-TN2, 2020). Parmi les préconisations mentionnées, figure celle de **solutions libres, ouvertes et interopérables** afin de favoriser le développement des usages. Le corpus de ce GTnum [Laboratoire EDA, Université Paris Descartes] invite aussi à s'appuyer sur les usages réels des enseignants qui hybrident dans leurs pratiques pédagogiques des « collections » sur supports numériques ou papier.

Enfin des études comme celle de (Voulgre, 2011) invite à avoir une approche systémique, tant les TICE et à présent le numérique (DNE-TN2, 2020) conduisent à **repenser une grande partie de l'organisation scolaire et de la professionnalité des acteurs**.

4.6 Apports pour l'enseignement et les apprentissages

Même lorsqu'un champ disciplinaire et un domaine d'apprentissage semblent bénéficier tout particulièrement des apports du numérique, comme la **compréhension en langues vivantes** (individualisation, accès aux ressources, apprentissage du lexique, oralité - apports qui peuvent bénéficier par ailleurs à d'autres disciplines), les recherches mettent en avant le **rôle central de la contextualisation et du guidage pédagogique** dans l'effectivité des apprentissages, renvoyant au cœur de métier des enseignants (mais aussi des encadrants) et à la qualité de leur formation initiale et continue.

Notons aussi que les apports du numérique pour certaines fonctions pédagogiques ont une **dimension interdisciplinaire** : représentation des phénomènes dynamiques, enrichissement multimédia, interactivité et interactions, recherche de l'information ou apprentissage des gestes et mouvements, avec notamment les potentialités des supports, de façon évidente pour l'EPS mais transférable par exemple dans le cadre méthodologique de la classe inversée (Lebrun, 2018; Nizet & Meyer, 2016).

Cette approche nuancée des apports du numérique vaut aussi pour certaines technologies spécifiques comme **la réalité virtuelle et l'immersion** (DNE-TN2 & Réseau Canopé, 2020).



4.7 Numérique et apprentissages fondamentaux : lecture et écriture

Concernant la **question sensible de la lecture et de l'écriture**, l'étude des apports du numérique, non réductible aux seuls « écrans » (l'apprentissage des langues bénéficie aussi des fonctions d'enregistrement et d'écoute des apprenants ou des locuteurs natifs, sans lien nécessaire avec une exposition aux « écrans » en tant que tels), débouche encore sur des **conclusions contradictoires et nuancées** :

« Les recherches des années 1980-2000 (Baccino, 2004) montraient que la lecture sur écran était souvent plus difficile, plus lente. Et ce, notamment, à cause de la forte luminosité, de la taille des lettres, de leur couleur, des contrastes et des polices de caractères choisis, de la longueur de lignes. On peut imaginer que ces difficultés sont bien moins importantes aujourd'hui. Toutefois, **la lecture sur support numérique reste (un peu) plus exigeante que la lecture sur papier**. Delgado, Vargas, Ackerman et Salmerón (2018) ont conduit une méta-analyse portant sur 54 articles empiriques de la période 2000 à 2017. Ils ont comparé pour cela la lecture de textes similaires, sur papier et sur écran. Les résultats montrent un léger avantage en faveur du papier par rapport à l'écran. Toutefois, l'analyse met au jour deux nuances intéressantes. Premièrement, l'avantage de la lecture sur papier est plus important quand le temps de lecture est limité. Quand le lecteur lit à son rythme, la différence avec la lecture sur écran disparaît. Deuxièmement, l'avantage de la lecture sur papier est obtenu avec les textes informatifs, mais pas avec les textes narratifs. » (Tricot, 2020)

Illustrant le lien entre apprentissage de la lecture et le **développement d'applications dédiées**, l'évaluation de l'application GraphoGame a fait l'objet d'une thèse dans le cadre des projets e-FRAN :

« La première étude de validation randomisée et contrôlée, qui a été effectuée auprès d'enfants de CP et CE1 à risques de dyslexie, a permis de constater une progression en lecture de mots plus importante après l'entraînement GraphoGame qu'après un entraînement non-informatisé ou un entraînement mathématique informatisé. Une seconde expérimentation à grande échelle sur mille élèves de CP a montré que les élèves ayant suivi l'entraînement en lecture avec GraphoGame ont eu de meilleurs résultats aux tâches essentielles à l'apprentissage de la lecture (décodage, conscience phonologique et reconnaissance de mots) que les élèves ayant suivi un entraînement numérique en mathématiques. Cependant, nos résultats montrent aussi l'importance de la prise en compte du niveau initial de l'élève (les meilleurs progrès sont obtenus pour les élèves les plus faibles) et l'engagement dans le jeu, reflétant la persévérance et la motivation de l'élève. Nos résultats montrent donc des effets spécifiques du jeu qui se généralisent à des activités de lecture en dehors du jeu et qui semblent perdurer bien au-delà de l'expérimentation. » (Lassault, 2021)

Par ailleurs cette question de la lecture et de l'écriture numériques inclut leurs **enjeux cognitifs, épistémologiques et méthodologiques** pour la production et le traitement des savoirs, voir notamment (Bachimont, 2014; Bouchardon, 2014; Bourdeloie, 2011; Crozat et al., 2011; Saemmer, 2015).

« Si le numérique n'est pas un simple fait auquel il faut s'adapter, un ensemble de moyens techniques qu'il s'agirait de bien utiliser, alors **l'enseignement de l'écriture numérique ne saurait se limiter à une simple intégration des instruments numériques dans les pratiques pédagogiques**. Si l'on admet que le numérique est un des aspects de notre milieu



contemporain selon lequel nous agissons et que nous transformons dans une relation de co-constitution permanente, alors il existe un enjeu très fort à en donner les clés de compréhension et d'action éclairée, à **développer une littératie numérique qui repose sur une véritable culture technique**. Cette culture ne saurait se limiter à un apprentissage du code. Cet apprentissage peut y participer mais il doit s'accompagner de concepts et de méthodes qui permettent d'adopter une véritable posture critique. Pour former des lettrés du numérique, nous avons en outre proposé dans le projet PRECIP de s'appuyer sur des créations de littérature numérique pour apprendre, en cours de français, l'écriture numérique (Bouchardon et Saemmer, 2012). L'hypothèse était que la sensibilisation à des pratiques créatives favorise la réflexivité sur les pratiques d'écriture numérique. L'enseignement de l'écriture numérique idéal articulerait ainsi dans un même mouvement un enseignement du milieu technique et un enseignement de la littérature numérique. » (Bouchardon & Cailleau, 2018)

