

NUMÉRIQUE ET APPRENTISSAGES SCOLAIRES

Les usages effectifs du numérique en classe et dans les établissements scolaires

FLUCKIGER Cédric

Université de Lille

Octobre 2020

le cnam
Cnesco

Centre national d'étude des systèmes scolaires

Pour citer ce rapport, merci d'utiliser la référence suivante :

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

Ce rapport s'inscrit dans une série de contributions publiées par le Centre national d'étude des systèmes scolaires (Cnesco) sur la thématique : **Numérique et apprentissages scolaires**.

Les opinions et arguments exprimés n'engagent que l'auteur du rapport.

Disponible sur le site du Cnesco : <http://www.cnesco.fr>

Publié en octobre 2020

Centre national d'étude des systèmes scolaires

41 rue Gay-Lussac 75005 Paris

Table des matières

Liste des figures	4
Introduction	5
I. Empan et limites du rapport	6
A. Empan et limites : une contribution centrée sur les <i>usages</i>	6
B. Clarifications terminologiques : qu'est-ce que le numérique ?	8
II. Quels usages pour quels outils ?	11
A. Les ressources numériques pour la classe	11
B. Les manuels numériques.....	12
C. Le tableau numérique interactif (TNI).....	14
D. Ordinateurs portables et tablettes.....	15
E. Usages d'Internet et des moteurs de recherche	18
F. La lecture et l'écriture sur support numérique	20
G. Des jeux et des vidéos pour apprendre.....	21
H. Les dispositifs techno-pédagogiques : classes inversées, dispositifs collaboratifs, etc.	22
I. La robotique éducative, Scratch, initiation à la programmation	23
III. Questions transversales	25
A. Les outils numériques disciplinaires, quelles variations ?.....	25
B. Quelle scolarisation de produits et technologies extérieures à l'école ?.....	26
C. Quelle généralisation des innovations ?	28
D. Quelle efficacité ?.....	30
E. Quelle innovation pédagogique ?	32
F. Gagner ou perdre du temps ?	33
G. Quelles compétences ?	34
H. Quelle motivation des élèves ?	36
I. Quelles inégalités numériques ?	36
Conclusion	39
Références	40

Liste des figures

Figure 1. Les huit fonctions pédagogiques et leurs caractéristiques	9
Figure 2. Une typologie des typologies des usages en éducation.....	10
Figure 3. Usage du TNI par les élèves, selon les enseignants (à gauche) et selon les élèves (à droite) 15	
Figure 4. Progression du nombre de tablettes tactiles recensées dans les classes	17
Figure 5. Intensité des usages selon les domaines d'enseignement.....	25

Introduction

Le numérique est souvent présenté comme « une chance pour l'école » (Boissière, Fau & Pedró, 2015), une nécessité et une occasion de refondation¹. Le préambule du dossier de presse du ministère de l'Éducation nationale français daté d'août 2018, affirme ainsi :

Le système éducatif est engagé dans des transformations pédagogiques et organisationnelles profondes, de l'école maternelle au post-baccalauréat, qui nécessitent de mobiliser fortement les potentialités du numérique. Celui-ci représente en effet un levier de transformation puissant pour accompagner la politique ministérielle dans toutes ses dimensions. Dossier de presse, MEN, 2018².

L'équipement des écoles et l'encouragement des usages en classes sont désormais des politiques partagées par de très nombreux pays. Pour autant, que disent les recherches de la traduction de ces politiques dans les classes ? Comment enseignants et élèves se saisissent-ils des technologies numériques ? Comment ces technologies affectent-elles les enseignements et les apprentissages ?

Pour répondre à ces questions, ce rapport s'organise en trois parties d'inégale longueur :

- Une première partie, assez courte, délimitera l'empan et fixera les limites de ce travail. Pour cela, sera discuté ce qu'on peut entendre par *usages* et par *numérique*. Quelques éléments de compréhension seront donnés pour appréhender et tenter de se repérer dans le foisonnement d'outils et médias qui relèvent du numérique éducatif.
- Une deuxième partie sera l'occasion de brosser à grands traits ce que les recherches disent des usages des principales technologies numériques pour la classe : les tableaux numériques interactifs (TNI), tablettes, classes mobiles, mais aussi les ressources pour les enseignants ou les élèves, les robots pédagogiques, etc.
- Enfin, une dernière partie discutera de ce que les recherches peuvent dire sur des questions transversales à ces technologies particulières : sur la question de la généralisation du numérique, son efficacité, les inégalités numériques, les compétences des élèves et celles des enseignants, etc.

¹ Mon collègue et ami François Villemonteix avait accepté de co-rédiger cette contribution avec moi. Sa disparition brutale au tout début de ce processus éditorial ne nous a pas laissé le temps de le mener à bien ensemble. Sa connaissance fine et critique de ce champ manque à cette contribution, comme il nous manque humainement. Que cette contribution lui soit dédiée.

² http://cache.media.education.gouv.fr/file/08 - Aout/36/1/DP-LUDOVIA_987361.pdf

I. Empan et limites du rapport

A. Empan et limites : une contribution centrée sur les usages

Ce rapport se centre sur les *usages* du numérique en classe et dans les établissements scolaires. Il convient d'en indiquer plusieurs limites, afin de définir l'empan de cette contribution ainsi que sa place par rapport aux autres rapports du Cnesco consacrés au numérique.

- Tout d'abord, nous nous centrerons ici sur les usages qui ont directement trait à l'enseignement ou à l'apprentissage, par rapport à d'autres contributions de cette thématique, qui peuvent investiguer d'autres outils comme les espaces numériques de travail (ENT) dans leur fonction de relation avec les parents (Poyet, 2020) ou des usages juvéniles et apprentissages hors la classe (Cordier, 2020). Les usages dont nous traitons ici relèvent le plus souvent de l'espace de la classe, mais peuvent aussi s'inscrire dans des dispositifs transversaux ou non-disciplinaires, du moment qu'ils sont bien en lien avec les apprentissages et les enseignements.
- 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.
- Ce rapport rend compte des études d'usage, en contexte « écologique », *in situ*, par opposition aux études principalement expérimentales, qui seront abordées plus spécifiquement dans le rapport sur les fonctions pédagogiques (Tricot, 2020).
- Enfin, nous nous centrons sur les usages liés à un contexte de classe et non pas sur les usages des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans leurs dimensions communicationnelles, pour l'enseignement à distance, la mise en place de *communautés virtuelles*, le recours à des campus numériques, forums de discussion, messagerie électronique hors des contextes de classe.

Cette perspective tient donc à deux déplacements conceptuels portés par la notion d'*usage* :

- Un déplacement de la problématique de *diffusion* des technologies (dans la perspective ouverte par Rogers, 1962/1995), posant le problème de leur « adoption » ou « acceptabilité » à celle moins surplombante de l'*appropriation*. La première est plus déterministe, les usages étant pensés comme découlant de la technique, dans un schéma linéaire (Millerand, 1999, p. 8) Une telle approche et pu être jugée « positiviste » (Boullier, 1989). La seconde perspective, celle de l'*appropriation*, insiste sur le fait que les utilisateurs n'adoptent pas les technologies passivement : l'usage est un « construit social » et non « un sous-produit de la technique » (Chambat, 1994a, p. 45).
- Un déplacement des études expérimentales, avec un contrôle des conditions initiales, vers des études des usages effectifs, dans la diversité des situations et des contextes socio-techniques effectifs des classes.

Dans cette contribution, nous parlons donc des *usages* pour désigner ce que font effectivement les élèves ou les enseignants avec les technologies, en considérant qu'il peut y avoir un écart entre les usages prévus et les usages prescrits, et que ces usages se sont formés dans le contexte des évolutions

de l'école et celles des modes de vie. Les études qui se situent dans cette perspective s'attachent à montrer comment les innovations technologiques « interfèrent avec des pratiques existantes, qu'elles prennent en charge et réaménagent » (Chambat, 1994b, p. 253), en étroite relation avec les imaginaires, émotions, fascinations ou craintes qu'elles suscitent (Flichy, 2001 ; Rinaudo, 2011).

Appréhender les usages suppose donc de se donner les moyens méthodologiques pour les appréhender. Les outils méthodologiques mobilisés par les recherches présentées ici peuvent relever du quantitatif ou du qualitatif, reposer sur du déclaratif (entretiens ou questionnaires) ou sur des observations (instrumentées ou non par des captations audio ou vidéo), etc. Mais rappelons que toutes ces méthodes reposent *in fine* sur un point de vue : celui d'un acteur, tel qu'il est verbalisé en entretien ou dans un questionnaire, mais aussi le point de vue du chercheur. Rappelons aussi qu'en cela, les *usages* se distinguent de la seule *utilisation* des technologies, car loin de renvoyer à un face-à-face entre un individu et une technologie, les études d'usage les considèrent dans leur contexte, social, culturel, et que l'usage est pris dans des interactions, des normes, des représentations socialement partagées. Les *utilisations* sont plus ou moins ponctuelles, les *usages* sont socialement partagés. Pour certains auteurs, ils sont même « pédagogiquement intégrés et institutionnellement validés » (Moeglin, 2012, p. 4). Toute la difficulté dès lors est de caractériser et décrire un contexte qui fasse sens pour rendre l'usage intelligible : contexte personnel de l'enseignant ou des élèves, projet d'école, de circonscription ou d'académie, etc. Tous ces contextes sont enchâssés les uns dans les autres et le choix d'expliquer l'usage par l'un ou par l'autre participe également du point de vue du chercheur.

Pris sous l'angle des usages effectifs, les études sur les usages du numérique en classe apportent donc un point de vue complémentaire d'autres approches, qui font l'objet d'autres rapports. On peut sans doute dire que l'analyse des usages effectifs ne permet pas de répondre à des questions qui peuvent pourtant sembler cruciales pour les décideurs des politiques publiques (Fluckiger, 2019a), comme la question de l'efficacité des technologies (Pouts-Lajus, 2000 ; Chaptal, 2009). Cependant, en parallèle des études qui peuvent montrer que sur tel point particulier, telle technologie a ou non des effets mesurables, les études d'usages mettent en lumière les difficultés de généralisation, les changements méso ou macroscopique (par exemple dans la gestion de la classe, l'organisation du travail enseignant...).

Précisons enfin que toutes les technologies numériques abordées dans ce rapport ont fait l'objet d'une très abondante littérature, tant anglo-saxonne que francophone. Comme le fait remarquer Train (2013) pour le cas du TNI, les premières publications sont souvent le fait de « praticiens acquis à la cause technologique dans l'enseignement » puis par des rapports gouvernementaux ou d'institutions internationales qui se situent, dans l'immense majorité des cas, dans ce que Collin (2016) nomme « le paradigme de l'impact ». Plus que d'éclairer les usages du *point de vue* des usagers, il s'agit pour ces travaux d'apporter des éléments de choix d'investissement aux financeurs et décideurs publics, en cherchant des *effets* à cette implantation. Les travaux présentés ici sont à la fois plus modestes et plus ambitieux, en ce qu'ils cherchent à « dépasser un premier questionnement centré sur le caractère fondamentalement bon ou néfaste de cette technologie et de s'engager dans l'examen de questions concernant » les conditions d'usage effectif, les facteurs qui les favorisent, etc. (Train, 2013, p. 67).

B. Clarifications terminologiques : qu'est-ce que le numérique ?

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. L'adjectif substantivé *numérique* constitue pour partie une euphémisation de ce qui était auparavant désigné par l'informatique (Baron & Boulc'h, 2011). La nécessité d'inclure des éléments issus de la *culture numérique* ou d'équipements dont l'usage ne renvoie pas directement à la *science informatique* explique sans doute le succès du terme numérique dans le champ éducatif, dans les programmes comme dans les textes et discours ministériels (Fluckiger, 2019b). Comme le note Baron (2014), le terme *numérique* « met l'accent sur fait que la plupart des informations à notre disposition ont une forme dématérialisée, qu'elles ont été « numérisées » et peuvent donc être facilement manipulées et échangées, pourvu néanmoins qu'existe une infrastructure matérielle le permettant » (p. 91)

« Usages du numérique » constitue donc une locution simple et pratique pour désigner un ensemble de phénomènes apparentés mais qui peuvent présenter une certaine diversité. Ainsi, peuvent relever des « usages du numériques en classe » des activités et des outils aussi divers que : l'utilisation d'un simulateur de chute en physique ; le recours à une vidéo trouvée sur Internet pour illustrer un cours de géographie ; un exerciceur de mathématique ; le recours à un traitement de texte pour taper un travail à rendre ; l'apprentissage de l'envoi d'un email ; la programmation d'un robot pédagogique ; la validation de compétences pour un certificat comme le B2i (Brevet Informatique et Internet) ; l'utilisation d'un TNI (Tableau Numérique Interactif) ; l'utilisation de moteurs de recherche par les élèves pour préparer un exposé ; le travail de tracé de lettres capitales sur une tablette ; le recours à un *serious game* sur le développement durable ; l'utilisation d'un robot de téléprésence pour scolariser un enfant hospitalisé, etc.