4.8 Recherche et innovation

« Dans la mise en place d'une innovation en milieu scolaire, on distingue différentes phases (adoption, implantation, installation ou institutionnalisation), toutes les innovations ne franchissant pas l'ensemble des étapes. » (...) « Le schéma d'apparition et de diffusion des ressources numériques en classe est assez classique. Typiquement, des chercheurs conçoivent et mettent d'abord à l'essai des solutions possibles ; quand cela fonctionne, des entreprises peuvent s'intéresser à la question et développent des équipements, tandis que les autorités pédagogiques soutiennent des actions d'innovation institutionnelle. Au bout d'un certain temps, les innovations dont l'apport fait consensus (comme la simulation dans les secteurs professionnels) entrent généralement dans les programmes et se banalisent, tandis que la plupart ne survivent pas à la fin de la période de soutien au processus d'innovation. Un des indicateurs importants de succès est lorsque le recours à de nouveaux instruments entre dans les examens finaux en les faisant évoluer. » (Baron & Depover, 2019)



5. Potentiels et perspectives de l'IA en éducation

5.1 Présentation générale : enjeux, contexte et définitions

5.1.1 Enjeux sociaux, enjeux éducatifs

« L'intelligence artificielle influence toutes les parties de la société où des données peuvent être mises à disposition et où il est possible d'apporter des améliorations, soit en automatisant, soit en inventant de nouveaux défis et besoins. En substance, cela signifie que toute activité humaine est touchée ou peut être touchée. Par exemple, les 17 objectifs de développement durable des Nations unies sont actuellement examinés par des experts d'Amnesty International. L'utilisation de l'IA peut conduire à de nouvelles situations complexes, qui ne peuvent être comprises qu'à travers une compréhension réelle des aspects techniques et conceptuels sous-jacents. Dans de nombreux cas, notre compréhension physique du monde est insuffisante pour évaluer l'impact ou même l'opportunité de l'IA. (...)

Avec les changements qui résultent de l'arrivée de l'intelligence artificielle, le système éducatif doit se préparer. Nous pouvons formuler trois recommandations :

1. Il est peut-être prématuré d'« enseigner l'IA » à tout le monde. En effet, il est très difficile d'évaluer ce qui va se passer et donc quelles seront les technologies clés. Mais il est raisonnable d'analyser le modèle qui se développe et donc de viser à former les enseignants à un monde dans lequel l'IA jouera un rôle significatif, afin qu'ils puissent, à leur tour, enseigner et informer.

2. Nous suggérons cinq piliers qui devraient être d'une importance significative étant donné le développement de la technologie et de la société : la **conscience des données** ou la capacité à construire, manipuler, visualiser de grandes quantités de données ; la compréhension du caractère aléatoire et l'**acceptation de l'incertitude** ou la capacité à vivre dans un monde où les modèles cessent d'être déterministes ; le codage et la **pensée informatique** ou les compétences permettant à chacun de créer avec du code et de résoudre des problèmes par des algorithmes ; la **pensée critique** adaptée à la société numérique et l'**humanisme post-IA** qui revient à comprendre notre propre humanité au vu des changements induits par l'IA.

3. À ce stade précoce, il est difficile de mettre un programme d'études en face de chacun de ces piliers et de nombreuses questions complexes restent à résoudre : comment former les enseignants ? Quel est le matériel pédagogique ? Comment assurer l'apprentissage tout au long de la vie pour ces questions ? Il serait donc nécessaire de poursuivre le travail interdisciplinaire concernant ces questions. » (de la Higuera & Bocquet, 2020)

5.1.2 GAFAM et IA

« Les grandes plates-formes (...) sont les **experts dans la valorisation de toutes les activités des internautes**, aussi minimes qu'un click ou qu'un like. En 2015, Facebook affiche d'ailleurs 3 827 millions de dollars de recettes issues de la publicité, soit près de 95 % de son chiffre d'affaires, modèle économique qui n'était pas garanti au départ et qui ne l'est toujours pas pour Twitter par exemple. **L'économie des traces associée aux puissances de calcul et aux retours de l'intelligence artificielle sous forme de modélisations prédictives suscitent un engouement chez les investisseurs** (...). Les mesures sont produites par les sociétés qui génèrent elles-mêmes les traces et qui les revendent aux annonceurs : le modèle auto-référentiel de l'économie d'opinion s'accomplit au mieux dans les plates-formes numériques. » (Boullier, 2016)



5.1.3 Définitions

« **Deep learning** : L'apprentissage profond, désigne le fait d'empiler plusieurs couches de calcul pour en augmenter l'efficacité.

Données : Une donnée est ce qui est connu et sert de point de départ à un traitement d'information, souvent en vue de la détermination d'un problème.

Données d'entrée : Informations fournies en entrée à un programme (une image de chat dans le cadre du développement d'une IA de reconnaissance d'images, par exemple).

Données de sortie : Résultat attendu en sortie du programme (par exemple la probabilité que ce soit un chat ou non).

Intelligence artificielles : L'expression « intelligence artificielle », créée dans les années 1950, désigne le domaine de recherche qui étudie les mécanismes de l'intelligence en les modélisant avec des algorithmes et en les expérimentant avec des machines. Ces mécanismes incluent par exemple la faculté de trouver automatiquement des solutions à des problèmes, qui peut mettre en œuvre des capacités de planification, de prédiction, de contrôle, de mémorisation ou d'apprentissage. Par extension, le terme « intelligence artificielle » est souvent utilisé pour désigner des algorithmes simulant ou ayant des points communs avec certaines des capacités d'intelligence des êtres vivants.

Intelligence artificielle complète ou forte : Une intelligence artificielle qui serait capable de copier les aptitudes humaines (apprendre, comprendre, appréhender, raisonner, prendre des décisions, avoir une conscience, des émotions...). A ce jour, l'intelligence artificielle forte n'existe pas, c'est une croyance.

Intelligence artificielle faible : C'est l'intelligence artificielle qu'on connaît aujourd'hui : c'est un algorithme "apprenant", en adaptant ses paramètres à des données d'apprentissage, non pourvu de capacités mentales et cognitives, mais capable d'effectuer avec beaucoup plus d'efficacité, parfois plus que l'être humain, une tâche précise. »

(Inria, 2020)



5.2 Les domaines d'application en éducation

« L'intelligence artificielle (IA) suscite un intérêt pédagogique et scientifique croissant depuis une trentaine d'années, qui s'est accéléré récemment à la suite de l'amélioration de la performance technique de l'IA (Becker, 2018). Dans leur revue systématique de la littérature, Zawacki-Richter et al. (2019) identifient quatre applications principales de l'IA en enseignement supérieur : 1/le profilage et la prédiction (p. ex., admission à un programme d'études, décrochage scolaire) ; 2/les systèmes de tutorat intelligent (p. ex., enseignement de contenus pédagogiques, rétroactions) ; 3/la mesure et l'évaluation (p. ex., notation automatique, engagement scolaire) ; 4/et les systèmes adaptatifs et personnalisés (p. ex., recommandation et sélection de contenus personnalisés). En revanche, les enjeux éthiques et critiques que soulève l'IA sont peu étudiés en enseignement supérieur (Zawacki-Richter et al., 2019), et en éducation plus largement (Krutka, 2021). » (Collin & Marceau, 2021)

« L'intelligence artificielle (IA) joue un rôle important et croissant dans l'éducation. Un cas important est celui des systèmes d'enseignement personnalisés qui sont déjà bien établis, avec des preuves croissantes de leur efficacité pour améliorer l'apprentissage (VanLehn, 2011 ; Kulik & Fletcher, 2016 ; Steenbergen-Hu & Cooper, 2014 , 2013 ; Ma, Adesope, Nesbit, & Liu, 2014 ; du Boulay, 2016). Les systèmes d'IA dans l'éducation (AIED) peuvent également faire un usage diversifié et sophistiqué de l'IA pour créer l'interface si importante pour l'expérience d'apprentissage. Par exemple, l'interface peut utiliser le traitement et la génération du langage naturel, les interfaces vocales, les avatars, l'analyse vidéo de l'apprenant pour juger de son attention et de son émotion. » [Traduction] (Khosravi et al., 2022)

IA et éducation

Domaines d'application (Alexandre Lepage)

Évaluation et correction automatique

- Évaluation adaptative
- Correction des essais

Robots conversationnels

- Systèmes de tutorat intelligent
- Jouets intelligents
- Réponse à des questions simples (inscription, exigences d'admission, ...)

Prédiction et prévention de l'abandon scolaire

- Identification précoce des risques d'abandon
- Tableaux de bord intelligents

Difficultés d'apprentissage

- Détection des émotions avec reconnaissance faciale
- Outils adaptés (ex. prise de notes automatisée)

Usages administratifs et décisions d'admission

- Assignation des locaux ou des horaires
- Évaluation des programmes de formation ou reddition de comptes
- Pré-classement des demandes d'admission ou aide à la décision



Principalement à partir de Seldon et al. (2019) et Zawacki-Richter et al. (2019)

(DNE-TN2, 2022)



5.3 IA, patrimoine et création artistiques

« L'IA est utilisée dans le domaine artistique afin de fournir des moteurs de recherche très performants tant pour trouver des œuvres que pour les explorer en plein texte. Grâce aux réseaux de neurones, venus remplacer la technique des arbres de décision, des couches de neurones vont permettre d'identifier des objets et des images, comme le propose la National Gallery of Denmark SMK et qui permet d'accéder à une base de données riches en œuvres numérisées (consulter <https://open.smk.dk>). De même, le traitement des données à grande échelle permet au projet HIMANIS, l'exploration de manuscrits en plein texte (consulter https://www.archives-nationales.culture.gouv.fr/fr_FR/web/guest/himanis). Il est possible d'en faire une expérimentation en visitant : <http://himanis.huma-num.fr/himanis/> Ces techniques sont d'un grand intérêt dans le domaine de la création artistique. Il ne s'agit pas d'une nouveauté, cependant, car la créativité assistée par ordinateur existe depuis l'avènement de la cybernétique. Mais elle se voit dynamisée par de nouvelles techniques d'exploration des données, comme l'a prouvé l'expérimentation de production d'images automatisées de Deep Dream en 2015. La puissance des algorithmes a été poussée jusqu'à la création d'œuvres complètes par des réseaux de neurones génératifs. L'Art génératif renforce le questionnement de la place des technologies dans le domaine artistique, d'un point de vue critique, tout en offrant de nouvelles perspectives dans le domaine du design et de l'architecture en général. Béatrice Joyeux Prunel développe, pour cette raison, le concept d'imagination artificielle (<http://postdigital.ens.fr/archives/portfolio/imagination>) [Lien mis à jour]. »

(Romero et al., 2021) cité par (DNE-TN2, 2021)



5.4 Les domaines d'application dans la recherche : IA et humanités numériques

Que fait-on avec du DL ?

- **analyse d'image** : détection d'objets ou de personnes, caractère d'imprimerie (OCR),
- **annotation automatique** : description de contenu non-sémantique (image, vidéo)
- **classification automatique** : étiquetage d'un contenu à partir de classes prédéfinies
- **résumé/synthèse automatique**

→ prépare le corpus pour des algorithmes d'analyse (*topic modeling*) ou de requêtage (*search*) → facilite le *close reading*

À quoi peut servir le DL en SHS ?

- augmenter (considérablement) la taille du corpus étudié : changement d'ordre de grandeur
- entreprendre des analyses comparatives entre corpus
- transformer des corpus d'images ou de vidéo en base de données requêtables
- vérifier des hypothèses sur de grands volumes de données
- tracer la circulation de contenus au cours du temps, ou d'un corpus à l'autre
- identifier de nouveaux *patterns* (motifs) jusque-là négligés

(Pouyllau & Sauret, 2020) cités par (DNE-TN2, 2021)

5.5 Exemples d'enjeux éthiques

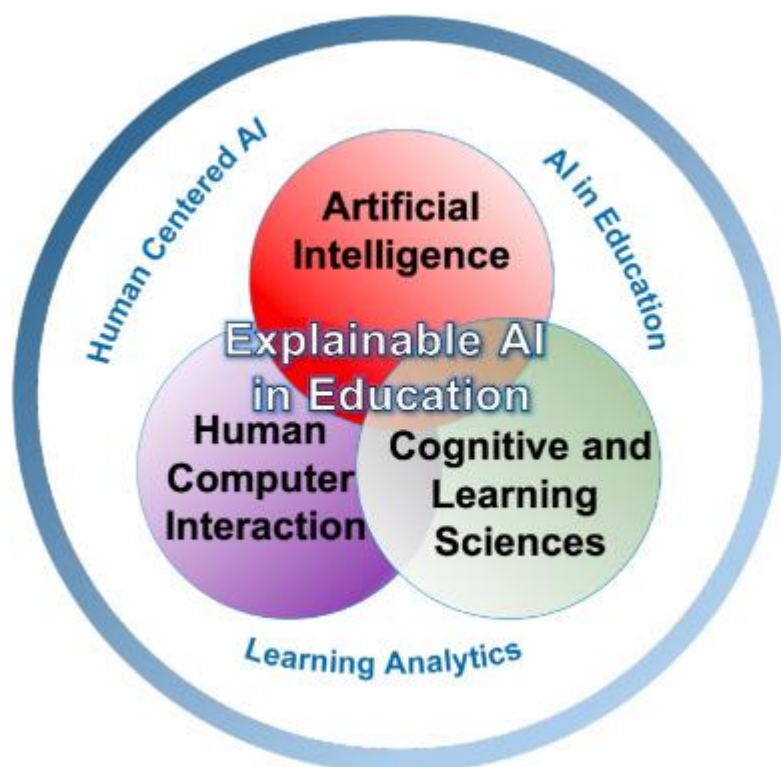
« Les enjeux éthiques et critiques que soulève l'IA en éducation sont multiples et ont des origines diverses. Un premier type d'enjeux est lié aux données massives que nécessite l'IA, lesquelles peuvent induire des biais éventuels et posent la question du respect de la vie privée des élèves et du personnel scolaire (Andrejevic et al., 2020 ; Perrotta et al., 2020). (...) Par ailleurs, l'IA est principalement produite par des entreprises privées plutôt que par des instances scolaires (Williamson et al., 2020 ; Selwyn et al., 2020), et principalement étudiée par des chercheur.e.s en informatique ou en sciences, technologies, ingénierie et mathématiques plutôt que par des chercheur.e.s en sciences de l'éducation (Zawacki-Richter et al., 2019). Cette situation génère un deuxième type d'enjeux éthiques et critiques relatif aux expertises et aux représentations éducatives mobilisées par les équipes de conception. En dehors de l'éducation, plusieurs études ont déjà souligné le manque de diversité au sein des équipes de conception, ce qui se traduit par des biais de représentativité allant de la sous-représentation de certains groupes sociaux à leur discrimination, stigmatisation ou exclusion. » (Collin & Marceau, 2021)