Sous cet angle, le numérique éducatif apparaît comme associant une pluralité d'outils et d'usages. Comment s'y repérer ? Selon quelle(s) logique(s) appréhender et ordonner ce foisonnement ? Les chercheurs ont, de longue date, proposé des typologies. Pour répondre à ces questions, par exemple, Bibeau (2005) a proposé pour sa part une taxonomie des « ressources numériques pour la classe », qui comprend six catégories :

- portails, moteurs de recherche, répertoires ;
- logiciels outils, éditeurs, services de communication (tableur, imagerie 3D...) ;
- documents généraux de référence (atlas, dictionnaires, grammaires, listes de personnages...) ;
- banques de données et d'œuvres protégées (photos, textes, romans, pictogrammes...) ;
- applications de formation (en dehors de l'école: jeux éducatifs, cahiers à colorier...) ;
- applications scolaires et éducatives (didacticiels, exerciceurs, cours à distance, dictées interactives...).

D'autres auteurs ont préféré classer les technologies ou logiciels éducatifs en fonction de leurs soubassements psychologiques, distinguant des dispositifs, behavioristes, constructivistes ou socioconstructivistes (Bruillard, 1997 ; De Vries, 2001). Ainsi, De Vries distingue les huit fonctions pédagogiques et leurs caractéristiques (cf. Tricot, 2020), renvoyant aux théories psychologiques de l'apprentissage qui permettent de les penser.

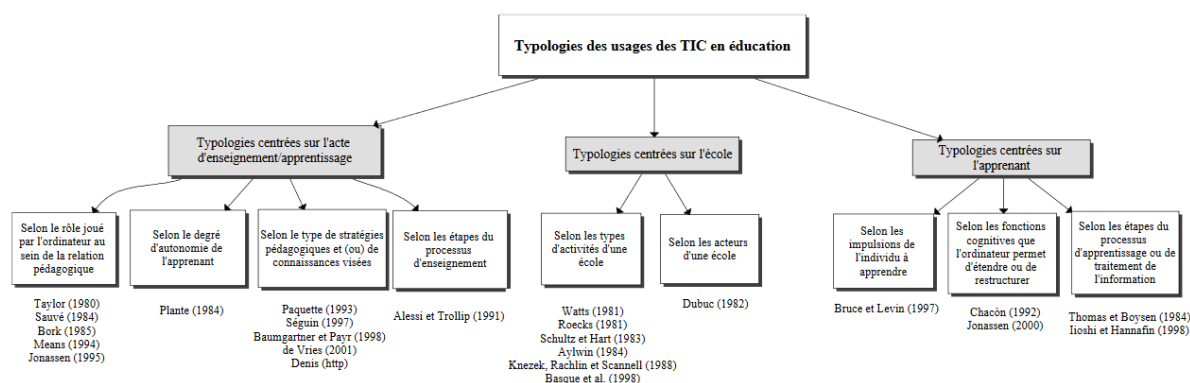
Figure 1. Les huit fonctions pédagogiques et leurs caractéristiques

Fonction pédagogique	Type de logiciel	Théorie	Tâche	Connaissances
Présenter de l'information	tutoriel	cognitiviste	lire	présentation ordonnée
Dispenser des exercices	exercices répétés	behavioriste	faire des exercices	association
Véritablement enseigner	tuteur intelligent	cognitiviste	dialoguer	représentation
Capter l'attention et la motivation de l'élève	jeu éducatif	principalement behavioriste	jouer	
Fournir un espace d'exploitation	hypermédia	cognitiviste constructiviste	explorer	présentation en accès libre
Fournir un environnement pour la découverte de lois naturelles	simulation	constructiviste cognition située	manipuler, observer	modélisation
Fournir un environnement pour la découverte de domaines abstraits	micro-monde	constructiviste	construire	matérialisation
Fournir un espace d'échange entre élèves	apprentissage collaboratif	cognition située	discuter	construction de l'élève

Source : De Vries, 2001.

Le travail de typologie pour rendre intelligible le foisonnement des technologies et des usages est lui-même si foisonnant qu'il a même été proposé... une typologie des typologies (Basque & Lundgren-Cayrol, 2002). Les auteures recensaient à l'époque 29 typologies. Elles distinguaient les typologies centrées sur l'acte d'enseignement/apprentissage (en fonction du rôle joué par la technologie dans la relation pédagogique, du degré d'autonomie de l'apprenant, du type d'activité pédagogique ou des connaissances visées, ou encore des étapes du processus d'enseignement) ; les typologies centrées sur l'école (qui répertorient l'ensemble des usages possibles au sein d'un établissement scolaire) ; celles centrées sur l'apprenant (qui répertorient les manières dont le numérique peut supporter les activités de l'apprenant).

Figure 2. Une typologie des typologies des usages en éducation



Source : Basque & Lundgren-Cayrol (2003).

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 visés 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 ?
- ...

Ces grandes oppositions ont guidé l'organisation des paragraphes qui suivent.

II. Quels usages pour quels outils ?

A. Les ressources numériques pour la classe

Les enseignants déclarent majoritairement que l'usage des ordinateurs a fortement bouleversé leurs pratiques scolaires (parmi les enseignants français du 1^{er} degré, 67 % indiquent des niveaux de 4 et 5 d'une échelle de 0 à 5, Ravestein & Ladage, 2014). Mais ce qui ressort de leurs usages déclarés, c'est que c'est la préparation des cours qui est le premier motif d'usage, avant l'usage en cours (92 % des enseignants du 1^{er} degré déclarent utiliser Internet pour préparer les cours, alors que seulement 23 % disent monter régulièrement des séquences avec manipulation de matériel numérique par les élèves, (MENESR, 2015).

Il convient cependant de préciser que la notion même de « ressource numérique » est délicate à appréhender et qu'il a même été suggéré de l'abandonner (Bibeau, 2005 ; Baron & Dané, 2007), tant elle peut recouper des usages différents : un enseignant peut chercher une information ou une illustration dans un document qu'il rédige lui-même, en amont du cours, il peut présenter une ressource numérique à la classe, il peut encore la manipuler lui-même ou la faire manipuler aux élèves, etc. Reste que les enseignants sont, de fait, confrontés à une grande quantité et une grande variété de ressources pour préparer leurs cours. Leur nature varie : séquences toutes prêtes, exercices, animations, vidéos, ressources textuelles, sans compter les discussions entre enseignants sur des listes de discussions, forums, groupes Facebook, etc. Dans ce foisonnement, Baron & Dané (2007) distinguent les ressources dont la responsabilité éditoriale revient à une institution, la responsabilité éditoriale privée et la validation par une communauté (comme dans le cas des *wikis*) : « certaines ont été validées par une institution hiérarchique ou marchande, d'autres sont issues d'une communauté tirant parti des nouveaux modes de communication par Internet, relevant de ce que l'on appelle maintenant le Web 2.0 ».

Il s'agit sans doute là de l'une des évolutions majeures du métier d'enseignant (Baron, 2014), qui n'est cependant pas toujours prise en compte lorsqu'il est question des usages du numérique pour la classe. Les enseignants sont confrontés à un foisonnement de ressources numériques, institutionnelles, personnelles, via des réseaux d'échanges entre pairs, etc. Le recours à des ressources numériques variées est sans aucun doute encore renforcé lorsque les enseignants disposent d'outils numériques pour les utiliser en classe, comme un TNI ou une tablette numérique. Par exemple, face à des tablettes, les enseignants ressentent « l'effet de pléthore face à une offre peu hiérarchisée » (Villemonteix & Khaneboubi, 2013, p. 19).

Se posent alors plusieurs problèmes, que la recherche a abordés du point de vue des enseignants, notamment le problème du repérage et du choix des ressources, ainsi que celui de leur production.

Sélectionner une ressource éducative n'est pas une tâche aisée pour un enseignant. Il faut s'assurer de sa fiabilité ou sa véracité (que l'on pense notamment à des ressources historiques ou en sciences), que la ressource correspond aux textes prescriptifs, mais aussi au niveau des élèves, concevoir son insertion dans leur progression. L'abondance d'information, loin de faciliter la tâche, la rend au contraire plus délicate et chronophage, ce qui peut conduire les enseignants à se rabattre sur des ressources dans lesquelles ils ont confiance, comme le manuel scolaire.

Les vidéos sont l'une des ressources dont l'usage semble se développer du fait de la conjonction entre d'une part la généralisation dans les classes d'outils de diffusion (collectivement, comme le TNI, ou individuellement, sur tablette par exemple) et d'autre part l'accès plus aisé à des ressources vidéo nombreuses et variées. Les enseignants disposant d'un TNI, notamment, expriment le fait que la simplicité du passage d'un format de ressource à un autre, sur le même support est un élément fort les conduisant à y avoir recours (Fluckiger *et al.*, 2016). Le cas des vidéos en classe de langue est traité dans une autre contribution (Roussel, 2020). Dans d'autres disciplines, les enseignants disent la difficulté de sélectionner ce type particulier de ressources, notamment en histoire ou en sciences (Fluckiger *et al.*, 2016) : il faut avoir confiance dans sa fiabilité (une enseignante dit « Dans la petite vidéo, j'avais vu dans les commentaires sur Internet qu'il y avait des petites erreurs historiques »), son adaptation aux élèves (« je n'avais pas l'intention de leur expliquer parce que ce n'était pas utile », quand l'enseignante juge que la vidéo dépasse le cadre du programme, *ibid.*).

La question de la production des ressources a également pu faire l'objet de plusieurs recherches, soit en examinant la production « industrielle », souvent marchande, des « industries éducatives » (Moeglin, 2010), soit celle, plus artisanale, des enseignants et collectifs d'enseignants. Il est probable que coexisteront encore longtemps ces logiques, de création individuelle, communautaire et du fait du secteur privé (Baron, 2014 ; Bruillard *et al.*, 2018). Étudiant les collectifs enseignants de production de ressources, Quentin (2012), notamment, montre qu'ils peuvent s'organiser selon deux modèles idéo-typiques, le « bac à sable » (dans lequel les règles souples et souvent implicites permettent aux enseignants de mutualiser des ressources produites par chacun) et la « ruche » (dans lequel l'activité s'organise autour de règles strictes de fonctionnement, avec une répartition, un contrôle et une planification des tâches, conduisant à des productions collectives). Cependant, d'une part il n'est pas simple pour les enseignants de s'engager dans des réseaux collaboratifs ou de mutualiser leurs ressources (Quentin, 2012 ; Boucher & Fluckiger, 2018), d'autre part la question se pose cependant de la pérennité des usages de ressources qui ont font l'objet de validations horizontales et communautaires (Bruillard, 2007).

Enfin, se pose la question de l'utilisation en classe, avec les élèves, de ressources sous forme numérique ou trouvées sur les réseaux. Les usages semblent bien moins développés, y compris lorsque les enseignants disposent d'un matériel pour cela. Ainsi, au Royaume-Uni (où 100 % des écoles sont désormais équipées en TNI), c'est avec près de la moitié des élèves de primaire que des ressources numériques sont utilisées de manière hebdomadaire... contre moins d'un sur dix au secondaire (Becta, 2009 ; Livingstone, 2012).

B. Les manuels numériques

Les manuels numériques, qui apparaissent selon des dénominations variées (Voulgre, 2012), sont une déclinaison des ressources numériques abordées dans la section précédente.

Les fonctions du manuel scolaire ont été bien étudiées en sciences de l'éducation, notamment dans l'étude princeps de Choppin (1992). Il décrit quatre fonctions essentielles :

- une fonction « référentielle » ou programmatique, le manuel étant une traduction des programmes, dépositaire des connaissances, techniques ou savoir-faire à transmettre ;
- une fonction « instrumentale », le manuel mettant en œuvre des méthodes d'apprentissage, proposant des exercices ou des activités ;

- une fonction « idéologique » ou culturelle, vecteur de la langue, de la culture et des valeurs des classes dirigeantes ;
- enfin une fonction « documentaire », le manuel fournissant un ensemble de documents, textuels ou iconiques, dont l'observation est supposée favoriser le développement de l'esprit critique de l'enfant.

Il est par ailleurs bien connu que les manuels ont une fonction de formation des enseignants et de diffusion des programmes scolaires et recommandations institutionnelles (Moeglin, 2010).

Au-delà du gain de poids permis par la dématérialisation, le manuel numérique suscite des attentes de la part des enseignants : nouveaux contenus, documents sonores ou vidéos, animations (Voulgre, 2012), sans que ces attentes ne soient véritablement satisfaites pour l'instant.