5.6 IA et explicabilité

« L'une des méthodes émergentes pour accroître la confiance dans les systèmes d'IA consiste à utiliser XAI, qui promeut l'utilisation de méthodes qui "permettent aux utilisateurs humains de comprendre, de faire confiance de manière appropriée et de gérer efficacement la génération émergente de partenaires artificiellement intelligents" (Gunning, 2017). L'objectif initial de XAI était principalement centré sur les algorithmes. À un niveau élevé, les modèles d'apprentissage automatique peuvent être classés en fonction de leur niveau d'interprétabilité, qui peut être défini comme la mesure dans laquelle un humain peut comprendre la cause d'une décision ou être capable de reproduire exactement ce que fait le modèle (Miller, 2019). » [Traduction] (Khosravi et al., 2022)

Domaines liés à l'IA explicable dans l'éducation



(Khosravi et al., 2022)

« Il existe de nombreuses situations dans lesquelles il apparaît **crucial de doter un système d'IA de capacité explicative**. Et si cette question est loin d'être nouvelle en intelligence artificielle, elle est redevenue centrale avec le développement récents de nombreux **systèmes dits « boîtes noires »** (il est utile de noter ici que l'usage de ce terme tend à confondre deux contextes très différents : celui d'un accès impossible au modèle – cas d'un système propriétaire –, et celui d'une complexité réputée trop grande du modèle, rendant difficile d'en comprendre la logique sous-jacente. Les conséquences en terme d'explications envisageables diffèrent). » (...)

« Les terrains applicatifs couvrent aussi bien le domaine éducatif, la planification de tournées, les maisons intelligentes, la modélisation financière, la sécurité (détection d'intrusion), la



création de matériaux, que – sans surprise tant les conséquences peuvent y être critiques – une large palette d'applications médicales (pharmacologie, imagerie, etc.). » (...)

« Dans le domaine éducatif, deux catégories d'utilisateurs doivent s'appropriier l'environnement numérique : les apprenants et les enseignants. **La question de l'appropriation des EIAH par les enseignants est essentielle pour que ces outils soient davantage utilisés dans l'enseignement.** Il faut donc concevoir des systèmes que les enseignants pourront adapter afin qu'ils répondent à leurs besoins. Pour cela, l'enseignant doit pouvoir comprendre les décisions ou recommandations du système d'IA concernant ses élèves, pour avoir confiance dans le système et, d'une certaine façon, « faire corps » avec lui pour être capable d'expliquer le comportement conjugué du dispositif tel qu'il a été mis en place. Cela nécessite une représentation explicite des connaissances et des processus de décision. La question de l'explicabilité doit être prise en compte dès la conception. » (Association française pour l'Intelligence Artificielle, 2022)

5.7 Pistes de travail pour enseigner l'IA

« Quelles sont les « grandes idées » en matière d'IA ? Nous en sommes aux premières étapes de l'élaboration des lignes directrices de l'IA pour les élèves de la maternelle à la Terminale, grâce à une collaboration entre les experts en IA et les enseignants de la maternelle à la Terminale. Nous allons décomposer les "grandes idées" de l'IA en cinq thèmes (...).

1 : les ordinateurs perçoivent le monde à l'aide de capteurs.

2 : les agents entretiennent des modèles/représentations du monde et les utilisent pour "raisonner".

3 : les ordinateurs peuvent apprendre à partir des données.

4 : Faire en sorte que les agents interagissent confortablement avec les humains est un défi de taille pour les développeurs d'IA.

5 : Les applications de l'IA peuvent avoir un impact sur la société, tant positif que négatif. »

D'après (Bocquet, 2020)



5.8 Un exemple de travail de modélisation

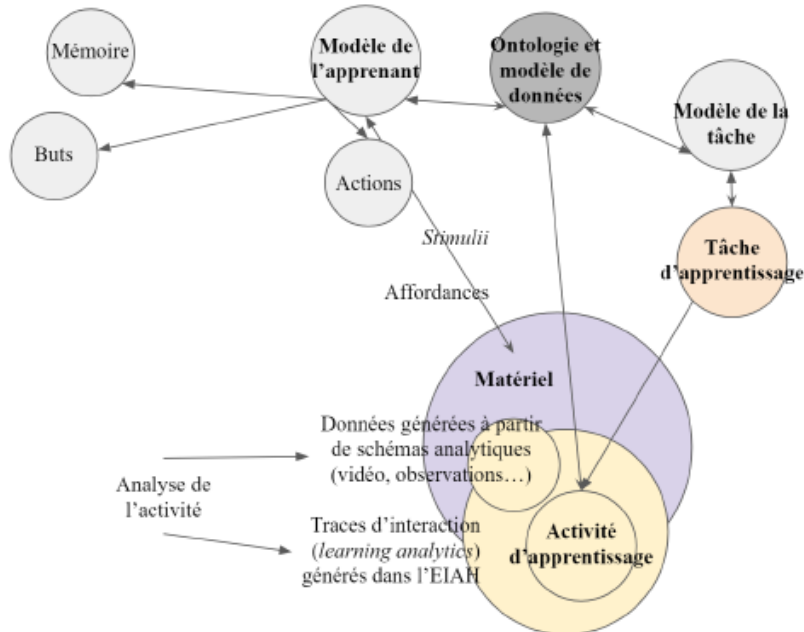
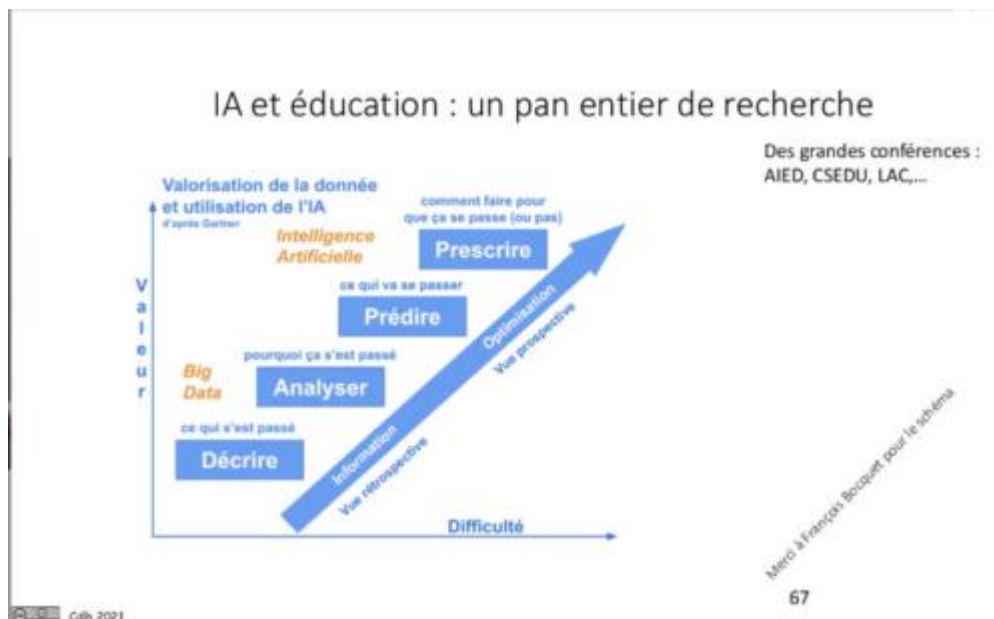


Figure 5. Modèle de la tâche, de l'apprenant et de l'activité (Romero, Vieville & Heiser, 2021) (Romero et al., 2021)

5.9 IA et éducation comme domaine de recherche



(de la Higuera & DNE-TN2, 2022)



6. La crise sanitaire comme révélateur et accélérateur de changements ?

6.1 Une crise globale

« ...La crise ne saurait être lue à travers le seul prisme de la santé. Elle est aussi sociale, économique et politique. Sociale parce qu'elle a révélé en les rendant plus visibles les inégalités face à l'épreuve du confinement mais aussi devant la prise en charge par les institutions des publics les plus fragiles. Ainsi pour prendre l'exemple de l'école, l'action menée par ses professionnels en vue de maintenir un enseignement devenu distanciel, a rapidement montré que les familles étaient inégalement dotées en ressources matérielles et culturelles mais aussi inégalement prédisposées à les mobiliser. » (...) « **La crise sanitaire n'a engendré ni les inégalités face aux apprentissages, ni les inégalités sociales. Elle les a amplifiées et surtout, mises au jour, et avec elles, les vulnérabilités et fragilités qui sont souvent tues ou invisibles.** » (...) « À l'occasion du confinement les enseignants, premiers observateurs de leurs élèves, ont pu prendre toute la mesure des environnements technologiques et culturels favorisant les apprentissages : disposer d'un ordinateur personnel, d'un accompagnement pédagogique par les parents, savoir rechercher l'information, la structurer, la réorganiser, en hiérarchiser les contenus, pouvoir les relier à des leçons ou à des exercices. » (Jellab, 2021)

6.2 Le rôle des DANE et les ENT

« **Un travail important a dû être mené en urgence par les Délégués académiques au numérique éducatif (DANE) pour accroître les capacités d'accueil des ENT.** Et les difficultés de connexion ont souvent conduit, au moins dans un premier temps, les équipes enseignantes à utiliser d'autres instruments que les ENT académiques pour poursuivre leurs missions auprès des élèves. Les ressources offertes par le CNED et par Canopé ont aussi été redimensionnées et largement utilisées. On peut tirer de cette période trois enseignements pour les années à venir : l'importance d'avoir des ENT mieux dimensionnés ; la nécessaire généralisation des ENT premier degré (depuis septembre 2020 il y a eu un fort accroissement des demandes des écoles et des communes) et la grande pertinence des organismes comme le CNED ou Canopé. » (Marois, 2021)

6.3 Le vécu psychosociologique du confinement

« À l'instar du reste de la population française, les acteurs de l'Éducation ont souvent dû concilier activité professionnelle et prise en charge d'activités familiales supplémentaires générées par le confinement : plus de 20 % des enseignants, environ 15 % des formateurs et coordinateurs, et presque 10 % des personnels de direction et de pilotage ont travaillé confinés en présence de personnes nécessitant un soin ou un accompagnement spécifique, notamment des enfants. » (...) « Au regard des premiers résultats d'enquêtes, c'est d'abord la question du matériel mis à disposition des enseignants pour assurer la continuité pédagogique qui est mise en avant. En effet, seulement 19,7 % des enseignants déclarent travailler avec un ordinateur professionnel. Pendant la période de confinement, les enseignants ont donc majoritairement utilisé leur matériel personnel, souvent partagé avec leurs enfants (47,1 %) ou avec leur conjoint (42,4 %). » (...) « En ce qui concerne les pratiques numériques, une très forte majorité d'enseignants (96,5 %) utilisaient les outils numériques pour travailler avant le contexte de confinement, et 69,2 % s'estimaient à l'aise avec ceux-ci. Pour autant, cela ne signifie pas qu'ils



étaient préparés à l'enseignement à distance, les outils numériques étant jusqu'alors utilisés en support d'un enseignement traditionnel, avec une faible part d'enseignants ayant expérimenté la classe virtuelle avant le confinement. » (DNE-TN2, 2020)

« La période de confinement a bouleversé en quelques heures le travail enseignant : l'épreuve de l'asynchrone a débuté sans anticipation possible. Beaucoup d'enseignants ont évoqué un **état de sidération à surmonter** : « La première semaine de confinement a été pour moi rythmée par des émotions exacerbées, d'abord de la sidération, celle qui empêche d'avancer, et des grands moments d'angoisse, celle qui arrive par vague » [Sylvia, second degré]. Habituellement, l'agenda scolaire structure, répartit et sanctuarise le travail des enseignants et de leurs élèves par niveaux et disciplines scolaires dans des espaces/temps cycliques et clairement identifiés par l'ensemble de la communauté éducative. Sans ces repères, dans l'école hors les murs, **les enseignants ont bricolé une foison d'organisations spontanées** selon des temporalités très variables pour transmettre le travail scolaire : dépôt sur l'environnement numérique de travail pour la semaine ou seulement à l'heure de l'agenda habituel, envoi par mails la veille du créneau horaire régulier, sans oublier la récupération de dossiers-papier à l'accueil des établissements pour les enfants des familles les plus démunies. » (Ria & Rayou, 2020)