Il est par ailleurs nécessaire de penser le manuel numérique en lien avec les supports matériels sur lesquels il s'implante. C'est vrai à la maison, en particulier dans les familles populaires (très largement équipées mais moins souvent pluri-équipées : dans une famille de 4 enfants n'ayant qu'un seul ordinateur, à quelle heure le dernier finit-il ses devoirs ?) mais aussi à l'école. Voulgre (2012) montre bien comment l'usage du manuel scolaire en classe nécessite des équipements (vidéoprojecteur, TNI, etc.).

Cependant, les manuels ne sont pas que numériques. Ils peuvent aussi être numérisés par les enseignants, scannés, utilisés dans le cadre de cours incluant des ressources numériques. Lorsqu'ils utilisent le manuel scolaire en vue d'un cours donné avec un TNI, les enseignants sont enclins à le mobiliser comme « organisateur des contenus » (Fluckiger *et al.*, 2016). Face à la multitude des ressources dont ils ne connaissent parfois pas bien l'origine, dont la fiabilité ou le respect du programme ne sont pas assurés, le manuel est un point d'appui, voire un pivot pour l'écriture des documents pour la classe. « En général, dans les manuels scolaires surtout en histoire géo, j'ai plutôt tendance à faire confiance, [...] c'est rassurant » disait une enseignante, « ça a été étudié en amont, c'est fait pour » dit une autre (*ibid.*). Ce rôle du manuel d'opérationnalisation des instructions officielles (Choppin, 1992) ou d'actualisation des connaissances des enseignants (Tutiaux-Guillon, 2015) a été étudié de longue date, mais il semble bien que ce rôle ne soit pas amoindri mais au contraire renforcé lorsque les outils de présentation en classe décuplent le nombre et la variété des ressources possibles. En conséquence, les enseignants disent s'appuyer très largement sur le manuel pour structurer leur cours alors même que d'autres ressources sont disponibles : « J'essaye de trouver des sources, au niveau des connaissances je reste quand même plus dans les manuels et dans les livres » (Fluckiger *et al.*, 2016, p. 18).

Par ailleurs, lorsqu'il est couplé à des outils de présentation, comme un TNI, un manuel numérique permet, et nécessite souvent et parfois impose une forme d'adaptation avant l'usage en classe. Il s'agit là d'un aspect du « travail documentaire » des enseignants et de son « caractère évolutif » (Gueudet & Trouche, 2008). Comme le dit un enseignant, « même si tu utilises le manuel, tu vas piocher des choses à droite et à gauche ». Les enseignants peuvent alors enjoliver le manuel, en ajoutant des illustrations, en intégrant des réponses d'élèves issues d'une séance précédente, en ajoutant, supprimant ou substituant une illustration, un développement, un exercice jugé peu adapté, à modifier l'ordre de la leçon, etc. (Fluckiger *et al.*, 2016).

Toutes ces activités sont évidemment chronophages, nous y reviendrons dans la troisième partie.

C. Le tableau numérique interactif (TNI)

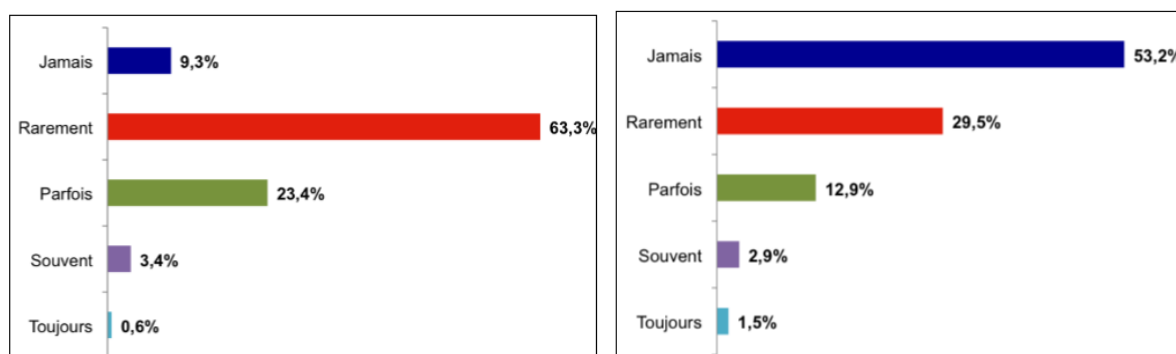
Karsenti (2016) donne du TNI (aussi appelé TBI ou IWB en anglais³) la définition suivante : « tableau électronique sur lequel on projette le contenu d'un ordinateur ou d'une tablette, que l'on peut contrôler à même le tableau, à partir d'un stylet ou avec le doigt » (p. 2). Il fait partie des équipements qui ont massivement équipé les salles de classe, en France (en 2015, 23 % des écoles primaire étaient équipées, notamment depuis le plan « École Numérique Rurale » de 2009, Grugier, 2016). C'est le cas aussi dans la plupart des pays comparables et parfois bien plus et bien plus tôt : en Angleterre, 100 % des écoles primaires et 72 % des salles de classe du secondaire étaient équipées il y a une dizaine d'années (BECTA, 2007 ; Kitchen *et al.*, 2007 ; Lee, 2010) ; au Québec où plus de la moitié des classes sont équipées (Lefebvre & Samson, 2015). Le TNI fait aussi, en conséquence, partie des outils pédagogiques les plus étudiés ces dernières années. Les différentes fonctionnalités et possibilités pour l'enseignant ont été abondamment commentées (voir Train, 2013 pour une revue de littérature, notamment anglo-saxonne, ou le numéro de la revue *Learning, Media and Technology*, Kennewell & Higgins, 2007) : la possibilité d'enregistrer et réutiliser des ressources, annoter des documents, projeter des ressources de natures différentes, etc. Karsenti (2016) recense 15 méta-analyses ou revues de la littérature sur ce seul sujet, dont celle de Miller et Glover (2010), qui examine elle-même une centaine de sources.

L'étude de Jeunier *et al.* (2005) donne à voir la variété des activités rendues possibles par un TNI en classe : élaboration d'un site web ou mise en place d'un projet d'écriture sur un blog, réalisation de cartes de géographies, élaboration d'un DVD, échanges en visioconférence avec des élèves étrangers en cours de langue, etc. Pour toutes ces activités, le TNI permet que les élèves s'engagent dans l'activité en regardant l'écran, sans avoir à « s'agglutiner » autour d'un écran d'ordinateur.

Certes plébiscité par les enseignants et les élèves (Higgins *et al.*, 2005), il semble bien attesté que le TNI a, contrairement à ce qu'on pourrait croire, un effet de renforcement des pédagogies frontales (Fluckiger *et al.*, 2016), avec un usage uniquement illustratif dans une pédagogie traditionnelle (Glover *et al.*, 2005), ce qui peut être ressenti comme paradoxal par les enseignants qui y voient un conflit avec les pédagogies actives et ouvertes (Khambari *et al.*, 2014, cité par Karsenti, 2016), prônées par les mêmes institutions qui promeuvent les TNI. Les fonctions interactives sont relativement peu utilisées (Slay *et al.*, 2008). Villemonteix & Béziat (2013) affirment également que « Le tableau reste un organisateur spatial et le geste pédagogique, basé sur l'alternance entre transmission simultanée, exercices et remédiation individuelle, n'est pas modifié. L'instrument sert en quelque sorte « l'ambition transmissive de l'école » » (p. 4). Une sous-utilisation des possibilités techniques est souvent relevée, « l'usage le plus répandu rest[ant] celui d'un outil d'exposition de contenu » (Train, 2013, p. 72). C'est encore ce qui ressort aussi de la vaste enquête quantitative menée par Karsenti (2016) auprès de 1 131 enseignants du primaire et du secondaire au Québec : la majorité des enseignants disent demander rarement ou jamais aux élèves d'utiliser le TNI :

³ Pour tableau blanc interactif ou *interactive white board* en anglais.

Figure 3. Usage du TNI par les élèves, selon les enseignants (à gauche) et selon les élèves (à droite)



Source : Karsenti, 2016.

Or, Jeunier *et al.* (2005) montrent que l'effet positif sur la motivation est lié au fait que « c'est l'élève qui interagit, plutôt que l'enseignant » (p. 27). La motivation des élèves est l'une des thématiques les plus traitées et l'un des résultats récurrents dans les recherches (voir aussi Higgins *et al.*, 2005, 2007 ; Karsenti, 2016). Les recherches nuancent cependant fréquemment cet effet motivationnel.

Au final, le TNI modifie-t-il les apprentissages ? Nous verrons dans la partie consacrée à l'efficacité des outils numériques qu'il n'est en réalité pas possible d'attester un effet significativement positif à ce dispositif : « Comme le faisaient remarquer Türel (2010) ou Khambari et ses collègues (2014), absolument aucune étude, jusqu'à présent, ne permet de conclure à un impact positif du TBI sur la réussite éducative » (Karsenti, 2016, p. 7). C'est également ce que concluent Villemonteix & Beziat (2013) :

De nombreuses études ont été menées en Grande-Bretagne sur le TNI (BECTA, 2005), pour autant, il est difficile d'affirmer l'impact significativement positif du TNI sur les performances des élèves (Jeunier et al., 2005). Une étude approfondie sur les deux degrés, croisant des données d'entretiens, d'observations et de questionnaires sur un nombre important d'établissement ne parvient pas à attester de preuves précises quant à la pérennité des apprentissages (Higgins et al., 2005).

On peut donc dire que le TNI est entré dans les classes, comme un outil pratique et apprécié, que les enseignants utilisent le plus souvent comme un outil de présentation de la matière (Karsenti, 2016, Fluckiger *et al.*, 2016). Ce constat est partagé, par exemple par Bachy (2019) qui conclut que « ce n'est pas la présence en soi de l'outil (le tableau) qui modifie l'apprentissage, c'est ce qu'en fait l'enseignant et la manière dont il va construire son cours » ; ou par Raby et ses collègues, « l'implantation des TNI en classe depuis 2011 au Québec n'a pas amené un renouvellement des pratiques pédagogiques des enseignants » (Raby *et al.*, 2019)

D. Ordinateurs portables et tablettes

Les équipements individuels et mobiles, comme les tablettes, ordinateurs portables ou même téléphones conduisent à une autre catégorie d'usages du numérique en classe. L'équipement individuel des élèves a fait l'objet d'attentions importantes en France au début des années 2000, notamment au travers d'opérations de dotations massives en ordinateurs portables (dans les départements des Bouches-du-Rhône, d'Ille-et-Vilaine, de l'Oise et de la Corrèze, voir Khaneboubi,

2009). L'idée de ces plans massifs d'équipement était de rendre possible, par la possession individuelle par les élèves, un usage dans toutes les disciplines. Plus récemment il a plutôt été question de « classes mobiles », un ensemble de terminaux (souvent sur un chariot ou dans une mallette) restant au sein de l'établissement scolaire et étant à partager entre les élèves d'une ou plusieurs classes.

Au Québec, Karsenti & Collin (2011) ont étudié une expérimentation dans le contexte d'une commission scolaire (*Eastern Townships*) qui connaissait un très fort taux de décrochage. Leur enquête auprès de 2 712 élèves et 389 enseignants montre que dans ce contexte, l'implantation massive de technologies a contribué à une meilleure réussite des élèves et une diminution du décrochage scolaire, sans pouvoir établir de lien direct de cause à effet, l'expérimentation se déroulant dans le contexte d'une remise en cause pédagogique globale. Les enseignants expriment cependant une frustration en raison du manque de temps pour un usage pédagogique réfléchi.

Aux États-Unis, Warschauer *et al.* (2011) ont étudié l'opération « *One Laptop per Child*⁴ » (OLPC) lorsque 15 000 ordinateurs portables ont été distribués à des élèves d'école élémentaire (de la première à la cinquième année) à Birmingham, en Alabama. Malgré le caractère ambitieux de ce projet, ancré dans des principes de pédagogie constructiviste, les résultats sont qualifiés de « décevants ». Plus de 80 % des élèves disent utiliser l'ordinateur à l'école peu (59,9 %) ou jamais (20,4 %). La plupart des usages ont lieu en dehors de l'école.