6.4 Distanciation et rapprochement entre famille et institution scolaire

« La barrière sanitaire instaurée entre école et familles a paradoxalement conduit enseignants et parents à faire des **incursions dans le monde de l'autre**. Les premiers prennent des nouvelles de la santé de tous, s'inquiètent de la présence ou non d'adultes au foyer, des ressources et aides disponibles. Les seconds sont amenés à garantir un cadre de travail, à jouer les répétiteurs, à contraindre à l'effort et à la persévérance. Loin d'être les partenaires évidents d'un accompagnement éducatif plus préconisé que pensé (Périer, 2019), les familles s'incarnent aux yeux des professionnels de l'école. L'isomorphisme supposé entre le milieu scolaire et le milieu familial par où transite le travail personnel au moment des devoirs est questionné. En complément, nombre de parents révisent leur jugement sur un métier d'enseignant qu'ils assument désormais en partie et dont ils voient ce qu'il suppose de compétences d'enrôlement, de traduction des notions et consignes, de maintien au travail dans la durée. » (Ria & Rayou, 2020)

6.5 L'évolution de l'aide aux élèves dans leur apprentissage

« L'analyse de la transformation de l'aide montre que l'accès des élèves à un soutien efficace des enseignants s'est heurté pendant cette période à des **limites inédites**, ce qui peut contribuer à expliquer l'accroissement des écarts constatés par la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance du ministère français de l'Éducation nationale dans les résultats aux évaluations nationales en 2020 (DEPP, 2020b ; 2020c). **L'aide indirecte**, la plus massivement mise en œuvre, n'a manifestement pas suffi pour qu'une partie des élèves puisse apprendre. **L'aide directe**, moins fréquente et moins facile à assurer qu'en classe, semble avoir été considérée comme un pis-aller utile mais souvent décevant pour nombre d'enseignants enquêtés. Pour autant, la recherche entreprise suggère paradoxalement que, du fait de la difficulté à déployer cette aide, le confinement a été pour certains un **moment de prise de conscience d'une série de difficultés d'apprentissage des élèves jusqu'alors mal perçues**. Cela peut avoir été vécu, avec l'isolement, comme une situation d'échec personnel source de frustration et, parfois, de colère, mais pourrait également les avoir convaincus durablement de



la nécessité de mieux anticiper la préparation d'aides adaptées. Il faudrait cependant pour s'en assurer mener une nouvelle enquête en ce sens. Mais la recherche montre également que **les réponses des enseignants à la situation ont été fort diverses**, moins de la moitié des enseignants enquêtés ayant par exemple recouru à la classe virtuelle synchrone. Cette hétérogénéité renvoie à des situations personnelles diverses mais aussi à des conceptions du métier inégalement tournées vers la volonté de faire apprendre tous les élèves. Une telle analyse souligne alors **l'utilité d'un accompagnement des enseignants symétrique à celui des élèves permettant d'identifier des problèmes professionnels à partir desquels envisager une amélioration des pratiques enseignantes** (Picard, Mamede & Netter, 2018) et d'entretenir l'ancrage de la réflexion des enseignants sur les questions d'aide aux élèves ayant le plus de mal à se saisir des attentes scolaires. Elle pointe également l'intérêt d'un outillage théorique ouvrant à la fois sur l'étude fine des situations d'apprentissage et sur leurs ancrages social et historique, permettant d'envisager des recherches sur les effets dans la durée des pratiques enseignantes sur les apprentissages des élèves, pendant le confinement et au-delà. » (DNE-TN2, 2022 ; Netter & Régibier, 2021)



6.6 Enseignement à distance et outils numériques

Figure 13. Enseignement à distance : Activités d'un enseignant induites par l'usage d'outils numériques et effets auprès des élèves

Tâche de l'élève	Ce qui est crucial en présence pendant l'activité	Ce qui à quoi il faut être attentif à distance
Écouter un cours	Interaction verbale et non-verbale	Interaction très dégradée
Lire un texte, étudier un document multimédia, étudier un cas	Susciter un engagement cognitif des élèves Régulation par le professeur	Engagement OK si consignes explicites, précises. Régulation décalée autorégulation « encadrée »
Résoudre un problème ordinaire	Régulation par le professeur	Régulation très dégradée
Résoudre un problème mal défini (projet, enquête, découverte)	Ajustement autonomie et guidage	Ajustements difficiles, mais possibles Consignes plus explicites, scripts
Faire des exercices	Feedback immédiat	Feedback immédiat possible, si domaine bien défini
Étudier des problèmes résolus	Rôle minime, mais importance de l'engagement cognitif	Possible, si consignes explicites, précises
Préparer un exposé Enquête documentaire	Travail en autonomie, mais importance de la régulation (illusion de facilité)	Possible, mais régulation à mettre en œuvre
Dialogue professeur élèves	Interaction verbale et non-verbale	Interaction très dégradée
Demande d'aide	Interaction verbale et non-verbale	Interaction très dégradée. Proposer de l'aide plutôt qu'attendre la demande
Coopération entre élèves	Interaction verbale et non-verbale, ajustement	Interaction et ajustement très dégradés

(Tricot & Chesné, 2020)



Références

- Aillerie, K. (2017). Le " numérique éducatif " à l'épreuve des pratiques scolaires : Petits arrangements avec le marché. Hermès, La Revue- Cognition, communication, politique. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02165597>
- Allouche, E. (2020). Les humanités numériques, pour un dialogue interdisciplinaire entre recherche et éducation. Frantice.net, 59-69.
http://frantice.net/docannexe/file/1685/frantice_17_.pdf
- Association française pour l'Intelligence Artificielle. (2022). IA & Explicabilité. Bulletin de l'AFIA, 116, 62. https://afia.asso.fr/wp-content/uploads/2022/05/116_avr22.pdf
- Bachimont, B. (2014). *Raison graphique et raison computationnelle*.
<https://www.youtube.com/watch?v=zljyg60MKUI>
- Baron, G.-L. (2014). Élèves, apprentissages et « numérique » : Regard rétrospectif et perspectives. *Recherches En Education*, 18, 91–103.
http://www.mutatice.net/glbaron/lib/exe/fetch.php/baron_article_oct_13_revu.pdf
- Baron, G.-L., & Depover, C. (Éds.). (2019). *Les effets du numérique sur l'éducation : Regards sur une saga contemporaine*. Presses universitaires du Septentrion.
- Bechetti-Bizot, C. (2017, mai). *Repenser la forme scolaire à l'heure du numérique (rapport de l'Inspection générale de l'Education nationale)*.
http://cache.media.education.gouv.fr/file/2017/55/1/IGEN-Rapport-2017-056-Repenser-forme-scolaire-numerique-nouvelles-manieres-apprendre-enseigner_849551.pdf
- Bocquet, F. (2020, juillet 9). [Traduction] L'intelligence artificielle de la maternelle à la Terminale : Que devrait savoir chaque enfant sur l'IA ? [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/1970>