Toutes les recherches convergent pour montrer que les usages directement pédagogiques des ordinateurs confiés aux collégiens restent par ailleurs le plus souvent modestes (Daguet, 2007, 2009 ; Rinaudo, 2008 ; Khaneboubi, 2009). Les usages ont essentiellement été de loisir, avant d'être scolaires, les collégiens apprenant rapidement à déjouer des protections du système, pour permettre par exemple aux ordinateurs de fonctionner après 22h30 (Rinaudo *et al.*, 2008). En termes d'usages pédagogiques, concernant le dispositif Ordi 35, mis en place en Ille-et-Vilaine en 2004-2005 et consistant à distribuer un ordinateur portable à tous les élèves de troisième de tous les collèges du département, « comme d'autres dispositifs, Ordi 35 a peu modifié le travail des élèves et des enseignants » (*ibid.*). Rinaudo et ses collègues notent qu'en ce qui concerne les enseignants, trois groupes se distinguent : ceux dont les pratiques antérieures prédisposaient à un usage des ordinateurs en classe, les enseignants réticents, refusant d'utiliser l'ordinateur dans leur cours, et un groupe intermédiaire, d'enseignants « pragmatiques ou résignés » qui peuvent aller jusqu'à affirmer « tant qu'à faire puisqu'il y a gaspillage autant essayer de limiter le gaspillage » (*ibid.*).

À ces résultats plutôt « décevants » (Larkin, 2012), s'est ajoutée la conviction de plus en plus partagée que les inégalités ne se situaient plus dans les équipements mais dans leurs usages (ce qui a été conceptualisé comme une « *second level digital divide*⁵ », décrite notamment par Hargittai, 2001), ce qui a conduit à ce que l'accent soit moins mis sur les équipements individuels des élèves. L'attention des chercheurs s'est alors davantage reportée sur des usages plus ciblés et encadrés.

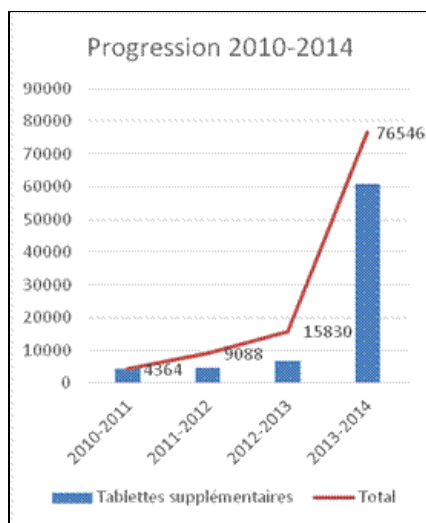
Chaque vague nouvelle de technologies entraînant les mêmes cycles d'illusion et de désillusion (Cuban, 1986), l'attention s'est ensuite portée sur les tablettes numériques. À partir des années 2010, un grand nombre d'expérimentations ont été conduites sur l'introduction de tablettes numériques dans les classes (le rapport du MEN sur les tablettes, paru en 2011 et mis à jour jusqu'en 2015 rend compte de

⁴ Un ordinateur portable par enfant.

⁵ Le second niveau de la fracture numérique.

certaines de ces expérimentations, MEN, 2011/2015), en parallèle d'un déploiement relativement important en nombre.

Figure 4. Progression du nombre de tablettes tactiles recensées dans les classes



Source : MEN (2011/2015).

De ce foisonnement d'expérimentations (et de publications), que retenir en termes d'usages ?

L'une des expérimentations, le projet « Ardoises Numériques » mené par le rectorat de Paris à partir de 2013, visait la découverte par une classe de CM2 du patrimoine de la ville (Bernard, Boulc'h & Arganini, 2013). Lors de sorties, les élèves utilisaient leur tablette pour consulter des documents mis à disposition par l'enseignant, pour prendre des notes, des photos, des vidéos, et pour répondre à des questions de connaissance. S'agissant d'un instrument manié par les élèves, ce qui intéressait les chercheurs était le processus d'appropriation. Il en ressort que la collaboration entre élèves augmente au fil des séances, ainsi que leur autonomie par rapport à l'enseignant, les tablettes faisant l'objet d'une appropriation progressive.

Villemonteix & Khaneboubi (2013) ont étudié l'usage d'iPads en 2010-2011 au sein de trois établissements dits « expérimentaux », fréquemment mobilisés pour tester des technologies informatisées, aux trois niveaux (primaire, collège et lycée), dans des milieux sociaux variés (respectivement ZEP, semi-rural et favorisé). Par des observations et des entretiens, ils montrent d'une part que les modalités d'engagement des enseignants dans les usages varient fortement selon les contextes institutionnels, la « souplesse de l'organisation de l'école primaire [offrant], dans le cas présenté, des possibilités d'action aux enseignants, et facilit[ant] des collaborations et échanges informels, au profit de pratiques effectives en classe » (*ibid.*, p. 17), permettant la cohésion d'une équipe autour d'un projet porteur. D'autre part, ils mettent en évidence la variété des usages possibles suivant les disciplines et les niveaux scolaires, interdisant tout discours généralisant : « Selon les disciplines concernées, l'instrument intervient soit pour prolonger les leçons par des activités d'entraînement ou d'évaluation, soit pour la consultation de ressources en ligne ou d'aides » (*idib.*, p. 18). Mais d'autres problèmes, d'ordre pédagogique ou didactique se posent avec un tel instrument individuel dans le contexte d'une institution scolaire. Notamment la tablette prêtée dans le cadre d'un cours n'est que partiellement individuelle, puisqu'il faut la rendre, ce qui pose des problèmes de

continuité : « ils n'ont pas la tablette le jour du bac », rappelle un enseignant (*ibid.*, p. 12) ou encore le fait qu'ils ne peuvent achever un travail en dehors du cours : impossible de concevoir une séance de cours pour laquelle le produit du travail devrait être amélioré en dehors de la classe.

La recherche EXTATE, menée en 2013 et 2014 dans huit écoles (Villemonteix *et al.*, 2014) a permis d'analyser le discours de 22 enseignants du 1^{er} degré, dont l'école avait été dotée d'une mallette de 8 à 15 tablettes. Une analyse approfondie d'entretiens d'explicitation issus de la même enquête montre que si les enseignants reconnaissent une facilité d'utilisation de la tablette, grâce à son écran tactile et son interface « intuitive », des contraintes ergonomiques pèsent malgré tout : « Il n'y a pas vraiment d'intermédiaires avec les tablettes. Tout le travail qu'on peut faire sur le brouillon comme barrer, insérer, découper le papier, tout ce travail-là avec la tablette n'existe pas » (Villemonteix & Nogry, 2016, p. 85), ce qui complique notamment le travail de suivi et d'évaluation des élèves.

De nombreuses recherches se penchent sur des usages spécifiques à un domaine d'enseignement ou une matière scolaire. C'est le cas, par exemple, de l'étude de Boulc'h *et al.* (2014), qui ont étudié l'utilisation de tablettes tactiles pour l'apprentissage des formes des lettres et du geste de l'écriture en moyenne section de maternelle. Avec une méthodologie s'appuyant sur des pré-tests et post-tests et des comparaisons statistiques intergroupes, ils ont démontré que les tablettes peuvent être utiles pour l'apprentissage de la reconnaissance des lettres mais pas pour leur dénomination (le fait de nommer les lettres, les élèves ayant tendance à se focaliser sur le tracé et non sur les informations phonologiques) ni leur tracé, contrairement à leurs attentes. Ils pensent qu'il est possible que « les compétences motrices travaillées sur tablette à l'aide de l'index ne soient pas facilement transférables à une situation nécessitant le maniement d'un outil » (p. 12)

Enfin, si la nouveauté et l'attrait des jeunes pour les outils numériques peut, du point de vue des enseignants, apporter une certaine motivation, cela entraîne un risque de confusion avec des instruments ludiques : « ils sont partis... sur des choses qui font que la notion d'adjectif elle se perd trop dans le jeu, dans le... côté un peu fun. C'est trop ludique » dit un enseignant (Villemonteix & Nogry, 2016, p. 85).

E. Usages d'Internet et des moteurs de recherche

Personne ne sera surpris qu'Internet, le Web ou le courrier électronique soient utilisés principalement pour les loisirs ou la communication interpersonnelle des élèves, hors de l'école. En 2012, les enquêtes PISA montraient par exemple que 88 % des élèves de 15 ans naviguaient pour leur loisir au moins une fois par semaine, alors qu'ils n'étaient que 55 % à le faire (PISA, 2012, cité par la Depp⁶, 2014) avec cette fréquence pour l'école. On observe cependant des variations nationales liées par exemple à la présence plus ou moins importante de devoirs à la maison. Les usages personnels sont traités dans une autre contribution, nous ne rappellerons ici que quelques traits qui se rapportent directement aux apprentissages scolaires.

L'un des aspects les plus discutés, mais qui suscite aussi le plus de discours de sens commun (voir Amadiou & Tricot, 2014), est qu'avec un moteur de recherche, les élèves peuvent, bien plus facilement et massivement qu'auparavant, être mis face à des contenus qui n'ont pas été prévus et planifiés par leur enseignant. Au-delà de la crainte d'une remise en cause de la place du savoir et des enseignants,

⁶ Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance du ministère de l'Éducation nationale.

aussi partagée qu'elle est peu étayée empiriquement, notons que certains de ces contenus ont été conçus comme des ressources pour apprendre, alors que d'autres n'ont pas été conçus dans un but éducatif. C'est le cas par exemple des contenus de *Wikipedia* dont Bruillard (2007) souligne que ce n'est pas tant la fiabilité qui pose question à l'école que la logique de construction de ce discours encyclopédique (Levrel, 2006), reposant sur la neutralité de point de vue, qui peut s'opposer à la logique de l'institution scolaire (qui assume par exemple un *point de vue*, laïque et républicain, Bruillard, 2007).

Google et *Wikipedia* sont donc le lieu d'une tension (Baron, 2014) entre l'accès à des « ressources non explicitement prévues dans une intention didactique » (*Ibid.*) et les supports à visée pédagogique construites ou sélectionnées par les enseignants. Cette tension n'est pas nouvelle : Friedman évoquait déjà en 1963 une « véritable « école parallèle » où l'enfant puise toutes sortes de nourritures intellectuelles et affectives » à propos du « réseau d'informations audio-visuelles dans lesquelles l'école, en fait, est déjà saisie » (p. 123-124). On la retrouve par exemple dans l'usage de produits de loisir culturel, comme la consommation de séries ou de films en anglais, pour lesquels « l'activité de loisir (regarder une série américaine) se confond avec une activité d'apprentissage » (Guichon, 2012).

Comme le résumait Guichon (2012) sur la base d'une enquête quantitative menée en 2011 auprès d'élèves de classe de première dans des lycées généraux français, « les TIC semblent principalement utilisées par les élèves comme une ressource documentaire pour effectuer des recherches (84,9 % en pourcentages cumulés pour des utilisations régulières ou assez fréquentes) ». Un autre type d'utilisation fréquent en relation avec les apprentissages scolaires est la communication autour des enseignements. En 2012, Guichon montrait que seul un quart des élèves disaient n'y avoir rarement ou jamais recours, les autres rapportant par exemple le partage de solutions pour des devoirs à la maison. L'usage en classe est plus clivant. Dans leur enquête, parue en 2011, menée auprès de 907 enseignants d'écoles élémentaires françaises, Ravestein & Ladage notent qu'un tiers environ des enseignants déclarent faire travailler leurs élèves avec Internet, beaucoup d'enseignants déclarant ne pas l'utiliser avec les élèves ou exprimant des réserves importantes quant aux possibilités de le faire pour accéder à de l'information ou pour communiquer avec les élèves.

Or l'école n'est pas seulement affectée par les pratiques de navigation ou de recherche d'information des élèves : elle se donne également une mission d'éducation à l'information et aux médias. Cette préoccupation est ancienne : Friedman (1963) appelait déjà à la « franche reconnaissance des problèmes, à une lucide coopération » (p. 124). Elle est aujourd'hui renouvelée pour des raisons tenant à l'accent mis sur l'éducation à la citoyenneté, la lutte contre les théories complotistes ou les « *fake news* ». C'est dans ces perspectives qu'a été créé le CLEMI⁷ en 1983 et que se multiplient, dans le domaine de la recherche, les travaux sur la culture informationnelle (Le Deuff, 2009 ; Chapron & Delamotte, 2010 ; Serres, 2012 ; Delamotte, Liquète & Frau-Meigs, 2014 ; Cordier, 2015). L'éducation à l'information tient également à la préoccupation d'éviter d'accentuer encore les inégalités scolaires. Des études convergentes montrent en effet que la différence dans le type de recherches effectuées (Zhang, 2015) ou la capacité des élèves à naviguer efficacement (*i.e.* en se centrant sur les liens pertinents, Naumann, 2016) semblent être des variables explicatives de la réussite des élèves.