- Bouchardon, S. (2014). *L'écriture numérique : Objet de recherche et objet d'enseignement*. 9. https://www.researchgate.net/profile/Serge_Bouchardon2/publication/270159406_Bouchardon_S_2014_L'écriture_numerique_objet_de_recherche_et_d'enseignement_Les_Cahiers_de_la_SFSIC_juin_2014_225-235/links/556c572908aec2268303ea3f.pdf
- Bouchardon, S., & Cailleau, I. (2018). Milieu numérique et « lettrés » du numérique. *Le français aujourd'hui*, 200, 117-126. <https://doi.org/10.3917/lfa.200.0117>
- Boullier, D. (2016). *Sociologie du numérique*. A. Colin, DL 2016.
- Boullier, D. (2021, mai 19). Puissance des plateformes numériques, territoires et souverainetés. *Sciences Po Chaire Digital, gouvernance et souveraineté*. <https://www.sciencespo.fr/public/chaire-numerique/wp-content/uploads/2021/05/RP-Puissances-des-plateformes-num%C3%A9riques-territoires-et-souverainet%C3%A9s-Dominique-BOULLIER-Mai-2021-1.pdf>
- Boullier, D., DANE Créteil, & Allouche, E. (2022, avril 20). Les plateformes de l'attention [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/4711>
- Bourdaloie, H. (2011). *Enjeux culturels et sociaux de l'apprentissage de l'écriture numérique pour l'école*. https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00830901
- Cardon, D. (2019). *Culture numérique*. Les presses SciencesPo.
- Casilli, A. A. (2022). Plateformes numériques. In D. Fassin (Éd.), *La société qui vient* (p. 185-201). Editions du Seuil. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03560551>
- Clément, M.-N. (2020). Les 0-6 ans et les écrans digitaux nomades. Évaluation de l'exposition et de ses effets à travers la littérature internationale. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 68(4), 190-195. <https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2020.03.007>



- Clément-Fontaine, M., Rosnay, M. D. de, Jullien, N., & Zimmermann, J.-B. (2021). Communs numériques: Une nouvelle forme d'action collective? *Terminal. Technologie de l'information, culture & société*, 130, Article 130. <https://doi.org/10.4000/terminal.7509>
- CNESCO. (2020). Numérique et apprentissages scolaires. *Conseil national d'évaluation du système scolaire*. <http://www.cnesco.fr/fr/numerique-et-apprentissages-scolaires/>
- Collin, S., & Brotcorne, P. (2019). Contribution d'une approche sociocritique à l'étude des effets du numérique en éducation. In G. L. Baron & C. Depover (Éds.), *Les effets du numérique sur l'éducation—Regards sur une saga contemporaine* (p. 229-243). Septentrion.
- Collin, S., & Marceau, E. (2021). L'intelligence artificielle en éducation: Enjeux de justice. *Formation et profession*, 29(2), 1. <https://doi.org/10.18162/fp.2021.a230>
- Cordier, A. (2021). Squeezie, TikTok, maman, papa et moi! Quand le numérique vient agrandir la famille. In *Parentalité(s) et après?* (p. 257-276). Érès. <https://www.cairn.info/parentalites-et-apres--9782749271392-page-257.htm>
- Cordier, A., Danic, I., & DNE-TN2. (2022, février 3). Enfance(s) et Socialisation(s): Vers la compréhension des cultures enfantines – GTnum #ELN – Les Cahiers d'ELN (février 2022) [CREM – Université de Lorraine] [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/4001>
- Coyne, S. M., Padilla-Walker, L. M., Fraser, A. M., Fellows, K., & Day, R. D. (2014). "Media Time = Family Time": Positive Media Use in Families With Adolescents. *Journal of Adolescent Research*, 29(5), 663-688. <https://doi.org/10.1177/0743558414538316>
- CREAD-M@souin, & DNE-TN2. (2020, mars 27). Pratiques et usages numériques des jeunes: Productions du GTnum 4 [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*. <https://edunumrech.hypotheses.org/1429>



Crozat, S., Bachimont, B., Cailleau, I., Bouchardon, S., & Gaillard, L. (2011).

Éléments pour une théorie opérationnelle de l'écriture numérique.

<http://www.utc.fr/~wprecip/articles/PRECIP-docnum.pdf>

de la Higuera, C., & Bocquet, F. (2020, juillet 9). L'éducation, la formation des enseignants et l'apprentissage de l'intelligence artificielle: Un aperçu des questions clés [Billet].

Éducation, numérique et recherche. <https://edunumrech.hypotheses.org/1973>

de la Higuera, C., & DNE-TN2. (2022, janvier 10). Intelligence artificielle et éducation – GTnum #IA_EO : Conférence de Colin de la Higuera [Université de Nantes - Chaire UNESCO RELIA] [Billet]. Éducation, numérique et recherche.

<https://edunumrech.hypotheses.org/3837>

DEPP. (2021, février). *Évaluation multidimensionnelle de l'impact d'équipements numériques mobiles sur les apprentissages des élèves: Premiers résultats des effets du Plan numérique de 2015.* Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports.

<https://www.education.gouv.fr/evaluation-multidimensionnelle-de-l-impact-d-equipements-numeriques-mobiles-sur-les-apprentissages-309284>

DNE-TN2. (2020a, mars 30). Numérique et ressources éducatives: Productions du GTnum 6.

Éducation, numérique et recherche. <https://edunumrech.hypotheses.org/1453>

DNE-TN2. (2020b, octobre 27). École, numérique et confinement : Quels sont les premiers résultats de la recherche en France ? [Billet]. Éducation, numérique et recherche.

<https://edunumrech.hypotheses.org/2215>

DNE-TN2. (2021a, février 9). Littératie numérique et translittératie : Définitions et veille bibliographique [Billet]. Éducation, numérique et recherche.

<https://edunumrech.hypotheses.org/2664>



DNE-TN2. (2021b, mai 18). IA et éducation : Ressources, pratiques et acteurs – #GTnum #Scol_IA [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*.

<https://edunumrech.hypotheses.org/3030>

DNE-TN2. (2021c, juin 30). Le deep learning, un tournant épistémologique pour les SHS ? (Huma-Num LAB, 2020) [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*.

<https://edunumrech.hypotheses.org/3203>

DNE-TN2. (2022a, janvier 20). Les enjeux éducatifs à l'ère de l'Intelligence Artificielle : GTnum #Scol_IA – Maison de l'Intelligence artificielle [Billet]. *Éducation, numérique et*

recherche. <https://edunumrech.hypotheses.org/3898>

DNE-TN2. (2022b, mai 24). Aider les élèves à apprendre à l'école en période de confinement – GTnum CIRCEFT #PLEIADES [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*.

<https://edunumrech.hypotheses.org/5111>

DNE-TN2, & CREAD-M@rsouin. (2020, avril 6). Les enseignants et le numérique : Productions du GTnum 9 [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*.

<https://edunumrech.hypotheses.org/1497>

DNE-TN2, E., & Réseau Canopé. (2020, janvier 6). Réalité virtuelle et immersion : Productions du GTnum 7 [Billet]. *Éducation, numérique et recherche*.

<https://edunumrech.hypotheses.org/492>

Drot-Delange, B. (2019). L'éducation au numérique : Quels objets pour quels effets ? In G.-L. Baron & C. Depover (Éds.), *Les effets du numérique sur l'éducation : Regards sur une saga contemporaine* (p. 191-205). Presses universitaires du Septentrion.

Drot-Delange, B., & Tort, F. (2022). Éducation aux données ou enseignement des données : Quelles humanités numériques au lycée ? *Humanités numériques*, 5, Article 5.

<https://journals.openedition.org/revuehn/2908>



- Fluckiger, C. (2020). *Les usages effectifs du numérique en classe et dans les établissements scolaires*. CNESCO. http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2021/02/210218_Cnesco_Fluckiger_Numerique_Usages.pdf
- Greffet, F., & Wojcik, S. (2014). La citoyenneté numérique—Perspectives de recherche. *Rezeaux*, 184185(2), 125-159. <https://www.cairn.info/revue-rezeaux-2014-2-page-125.html>
- Grumbach, S. (2015). Qu'est-ce que l'intermédiation algorithmique ? (XXIe siècle). <http://www.societe-informatique-de-france.fr/wp-content/uploads/2015/12/1024-no7-Grumbach.pdf>
- Inaudi, A. (2017). École et numérique : Quelques dates-clés. *Hermès, La Revue*, 78, 19-22. <http://www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2017-2-p-19.htm>
- Inria. (2020). L'Intelligence Artificielle... avec intelligence ! (MOOC). FUN-MOOC. <http://www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:inria+41021+session01/about>
- Inria. (2020, décembre 10). Éducation et Numérique : INRIA fait le point dans un livre blanc. Inria. <https://www.inria.fr/fr/education-numerique-livre-blanc-inria-edtech>
- Jellab, A. (2021). Le confinement et l'école d'après : Les enseignements d'une expérience inédite. *Administration & Éducation*, N° 169(1), 23-31. <https://doi.org/10.3917/admed.169.0023>
- Khosravi, H., Shum, S. B., Chen, G., Conati, C., Gasevic, D., Kay, J., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Sadiq, S., & Tsai, Y.-S. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100074. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>
- Koltay, T. (2019). Data literacy in academia : Basics and pedagogical views. *Opus et Educatio*, 6(4). <https://doi.org/10.3311/ope.343>



Lassault, J. (2021). Le numérique comme outil pédagogique pour l'apprentissage de la lecture et des mathématiques : Du laboratoire à la salle de classe [These de doctorat, Aix-Marseille]. <https://www.theses.fr/2021AIXM0046>

Le Crosnier, H. (2015, octobre 16). *Les communs de la connaissance (CN15-16)*. https://www.canal-tv/video/centre_d_enseignement_multimedia_universitaire_c_e_m_u/04a_les_communs_de_la_connaissance_cn15_16.18960

Lebrun, M. (2018, juillet 13). *Classes inversées : Les effets (I)*. *Blog de M@rcel Un blog sur la pédagogie, la technologie et aussi sur un peu de tout*. <http://lebrunremy.be/WordPress/?p=882>

Marois, W. (2021). Le système éducatif dans la pandémie. *Administration Education*, 169(1), 43-48. <https://www.cairn.info/revue-administration-et-education-2021-1-page-43.htm>

McDaniel, B. T., Galovan, A. M., Cravens, J. D., & Drouin, M. (2018). "Technoference" and Implications for Mothers' and Fathers' Couple and Coparenting Relationship Quality. *Computers in human behavior*, 80, 303-313. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.019>

Merzeau, L., & Mulot, H. (2017). Les communs : Levier pour l'enseignement (du) numérique à l'école. *Hermès, La Revue*, 78, 193-200. <http://www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2017-2-p-193.htm>

Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports. (2014, mai). Une stratégie ambitieuse pour faire entrer l'École dans l'ère du numérique. Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports. <https://www.education.gouv.fr/une-strategie-ambitieuse-pour-faire-entrer-l-ecole-dans-l-ere-du-numerique-6293>



Mœglin, P. (2003). Approches communicationnelles des médias éducatifs. CC-Webcast.

https://webcast.in2p3.fr/video/tematicce_2003_approches_communicationnelles_des_medias_educatifs_pierre_moeglin

Mulot, H., & Carbillet, M. (2014, septembre 3). Entretien avec Louise Merzeau : Culture numérique, média, communs et vivre ensemble. Doc pour docs.

<https://www.docpourdocs.fr/spip.php?article546>

Netter, J., & Régibier, L. (2021). Aider les élèves à apprendre à l'école en période de confinement. Questions Vives. Recherches en éducation, N° 36, Article N° 36.

<https://doi.org/10.4000/questionsvives.5930>

Nizet, I., & Meyer, F. (2016, janvier 27). *La classe inversée : Que peut-elle apporter aux élèves ?*

Réseau Canopé - L'Agence des usages. <https://www.reseau-canope.fr/agence-des-usages/la-classe-inversee-que-peut-elle-apporter-aux-eleves.html>

Plantard, P. (2014). Anthropologie des usages du numérique [Thesis, Université de Nantes].

<https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-01164360/document>

Ria, L., & Rayou, P. (2020). La forme scolaire en confinement : Enseignants et parents à

l'épreuve de l'enseignement à distance. Formation et profession : revue scientifique internationale en éducation. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02998592>

Romero, M., Aloui, H., Heiser, L., Galindo, L., & Lepage, A. (2021). Un bref parcours sur les

ressources, pratiques et acteurs en IA et éducation—#GTnum #Scol_IA [LINE – Université Côte d'Azur] [Research Report]. Université Côte d'Azur. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03190014>

Saemmer, A. (2015). Hypertexte et narrativité. *Critique*, 819-820, 637-652.

http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=CRITI_819_0637



Tricot, A. (2020). *Quelles fonctions pédagogiques bénéficient des apports du numérique ?*

CNESCO. [http://www.cnesco.fr/wp-](http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2021/02/210218_Cnesco_Tricot_Numerique_Fonctions_pedagogiques.pdf)

[content/uploads/2021/02/210218_Cnesco_Tricot_Numerique_Fonctions_pedagogiques.pdf](http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2021/02/210218_Cnesco_Tricot_Numerique_Fonctions_pedagogiques.pdf)

Tricot, A. (2020). Lire et écrire à l'école : Quels effets du numérique ?

<http://andre.tricot.pagesperso-orange.fr/LectureEcritureNumeriques.pdf>

Tricot, A., & Chesné, J.-F. (2020). Numérique et apprentissages scolaires—Rapport de synthèse. Conseil national d'évaluation du système scolaire.

<http://www.cnesco.fr/fr/numerique-et-apprentissages-scolaires/>

Voulgre, E. (2011). *Une approche systémique des TICE dans le système scolaire français: Entre finalités prescrites, ressources et usages par les enseignants* [Thèses, Université de Rouen]. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01628569>