⁷ Centre de liaison de l'enseignement et des médias d'information, devenu Centre pour l'éducation aux médias et à l'information, <https://www.cleml.fr/>

On le voit, dans le domaine de l'usage d'Internet et de la recherche d'information, la dichotomie classique entre l'informatique (ou le numérique) *outil* des enseignements/apprentissages ou *objet* de ces enseignements/apprentissages ne tient que partiellement, comme cela a déjà été argumenté pour l'informatique en général (Baron, 2006) : rechercher de l'information est à la fois une nécessité pour apprendre d'autres contenus ou dans d'autres matières scolaires, mais former les jeunes aux techniques de recherche documentaire, éduquer aux médias et à l'information est également une nécessité. Ce caractère plus ou moins autonome ou ancillaire de ces pratiques n'est d'ailleurs pas une spécificité dans le monde scolaire : les débats à cet égard sont très proches de ceux concernant les langues, maternelle ou secondes (comme le sont également les discussions sur les relations entre les pratiques scolaires et extrascolaires, voir à ce sujet le rapport d'Anne Cordier pour le Cnesco, 2020).

F. La lecture et l'écriture sur support numérique

Indépendamment du fait que des textes soient recherchés par les élèves ou qu'ils soient trouvés et proposés par l'enseignant, se pose également la question de la lecture sur écran des supports numériques, notamment ceux à visée éducative. En effet, contrairement à l'idée, répandue dans les années 1960, de l'avènement d'une « société de l'image », les activités de lecture et d'écriture croissent de manière exponentielle avec le développement du numérique (Jaffré, 2004 ; Marcoccia, 2016 ; Tricot, 2016), dans les sociétés occidentales comme dans les pays dits « du sud » (où le téléphone portable semble être un vecteur d'alphabétisation (Koné, 2018 ; Beauné & Tran Thanh, 2015). De nouvelles formes de textualités émergent (Rouet, 2012) : écriture hypertextuelle, textes évolutifs (*Wikipedia...*), textes dialogiques (forums, messagerie instantanée...). Cette évolution touche bien évidemment les jeunes, qui lisent et écrivent beaucoup au sein de nouveaux espaces « organisant de nouveaux agencements matériels, symboliques et techniques tout en conservant par ailleurs des formes traditionnelles » (Schneider, 2014, p. 61).

La textualité numérique et la culture écrite à l'ère des écrans et de la communication électronique donne lieu en eux-mêmes à plusieurs champs de recherche, puisant en anthropologie après les travaux de Goody (1979), de l'histoire comme Chartier (2000) ; de la linguistique (Marcoccia, 2016) ou des sciences de l'information et de la communication (Jeanneret & Souchier, 2001). Le propos n'est pas ici de faire état de ces différentes approches et de leurs apports mais uniquement de donner quelques éléments sur la manière dont cela peut se traduire au sein des classes.

Amadiou & Salmeron (2013) ou Amadiou & Tricot (2014) proposent des revues de littérature sur les différents problèmes posés par la lecture sur support numérique : les nouvelles compétences nécessaires pour comprendre des documents multiples et les relations entre ces documents, la non-linéarité des textes, qui complexifient l'activité de lecture.

Les compétences en compréhension de l'écrit électronique font partie des évaluations du PISA depuis 2009 et, sur la base de ces résultats, des recherches ont été conduites à l'université de Cergy-Pontoise, à la demande de la Depp, sur le développement de la compréhension de l'écrit pour les élèves de 15 ans et sur les spécificités de la lecture sur écran (voir Ahr *et al.*, 2012). Cette enquête montre que « quelles que soient les croyances communes, les élèves de 15 ans lisent ; ils lisent beaucoup plus qu'on ne le pense et l'affirme, mais ils lisent autrement et dans un cadre de mutation générale des pratiques de lecture » (*ibid.*, p. 67). Surtout ceux qui disent ne pas aimer lire déclarent pourtant aimer lire sur Internet, même si ces pratiques ne sont pas nécessairement jugées dignes d'être citées.

Quelques études se sont attachées à étudier les effets de ces caractéristiques des écrits numériques pour la lecture en contexte scolaire. Féronne *et al.* (2016), partant de l'idée que les supports numériques relèvent des « supports composites » (non continu, hétérogènes du point de vue sémiotique et du point de vue de l'énonciation, Bautier *et al.*, 2012), ont étudié les usages d'un support numérique avec trois classes de CM2 (5 pages écran sous forme de frise, incluant des liens). Ils en concluent que les élèves, principalement ceux issus d'écoles en éducation prioritaire « éprouvent des difficultés à répondre à la question qui supposait de sélectionner et de synthétiser les informations éparées sur le site » (Féronne *et al.*, 2016, p 374). Notamment, les caractéristiques composites du document, son hétérogénéité semblent peu prises en compte et explicitées par les enseignants. En conséquence,

Il en va donc avec le support numérique comme avec d'autres supports : pour réussir, les élèves doivent manifester des compétences littéraires à utiliser l'écrit pour raisonner et construire des savoirs, mais ces compétences ne leur sont pas explicitement enseignées. [...] Loin d'aller de soi, comme le donnent à entendre les discours sur la génération des digital natives et les prescriptions institutionnelles, l'usage des ressources numériques s'apprend. Sans cela, il pourrait constituer un nouvel agent des inégalités scolaires. Ibid., p. 381.

Le support pourrait même, selon ces auteurs, conduire les enseignants à se focaliser davantage sur les tâches que sur les savoirs en jeu.

G. Des jeux et des vidéos pour apprendre

Né dans les années 1950-60 (Berry, 2006), le jeu vidéo est une activité ludique pratiquée par 99 % des jeunes de 12 à 17 ans (IPSOS, 2009). Les recherches sur l'apprentissage par le jeu mettent généralement en avant plusieurs dimensions mises en œuvre par le jeu, l'interaction, la manipulation ou encore l'imitation, qui renvoient toutes aux travaux de Piaget.

Les travaux sur les jeux sérieux s'appuient pour une part sur des approches expérimentales, avec parfois des biais méthodologiques importants (Sitzmann, 2011) : que compare-t-on, met-on en évidence un effet du fait de jouer ou du fait d'être actif dans l'apprentissage, etc. ? Sur la base de ces travaux, Amadiou & Tricot (2014) insistent pour rappeler que si apprendre en jouant peut parfois s'avérer efficace, c'est surtout le scénario pédagogique qui est déterminant.

Or la perspective expérimentale étant le plus souvent choisie, les travaux qui cherchent à investiguer la manière dont le jeu s'insère dans les activités de la classe semblent plus rares et ne permettent que relativement peu d'alimenter la réflexion sur les usages, qui constitue l'angle de ce rapport. Il semble néanmoins qu'une partie de ce qu'y apprennent les élèves relève de l'informel (Berry, 2009). Si l'on s'intéresse à l'opinion que s'en font enseignants et les élèves, Ladage (2015) note en étudiant les effets de l'introduction d'une plateforme de jeux sérieux, SCOLA, que les élèves sont enthousiastes, tout en s'avérant exigeants quant à la qualité des jeux, mais que les enseignants sont réservés sur l'utilisation en classe. En conséquence, beaucoup demandent aux élèves d'y jouer en dehors de la classe, chez eux.

L'apprentissage par les vidéos fait l'objet d'un nombre croissant d'articles (Cojean, 2018), souvent pour mesurer les effets cognitifs du caractère multimédia et animé des vidéos, par rapport à d'autres types de représentation des informations. La vidéo « présente l'avantage de mettre en commun les effets de l'interactivité [...], de la multi-modalité [...] et des animations » (*ibid.*, p. 18). Comme le résumait Amadiou & Tricot (2014), « l'utilisation d'animations ou de vidéos s'avère utile lorsque les objectifs

sont de faire acquérir des savoir-faire, c'est-à-dire des procédures, ou d'exposer une dynamique dont la compréhension à partir d'un texte ou d'images nécessiterait beaucoup trop d'efforts pour l'apprenant » (p. 51).

L'un des avantages d'un outil comme le TNI, du point de vue des enseignants, est de pouvoir projeter des documents de nature diverses, dont des vidéos, sans avoir à changer de support ou allumer un nouvel équipement. Les enseignants déclarent donc utiliser davantage d'extraits vidéos, y compris à des fins d'illustration du cours (Fluckiger *et al.*, 2016). Cet usage est variable suivant les matières. Les enseignants estiment que les vidéos sont plus adaptées à certaines matières, comme l'histoire, où elles peuvent permettre de rendre plus concret une période historique. Se pose cependant la question, pour les enseignants, du type de ressources valables pour la classe : par exemple, les extraits de fictions sont jugés *a priori* moins fiables et moins légitimes que les extraits de documentaires historiques.

H. Les dispositifs techno-pédagogiques : classes inversées, dispositifs collaboratifs, etc.

Le fait que l'usage d'outils technologiques « innovants » soit un facteur d'innovation pédagogique est presque unanimement contesté par les chercheurs (voir Fluckiger, 2019a, ou Bernard & Fluckiger, 2019, pour un numéro de la revue *Spirale* consacré à ce thème). À l'inverse, depuis au moins Freinet et son usage pédagogique de boîtes avec bandes de papier ou de l'imprimerie, les innovateurs pédagogiques (Béziat, 2003) expérimentent de nouveaux outils et instrumentent ainsi leurs pratiques pédagogiques. Comme le note Moeglin (2012), « il arrive assez souvent que l'introduction des outils et médias en classe soit due à des stratégies d'effraction ou de détournement menées par des enseignants pionniers contre les usages prévus et prescrits » (p. 13).

Aussi, les enseignants qui innovent sont également enclins à mobiliser des outils et ressources numériques. La classe inversée (*flipped classroom*) dans ses différentes configurations (Lebrun, Gilson & Goffinet, 2016) compte parmi les innovations pédagogiques qui suscitent un intérêt chez les chercheurs. Datant des années 2000 puis popularisée par Salman Khan (fondateur de la *Khan Academy*) en 2011, cette méthode consiste à déporter la phase d'acquisition des connaissances en dehors de la classe (par exemple par des vidéos, mais aussi diaporamas en ligne, etc.) pour consacrer le temps de classe à l'utilisation ou l'application des connaissances. En dépit d'une forte médiatisation et d'un encouragement à cette pratique, une revue systématique des recherches publiées par Bissonnette & Gauthier en 2013 a cherché à déterminer si la recherche arrive à montrer son intérêt. Devant l'absence de protocoles rigoureux et de recherches concluantes, ils en concluent « à l'heure actuelle, il nous semble qu'il faille plutôt faire la classe à l'endroit qu'à l'envers ! » (p. 38).

Examinant ce qui se passe dans un tel dispositif dans deux classes de première scientifique, Faillet (2013) montre pour l'une l'absence d'incidence sur la moyenne générale, une incidence positive pour l'autre... bien que certains élèves réussissent mieux en enseignement traditionnel. Ce sont les élèves de bon niveau en classe traditionnelle qui ont tendance à être moins performants en classe inversée, et *vice versa*. Les élèves les plus adaptés aux modalités de la pédagogie traditionnelle, savent notamment mieux que les autres suivre efficacement une leçon et interagir avec l'enseignant en phase d'acquisition des compétences : « en classe normale on peut directement demander au prof » dit l'un, « quand on est chez nous on comprend pas forcément tout [...] on peut pas poser de questions » dit une autre (*ibid.*, p. 659). Plusieurs disent ainsi travailler moins en classe inversée parce que si on est

« obligés » de travailler dans un cours traditionnel, « en cours inversé c'est toi qui le décides si tu le veux ou si tu le veux pas » (*ibid.*, p. 660). Faillet évoque ainsi un « rapport de force inversé » :

Deux *temps* d'apprentissage pour les élèves de niveau élevé (écoute performante en classe et révision avant l'évaluation) contre un seul pour ceux de niveau plus faible (révision avant l'évaluation). Mais ce rapport passe à deux contre un, cette fois à l'avantage des élèves de faible niveau académique, lorsqu'il s'agit de la classe inversée : deux temps d'apprentissage pour les élèves de niveau plus faible (apprentissage par cœur avant la séance de classe et révision avant l'évaluation) contre un seul pour ceux de niveau élevé (révision avant l'évaluation).

L'idée qu'il est bénéfique de faire collaborer les apprenants, notamment pour susciter des conflits sociocognitifs⁸ est ancrée dans les travaux en psychologie socioconstructiviste (Doise & Mugny, 1981). Elle a donné lieu tant à des travaux théoriques, par exemple sur les différents niveaux de complexité et d'intrication des interactions ou sur les conditions pour une collaboration effective (Dillenbourg, 1999 ; Baker, 2015) qu'à des expérimentations, instrumentées ou non (voir Tucker *et al.*, 2018, sur un dispositif collaboratif de table tactile, utilisé par des collégiens et des étudiants). La collaboration instrumentée nécessite certaines compétences préalables, et est censée en développer en retour. Le fait que PISA ait, pour la première fois en 2015, testé les compétences en collaboration des élèves (OCDE, 2017), est un signe de l'importance accordée aux capacités des élèves à s'engager dans un processus où au moins deux participants tentent de résoudre un problème, en partageant connaissances et compétences. Comparant l'engagement des élèves dans l'activité collaborative dans plusieurs dispositifs, Tucker *et al.* (2018) montrent des variations qui indiquent un effet du dispositif et de l'instrumentation de l'activité sur l'engagement dans une activité plus ou moins collaborative.

I. La robotique éducative, Scratch, initiation à la programmation

Historiquement, depuis une quarantaine d'années, plusieurs conceptions s'affrontent sur ce qu'il faut enseigner concernant l'informatique, et pourquoi (Drot-Delange, 2016). Notamment, ont été défendus l'idée d'un enseignement de l'informatique et de la programmation pour ses vertus cognitives ; ou encore l'idée qu'il fallait développer des « compétences d'usage » (*ibid.*). Baron & Bruillard (2001) affirmaient ainsi qu'« il existe indubitablement une discipline informatique, non réductible aux autres » (p. 164). De fait, après une relativement longue disparition des contenus informatiques autonomes à l'école française, la tendance à leur réintroduction dans les programmes se fait de plus en plus nette (Baron *et al.*, 2015 ; Baron & Drot-Delange, 2016), conduisant à des usages plus importants et fréquents : robotique scolaire, langages de programmation par bloc, adaptés aux enfants comme *Scratch* (Maloney *et al.*, 2004) ou *Blockly*, mais aussi informatique débranchée (Bell *et al.*, 2014), qui consiste à enseigner les bases de l'informatique et de la programmation sans ordinateur.

Les savoirs informatiques faisant l'objet d'un apprentissage scolaire entrent en tension (Spach, 2017) avec la culture numérique des élèves, les usages personnels même fréquents n'impliquant pas nécessairement de verbalisation ou de conceptualisation (Fluckiger, 2008). L'idée de « pensée informatique » (*computational thinking*) permet de rendre compte des processus de réflexion qui peuvent se développer dans de telles activités informatiques à l'école.

⁸ Ce concept, issu de la psychologie sociale génétique, met en avant le rôle des interactions sociales et de la confrontation dans la construction des connaissances.

La robotique pédagogique se situe au carrefour entre activités de manipulation et des micromondes⁹ programmables (Spach, 2017). En Grèce, Komis & Misrili (2011) ont pu montrer que l'usage d'un robot programmable comme le *bee-bot* « peut avoir un potentiel cognitif pour le développement des compétences relatives à des notions mathématiques, à la pensée algorithmique et aux stratégies de résolution de problème » (p. 280). C'est ce que montrent aussi Kim & Lee (2016) pour l'apprentissage de la géométrie pour des élèves de 4th grade (11-12 ans) en Corée du Sud. Bugmann & Karsenti (2018), étudiant les robots humanoïdes, relèvent la forte appétence des élèves pour l'activité de programmation et leur engagement les conduisant à résoudre des problèmes ardues.

Cependant, la revue de littérature proposée par Romero *et al.* (2018) souligne que si les expériences de programmation sont le plus souvent positives, elles ne le sont pas pour tous les enfants (comme avec *Scratch*, voir Wilson & Moffat, 2010), et que la capacité à résoudre les problèmes de programmation ne s'accompagne pas d'une augmentation de la compétence en résolution de problème en général.

Une des difficultés, mise en évidence par Spach (2017) avec les robots pédagogiques, est que les enseignants, non spécialistes de l'informatique, peuvent identifier les apports cognitifs de ces outils et construire des séquences qui permettent de les construire, mais ne pas être en mesure de saisir les enjeux de savoir spécifiquement informatiques et « passer à côté des apprentissages en informatiques » (Baron & Drot-Delange, 2016, p. 75). Les élèves eux-mêmes ne voient en conséquences pas toujours le lien entre ces activités de robotique et l'informatique (Drot-Delange, 2013).

Il ne faudrait pour autant pas penser que l'usage des outils numériques pédagogiques d'une part, les enseignements de contenus relatifs à l'informatique (sous forme débranchée, à l'aide de la robotique ou d'environnement de programmation) soient deux entités séparées. Comme le fait remarquer Grugier (2016), l'usage scolaire d'une tablette ou d'un TNI est aussi une « familiarisation pratique » (Martinand, 1986) des enfants avec le « monde technique » :

Par la manipulation personnelle dans le cadre d'une activité d'apprentissage, par l'observation de l'objet à distance ou proche en lien avec de la curiosité, la familiarisation pratique favorise le développement d'un questionnement et la mise en place de rencontres avec l'objet technique constituant ainsi un référent empirique pour la compréhension technique et la définition d'un niveau de maîtrise. Grugier, 2016, p. 137-138.

Les enfants sont en effet les témoins ou les utilisateurs d'objets techniques, ce qui implique chez eux l'émergence de représentations et conceptions de leur fonctionnement. Par exemple à l'école maternelle, cette familiarisation est d'ailleurs prescrite dans le domaine de la « découverte du monde ». Grugier (*idid.*) montre comment cette familiarisation pratique peut passer par quatre registres : observation, expérimentation, manipulation et questionnement.

⁹ Ce concept, développé à la fin des années 1960 en lien avec le développement des théories constructivistes de l'apprentissage, renvoie à un environnement informatique dans lequel l'apprenant peut développer une grande autonomie. Le plus connu, développé par Seymour Papert est LOGO.

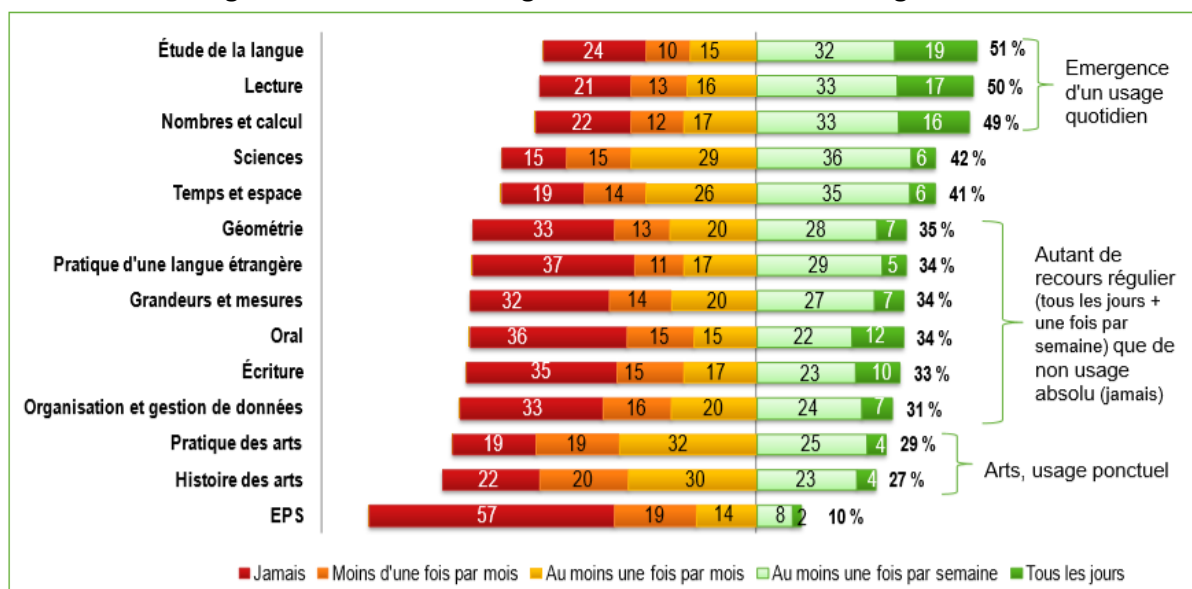
III. Questions transversales

A. Les outils numériques disciplinaires, quelles variations ?

Parler du numérique en classe pose un problème car cela recouvre des outils et des situations fort différents. Certains outils sont génériques, d'autres sont spécifiques, certaines applications sont développées pour répondre à un apprentissage particulier, mais aussi certaines disciplines se saisissent d'un outil, comme c'est le cas du tableur-grapheur en mathématiques. Mais même lorsque les outils sont génériques, se pose la question de la généralité de leurs usages. Les recherches posent finalement assez rarement la question de la relation entre les outils qu'ils étudient et le domaine disciplinaire d'usage. Les approches comparatives sont difficiles à mettre en place (ne serait-ce que parce qu'elles supposent la collaboration de spécialistes du numérique et de spécialiste des disciplines concernées). D'un autre côté, on trouve des études centrées sur l'usage d'un outil (comme par exemple une application sur tablette pour le tracé des lettres en maternelle), qui par définition ne concernent qu'un petit domaine d'enseignement – ce qui laisse ouverte la question de la généralité des phénomènes observés.

Il n'est évidemment pas possible de rendre compte ici des milliers d'études d'usages spécifiques à chaque domaine. Il est cependant possible de constater que les usages déclarés par les enseignants varient fortement en fonction de la discipline. Selon une vaste enquête ministérielle quantitative, dans le 1^{er} degré français, l'enquête Profetic 2015, c'est surtout dans l'étude de la langue, de la lecture et du domaine « nombres et calcul » que les usages sont le plus fréquemment hebdomadaires, et parfois quotidiens. Les résultats ne sont guère surprenants puisque ce sont dans les matières étudiées quotidiennement, le français et les mathématiques, que sont déclarés des usages fréquents :

Figure 5. Intensité des usages selon les domaines d'enseignement



Source : MENESR (2015)

Ces résultats recourent ceux que l'on obtient dans d'autres pays.

Chaque domaine disciplinaire rend possible ou souhaitable, du point de vue des enseignants ou des élèves, l'usage d'outils différents. Par exemple, Guichon (2012), sur la base d'une enquête par

questionnaire auprès de 1 002 lycéens, fait le bilan des usages déclarés par les élèves en classe de langue : les outils les plus utilisés sont sans surprise les outils de diffusion du son (76,6 % pour le magnétophone ou lecteur CD), de vidéo (67,8 %), devant le vidéo projecteur (60,4 %). Les autres usages sont tous minoritaires, depuis le TNI (16,1 %) jusqu'aux wiki (2,6 %) et forum (2,4 %).

Ces usages différenciés selon les disciplines ont aussi à voir avec les prescriptions, qui peuvent encourager ou décourager les usages. Ainsi Bernard (2006), notait que dans les instructions officielles, le recours aux TIC pour l'enseignement précoce des sciences, et en particulier le recours à la simulation était peu encouragé, ce qui a sans doute largement changé depuis. L'idée dominante est que les élèves doivent se confronter à l'expérimentation et l'action directe. Ce n'est que lorsque les phénomènes ne sont pas observables que le recours à la simulation est préconisé.

B. Quelle scolarisation de produits et technologies extérieures à l'école ?

Encore une fois, parler de scolarisation des technologies suppose de bien distinguer des types très différents de technologies numériques. On peut déjà penser au matériel utilisé par les enseignants en dehors de leur classe, par exemple pour préparer la classe. Il est à noter qu'en France, l'équipement informatique dont disposent les enseignants à leur domicile est presque systématiquement financé par les enseignants eux-mêmes (MENESR, 2015).

Si l'on s'intéresse au numérique utilisé en classe, certaines technologies sont produites pour l'école (par les industries éducatives, des enseignants ou collectifs d'enseignants, etc., comme les TNI, les manuels numériques, les didacticiels.), d'autres ont été conçues à d'autres fins et sont scolarisées en seconde intention (c'est le cas des moteurs de recherche, traitements de texte, vidéoprojecteurs, tablettes, etc.). Prenons l'exemple des jeux vidéo parfois utilisés en classe. Certains ont été conçus dans un but éducatif. Il peut s'agir alors d'un jeu pensé pour porter un apprentissage, comme c'est le cas du jeu *Food Force*, étudié par Bugmann (2016), produit par le Programme alimentaire mondial de l'ONU pour sensibiliser les enfants au problème de la faim dans le monde, ou alors d'une sorte de didacticiel ou de « manuel » interactif incluant des dimensions ludiques, ou encore de toutes les nuances imaginables. Il peut encore s'agir d'un jeu conçu par l'industrie ludique, dont des enseignants se saisissent dans un cadre éducatif (c'est le cas de l'étude de Tanes & Cemalcilar, 2010, portant sur l'utilisation de *SimCity*¹⁰ par des adolescents turcs), ou encore d'utiliser dans le cadre d'un cours d'histoire un jeu comme *Assassin's Creed* (dont une version se déroulant dans l'Égypte antique, expurgée des combats, a été proposée par l'éditeur).

On peut encore distinguer les technologies qui font l'objet d'un usage par les élèves (comme les tablettes, certains jeux vidéo, les moteurs de recherche, éventuellement les traitements de texte) et celles qui ont été conçues pour d'autres usages que l'école mais auxquelles les élèves sont rarement confrontés dans leurs usages personnels hors-scolaires (comme le tableur-grapheur par exemple).

Quelles sont les difficultés de l'intégration à l'école de technologies conçues pour d'autres usages ? On sait de longue date qu'il s'agit d'un processus long et complexe (Raby, 2005, pour une étude au Québec). Baron & Bruillard (2004) préfèrent d'ailleurs parler de « scolarisation » pour rendre compte des formes scolaires d'usages des technologies et leur devenir. Comme c'est le cas pour d'autres objets

¹⁰ Série de jeux vidéo, très répandue dans les années 1990 et 2000, consistant à créer et gérer des villes.

ou d'autres pratiques, comme les livres ou les pratiques de lecture et d'écriture (Penloup & Reuter, 2001 ; Penloup, 2006), la scolarisation des technologies modifie la perception qu'en ont les élèves :

On peut aussi supposer que persistera l'opposition entre ce qui trouve place à l'école et ce qui se diffuse dans la société car ce qui a été scolarisé perd du même coup son caractère excitant ou simplement innovant, d'autant que les adolescents se construisent largement par transgression, plus ou moins acceptable, des règles en vigueur (Baron, 2014).

Il ressort des recherches que le processus n'a rien de naturel et qu'il nécessite un accompagnement spécifique. Récemment, Kadi *et al.* (2019) ont étudié le cas des écoles primaires de la ville de Mulhouse. Ils confirment la nécessité d'un accompagnement spécifique pour une intégration du numérique et proposent « l'incubateur numérique¹¹ » comme modèle possible pour encourager le travail entre enseignants, en relation avec des chercheurs.

L'une des difficultés régulièrement signalées dans les recherches empiriques à une intégration massive et satisfaisante des technologies est liée à leur prise en main technique. Concernant le TNI, dans la vaste étude empirique de Karsenti (2016), le premier des « défis » relevés est :

[...] lié aux problèmes techniques, rapporté comme un défi majeur par 70,6 % des enseignants interrogés : « je n'ai jamais vu quelque chose qui brise tout le temps comme ça [...] et il faut attendre notre technicien [...] il ne fait que ça [...] » (enseignant du secondaire) (p. 24).

Seuls 7,4 % des enseignants disaient être en mesure de régler ces problèmes seuls.

Les difficultés sont aussi liées à l'intégration des outils dans le système organisationnel scolaire. Concernant les tablettes numériques, elles sont par exemple souvent livrées avec un paramétrage de sécurité qui ne rend pas possible le test de nouvelles applications potentiellement intéressantes : « Les applications sont bloquées donc il faut chaque fois en référer au personnel qui fait son possible pour régler le problème, mais ça prend du temps » dit un enseignant (Villemonteix & Nogry, 2016, p. 85), appelant à « faire plus confiance à l'enseignant ». De même, les enseignants rencontrés par Villemonteix & Khaneboubi (2013) signalent les difficultés dans l'usage des tablettes liées à leur sécurité ou au problème de recharge (« Il y a les synchronisations, il faut les recharger, c'est quand même assez lourd, on n'a pas de personnel attiré pour s'en charger » p. 16). Un enseignant l'indique ainsi « C'est un terminal qui a été pensé pour un service domestique individuel, du coup dans le cas d'une flotte, d'une gestion dans le cadre d'un établissement, on sent qu'on est en décalage avec l'esprit initial du produit » (p. 16).

Concernant les ordinateurs portables de l'opération OLPC à Birmingham (Alabama), Warschauer *et al.* (2011) notent « *the inadequate social and technical infrastructure for an educational laptop program*¹² » (p. 68). D'une part la formation professionnelle proposée a été jugée insuffisante par les enseignants, les ordinateurs viennent s'ajouter aux tâches des enseignants, d'autre part la responsabilité de la maintenance était assurée par les élèves et leur famille, ce qui fait que bien des ordinateurs n'ont pas été maintenus en état de fonctionner correctement. Les accès wifi étaient jugés

¹¹ Dispositif destiné à impulser et accompagner les usages pédagogiques du numérique dans les écoles de Mulhouse, composé par des enseignants, chercheurs universitaires (du laboratoire LISEC), formateurs, IEN, la DANE, Canopé, l'UHA, etc.

¹² « L'inadéquation de l'infrastructure sociale et technique pour un programme d'utilisation éducative de l'ordinateur portable. »

insuffisants, les élèves devant parfois sortir de classe pour trouver un accès Internet. Les ordinateurs eux-mêmes étaient trouvés lents et leurs fonctionnalités limitées. Comme le disait un enseignant:

They are slow. They are sluggish. They can't connect to the printers. I don't teach writing with them because I have no way to access students' written work other than walking around the classroom and looking at it. We even tried to set up student email accounts in my class, but the system blocked everything¹³. (Ibid., p. 69).

Les enseignants font ainsi fréquemment état d'une frustration : « Je suis complètement frustrée de tout ce que je pourrais faire avec la tablette, et d'être complètement bridée par des soucis techniques » (Villemonteix & Nogry, 2016, p. 87).

Il semble toutefois que les résistances des enseignants s'estompent à mesure que des obstacles majeurs sont surmontés, notamment le fait que les usages sont désormais bien plus immédiats, sans un coût d'apprentissage démesurément prohibitif (Ravestein & Ladage, 2014).

A l'inverse de ce qui est parfois un peu hâtivement supposé, ce ne sont d'ailleurs pas spécialement les plus jeunes enseignants qui sont les vecteurs de l'introduction des TIC dans les classes : comme le montrent Ravestein & Ladage (2014), si leurs pratiques privées présentent des différences, « on ne peut pas parler de rupture générationnelle » dans les usages en classe. De même, les différences d'usage en fonction du genre et les stéréotypes persistent, mais ce sont les femmes qui semblent utiliser davantage les TIC dans la préparation de leurs cours.

Les difficultés ne sont cependant pas que d'ordre technique, mais aussi pédagogique. Intégrer un produit, logiciel ou matériel, dans une logique de classe pose bien des difficultés pour la programmation didactique par l'enseignant. Par exemple, au-delà même de son intérêt éducatif, la durée d'une vidéo ou d'un jeu vidéo doit être compatible avec les horaires et la planification des séquences d'enseignement. Pour son étude sur les jeux sérieux, Bugmann (2016) avait par exemple sélectionné des jeux se jouant en moins d'une heure.

C. Quelle généralisation des innovations ?

Que les technologies numériques soient scolarisées ou qu'elles soient conçues pour l'école, les recherches s'accordent sur le fait que la difficulté est leur généralisation, au-delà d'un cercle restreint d'innovateurs.

Les premiers usages du numérique en contexte scolaire ont en effet longtemps été le fait d'enseignants « pionniers » (Béziat, 2003), sans le soutien et parfois contre une « administration hostile » (Belisle, 2010). Linard affirmait ainsi, en 2003, que les innovations pédagogiques « restent marginales, dépendantes d'individus exceptionnels, tolérées en formation permanente et à dose homéopathique dans les cursus classiques » (p. 246). Les « innovateurs bricoleurs » (Villemonteix & Khaneboubi, 2013), ceux qui peuvent jouer avec les règles, les contrarier, les détourner, étaient alors les principaux porteurs des usages innovants dans les institutions et « il arriv[ait] assez souvent que l'introduction des outils et médias en classe soit due à des stratégies d'effraction ou de détournement menées par

¹³ « Ils sont lents. Ils sont léthargiques. Ils ne peuvent pas se connecter aux imprimantes. Je n'enseigne pas à écrire avec eux parce que je n'ai aucun moyen d'accéder au travail écrit des élèves sauf à marcher dans la classe et à le regarder. Nous avons même essayé de créer des comptes de messagerie pour les étudiants dans ma classe, mais le système a tout bloqué. »

des enseignants pionniers contre les usages prévus et prescrits » (Moeglin, 2012, p.13). La situation a-t-elle changé depuis ? Certes, les discours institutionnels ont changé et l'innovation est aujourd'hui non seulement valorisée, elle est prescrite et présentée comme le levier de la refondation de l'école (Livingstone, 2012 ; Fluckiger, 2019a). Pour autant, la difficulté à dépasser le cercle des innovateurs semble demeurer, même en cas de soutien institutionnel fort. Béziat (2003), notamment a analysé les tensions entre les activités et les valeurs des praticiens « innovateurs » et celles des réformateurs institutionnels, dans le cas de l'école primaire française.

Dans une recherche sur le déploiement de TNI dans les écoles primaires lilloises en 2014-2015 (Fluckiger *et al.*, 2016), il a été montré que certains enseignants montraient une forme de plaisir, voire de gourmandise technophile, comme ces enseignants qui déclarent : « C'est ma passion aussi l'informatique, j'accepte aussi de passer du temps » ou cette enseignante qui dresse une liste des outils du TNI qu'elle utilise, avant de conclure : « C'est vraiment petit à petit qu'on découvre tout ça, le chronomètre, les dés, il y a tout en tas de petites fonctions qu'on découvre au fur et à mesure ».

Cependant, au-delà des enseignants qui montrent une telle appétence technique, la généralisation des usages est souvent décrite comme problématique. En France, Nogry & Sort (2016) notent, sur la base d'un projet de dotation auprès de 4 enseignants du CE2 au CM2 que si au début un fort enthousiasme était exprimé par ces enseignants, les ambitions pédagogiques ont été rapidement revues à la baisse. Elles notent que :

Dès la première année, un ensemble de difficultés matérielles et de facteurs organisationnels freinent l'enthousiasme des enseignants et leurs explorations. L'utilisation de la classe mobile engendre des contraintes logistiques récurrentes qui peuvent être source de tensions. Il s'agit notamment du déplacement du matériel, certaines classes n'étant accessibles que par des escaliers, de l'installation dans la classe ou du chargement des ordinateurs.

Après un an et demi, un seul enseignant a souhaité continuer à les utiliser : c'est le seul qui s'est caractérisé par des usages qui se sont rapidement stabilisés, la classe mobile s'intégrant dans des usages des TICE déjà intégrés.

Ainsi, le constat récurrent de faibles usages par les enseignants et de la difficulté de leur pérennisation semble toujours de mise, même si certains outils comme les TNI, parfois les tablettes ou les classes mobiles, sont entrés dans les habitudes de nombreuses classes. Une des raisons tient peut-être à une certaine confusion, comme le relève Livingstone (2012) : suppose-t-on et attend-on que la technologie améliore les formes pédagogiques traditionnelles ou au contraire les bouleverser ? Il n'est pas du tout clair, dans les discours officiels, de savoir si les usages du numérique sont une opportunité car ils sont censés remettre en cause la forme scolaire traditionnelle (par un enseignement moins transmissif, plus interactif), s'ils doivent permettre de rendre cette forme scolaire plus efficiente, ou encore s'ils représentent au contraire une menace par le brouillage de la place des savoirs, des enseignants ou des élèves. Les trois discours coexistent. Cela sans compter que ces discours dépeignent parfois un enseignement « classique » et des élèves « passifs » dans lesquels les enseignements ne se reconnaissent pas, l'élève « au centre des apprentissages », la mise en activité des élèves étant une préoccupation et même un lieu commun depuis bien longtemps, bien avant que les tablettes ou TNI ne soient déployés.

D. Quelle efficacité ?

Les discours institutionnels et ceux des grands organismes internationaux affirment fréquemment que le numérique dans les classes serait le gage d'un enseignement plus efficace. Comme le rappellent Youssef & Audran (2019), « les responsables pédagogiques [ont investi] considérablement dans les ressources numériques afin, selon eux, d'augmenter la performance des apprenants et de favoriser la personnalisation de l'apprentissage, la collaboration et l'autonomie ».

Concernant le TNI, Türel faisait remarquer en 2010 qu'il existe peu d'études empiriques rigoureuses permettant de montrer l'impact sur l'apprentissage et la réussite scolaire. Higgins *et al.* (2007) dans une revue de littérature (principalement anglo-saxonne), estiment que les études à une large échelle demeurent « ambiguës » après l'optimisme initial qui voulait que les TNI aient un effet non seulement sur la motivation mais aussi sur l'apprentissage. Les résultats demeurent incertains lorsque, à rebours des conceptions déterministes qui voudraient que la technologie ait un effet en elle-même, les chercheurs examinent les usages effectifs. Par exemple, Duroisin *et al.* (2011) étudient les effets différenciés de l'usage du TNI, lorsqu'il est réservé exclusivement à l'enseignant ou lorsqu'il est partagé avec les élèves. En s'appuyant sur des pré- et post-tests et une analyse de l'activité en classe, ils montrent que la dynamique des interactions est bien modifiée par la modalité d'usage. Les résultats ne permettent en revanche pas de montrer de progrès significativement plus importants des élèves dans un cas ou dans l'autre, même s'il semble y avoir une plus grande homogénéité dans le cas d'un usage partagé avec les élèves.

Le même constat peut être fait pour l'ensemble des technologies éducatives. En 2007, le BECTA notait que « *Overall, the evidence on the impact on attainment of learning through ICT remains inconsistent*¹⁴ » (BECTA, 2007). Livingstone (2012) conclut, sur la base d'études principalement anglaises: « *convincing evidence of improved learning outcomes remains surprisingly elusive*¹⁵ » (p. 9).

L'extrait suivant d'une note d'information de la Depp (2014) est à ce titre caractéristique : même lorsqu'un impact est avancé, la prudence dans l'interprétation s'impose :

Dans l'ensemble, les études d'impact sur l'apprentissage identifient des retombées positives. Toutefois, étant donné la variété croissante des technologies numériques et des contextes dans lesquels ces études sont menées, il est difficile de faire émerger des messages simples. De leur côté, les études prenant en compte les résultats scolaires sont confrontées au problème qui consiste à identifier l'effet « réel » du numérique. Par exemple, une étude britannique montre que la progression des résultats scolaires observée sur quatre ans a été plus rapide pour les élèves bénéficiant d'un équipement numérique accru. Toutefois, l'interprétation de ce résultat reste délicate car les écoles qui ont bénéficié d'un équipement plus important ont également pu développer des stratégies pédagogiques plus innovantes et plus efficaces. Le numérique ne serait donc pas par lui-même à l'origine des meilleurs résultats scolaires. (Depp, 2014, p. 3).

¹⁴ « Dans l'ensemble, les données factuelles sur l'impact sur la réussite de l'apprentissage grâce aux TIC demeurent contradictoires. »

¹⁵ « Les preuves convaincantes de l'amélioration des résultats d'apprentissage restent étonnamment insaisissables »

Les effets peuvent parfois s'avérer de court terme : les résultats de Higgins *et al.* (2005), dont l'étude a été menée sur 67 écoles dotées de TNI et 55 écoles non dotées, montrent que si un effet positif du TNI sur les apprentissages peut être mesuré la première année, cet effet tend à disparaître dès la seconde année, en particulier dans les écoles qui connaissent les meilleurs résultats.

Concernant les classes inversées, dans l'une des seules études recensées par Bissonnette et Clermont (2013) cherchant à mesurer une efficacité du dispositif, Pierce & Fox (2012) ont cherché à comparer les résultats à l'examen final de deux cohortes d'étudiants, en 2011 (mode traditionnel) et 2012 (classe inversée) et montrent une très légère augmentation des résultats (3,9 % sur la note finale) ... sans être en mesure de s'assurer de l'équivalence entre les deux cohortes. Bissonnette & Clermont (2013) en appellent à la « prudence » et concluent qu'« on ne peut se contenter des témoignages individuels comme preuves d'efficacité » (p. 37)

Les recherches montrent même parfois un impact négatif :

Les récentes conclusions d'un rapport que rendait public l'OCDE en septembre 2015, Students, Computers and Learning : Making the Connection, semblent intéressantes pour la question des tableaux blancs interactifs en contexte scolaire. Cette vaste enquête internationale (plus de 30 pays) de l'OCDE sur l'impact des technologies en éducation montre que les pays qui se sont lancés dans une informatisation rapide de l'enseignement (comme ceux qui ont fait l'acquisition rapide de TBI) obtiennent, en général, de mauvais résultats. Pire encore : dans certains contextes, plus un jeune utiliserait les nouvelles technologies à l'école, moins bons seraient ses résultats scolaires. (Karsenti, 2016).

Ainsi, les résultats des recherches qui se penchent sur les usages en termes d'*impact* ou d'*effet* semblent systématiquement décevants. Cette difficulté à attester d'*effets* est connue de longue date. Chaptal (2009) conclut ainsi que « face aux promesses inconsidérées de certains avocats des TICE concernant leur efficacité supposée, le décalage apparaît considérable ». En réalité, on peut considérer que c'est la manière même de poser la question de l'*efficacité* des technologies qui est, « une question impossible » (Pouts-Lajus, 2000). Il s'agit de ce que Collin (2016) nomme « le paradigme de l'impact », qui simplifie la relation pédagogique et minimise le rôle des acteurs pour attribuer indument des « effets » au numérique » quand c'est toute la situation pédagogique qui concourt à produire ce qui est mesuré. Il y a certes de bonnes raisons à la persistance de ce paradigme (Livingstone, 2012 ; Fluckiger, 2019a), mais il s'agit bel et bien d'une impasse méthodologique qui « se fonde sur l'illusion de la possibilité d'isoler une variable unique » (Chaptal, 2009, p. 9), le paradoxe consistant à affirmer tout à la fois que les modalités d'apprentissages seraient fondamentalement nouvelles mais qu'il serait malgré tout possible de les comparer aux anciennes « avec des indicateurs en cohérence avec les modèles traditionnels » (*ibid.*).

En réalité, l'efficacité ne peut pas être une catégorie de pensée scientifique. Il s'agit d'une catégorie morale et politique. L'efficacité d'une méthode ou d'un système éducatif peut renvoyer à une conception élitiste ou démocratique de l'enseignement. La méthode efficace est-elle alors celle qui réduit les inégalités scolaires ou celle qui pousse une élite au plus haut niveau ? L'efficacité est-elle une fonction des résultats ou des économies de moyens ? Il faudrait se positionner moralement et politiquement sur ces questions avant de commencer à poser la question de l'efficacité des technologies.

E. Quelle innovation pédagogique ?

Plus fondamentalement, c'est sans doute l'idée même que l'innovation technologique est en soi un moteur d'innovation pédagogique, ou a comme effet un renouvellement des pratiques enseignantes, qui doit être rejetée (Amadiou & Tricot, 2014 ; Tricot, 2017 ; Bernard & Fluckiger, 2018). Pour Barbot, Debon & Glickman « il serait dangereux d'assimiler changements et intégration des TIC, car ces dernières ne sont que l'amplificateur de pratiques pédagogiques en évolution, des outils au service d'intentions » (2006, p. 10). C'est ce qu'affirment aussi Dazy-Mulot & Audran (2019) :

Ce n'est pas parce qu'on introduit une technologie qualifiée d'innovante dans un contexte d'éducation ou de formation que la pratique se renouvelle et devient forcément innovante [...]. Innovant ou non, l'artefact¹⁶ n'est donc pas l'élément déterminant. [...] Il n'y a donc pas de lien a priori entre innovation technologique et innovation pédagogique.

Les technologies numériques peuvent même avoir un effet de renforcement des pratiques pédagogiques les plus classiques. La multiplication des ressources numériques peut conduire les enseignants à mobiliser davantage le manuel, pour structurer et organiser leur cours (Fluckiger *et al.*, 2016). Les enseignants disposant d'un TNI peuvent voir se renforcer des formes de pédagogie frontale et expositive. Karsenti, tirant le bilan du TNI en termes d'innovation pédagogique dans la littérature anglo-saxonne rapporte ainsi :

*Les TBI auraient le potentiel de permettre aux élèves de collaborer (voir aussi Littleton, 2010 ; Saltan *et al.*, 2009 ; Warwick *et al.*, 2010), mais seulement dans certains contextes. Pour Littleton (2010), le TBI permettrait même, par l'enseignement de type frontal qu'il favorise, « de gagner du temps ». (Karsenti, 2016, p. 7).*

Cette question rejoint celle, abordée précédemment, de la généralisation des technologies au-delà du cercle des enseignants « pionniers », qui cherchent l'innovation pédagogique. En effet, en dehors de ces innovateurs, les technologies sont le plus souvent appropriées par les acteurs lorsqu'elles sont au contraire intégrées aux pratiques éducatives antérieures. C'est ce que montrent Raby *et al.* (2019) pour le cas du TNI, en mettant en parallèle les utilisations du TNI (frontale, partagée ou collaborative) avec des catégories d'interaction (autoritaire, dialectique, dialogique, synergique).

Le bilan fait par Train (2013) de la littérature anglo-saxonne est à ce titre caractéristique : ces recherches montrent que si le TNI « est susceptible d'améliorer et diversifier les pratiques pédagogiques des enseignants, le risque de voir le rôle du maître renforcé au détriment de l'activité des élèves est souligné » (p. 67). Il s'agit d'une forme du paradoxe et de la confusion relevée par Livingstone (2012) et évoquée plus haut : considère-t-on que le TNI est efficace s'il permet de renforcer un enseignement magistral (en donnant au maître un bon outil d'exposition) ou au contraire s'il permet de rompre avec l'enseignement frontal et suscite l'activité des élèves et leurs interactions ?

¹⁶ Dans l'approche instrumentale dont s'inspirent ces auteurs, il est courant de désigner par le terme artefact tout objet fabriqué, pour le distinguer de l'instrument, qu'un individu s'est approprié par un travail de construction et d'adaptation de schèmes.

F. Gagner ou perdre du temps ?

Un autre sens de l'efficacité ne concerne plus les résultats des élèves, mais la facilité d'usage ou le temps nécessaire aux enseignants. Le numérique permet-il aux enseignants d'être plus « efficaces » dans leur travail, ou au contraire leur fait-il perdre du temps ? Les recherches sont unanimes pour associer l'usage du numérique et le sentiment, chez les enseignants, d'une perte ou d'un investissement en temps. Le temps trop long d'installation du matériel est d'ailleurs l'un des facteurs limitant les usages en classe mis en avant par les enseignants (MENESR, 2015).

Sur les manuels numériques, Voulgre (2012) note :

Contrairement au sentiment du « gain de temps » régulièrement associé à des usages de l'informatique (Duarte, 2000 ; Ramage, 2003), ce qui apparaît pour une majorité de professeurs de l'échantillon est davantage l'impression d'une perte de temps, notamment par la rigidité des formats des manuels qui ne permettent pas la manipulation des fichiers qu'ils contiennent. Le deuxième type d'attente concerne l'organisation du temps de classe. Le gain de temps est perçu précisément lors des passages d'un document à l'autre, par la facilité exprimée pour les faire apparaître et disparaître et pour l'aisance que procure une image grand format présentée à un groupe. (Voulgre, 2012).

C'est également le cas pour les tablettes numériques. Dans l'enquête EXTATE (Villemonteix *et al.*, 2014), les enseignants témoignent de même que la mise à jour des applications pour une dizaine de tablettes n'est pas sans coût temporel : « Ça peut nous prendre une heure par semaine pour les 10 tablettes parce que le réseau rame. Il faut le faire souvent sinon au bout de 15 jours, on se retrouve avec 60 applications à mettre à jour » (Villemonteix & Nogry, 2016, p. 84). Pour Villemonteix & Khaneboubi (2013), « [l]e temps mobilisé pour l'accès à des applicatifs adaptés est important et le risque de renoncement l'est tout autant ».

Pour le TNI également, la dimension chronophage du TNI est la deuxième des difficultés relevées par les enseignants, après les problèmes techniques (Karsenti, 2016). En classe, les enseignants signalent certes un gain de temps dans la correction des exercices avec le TNI (Fluckiger *et al.*, 2016), mais l'usage scolaire demande un effort et un temps d'appropriation certain, comme cet enseignant qui dit que « [ce qui est chronophage] c'est l'utilisation du logiciel, il faut apprendre à se servir de toutes les options et on en découvre jour après jour mais c'est vrai, qu'au début, il y a quand même, un petit peu de manipulation » (*ibid.*). Même lorsqu'on s'est approprié un environnement et des outils, les changements de versions, les réinstallations par les services qui s'occupent des mises à jour peuvent décourager de repasser du temps de configuration : tel enseignant n'a pas réinstallé le logiciel du pointeur laser qu'il utilisait en début d'année avec son TNI : « Ils ont rechangé mon ordinateur, c'est le temps, c'est hyper chronophage donc je n'ai pas toujours le temps d'installer les lasers machins » (*ibid.*)

La recherche de ressources numériques, qui sont nécessaires pour l'usage de ces deux outils, tablettes ou TNI, est une activité particulièrement chronophage. Au Royaume-Uni, Livingstone (2012) recense des études qui pointent le rôle crucial du travail de préparation des cours par les enseignants pour que les cours mobilisant des technologies numériques présentent un effet positif : « *it requires*

*considerable input of teacher training, preparation and production of appropriate materials for such learning also to become more effective*¹⁷ » (p. 6).

Au temps de recherche proprement dit, s'ajoute ensuite celui de la mise en forme et parfois de transposition dans les formats supportés par les équipements de la classe :

« Ça demande pas mal de boulot en amont pour savoir comment ça va se rendre sur le TNI de la classe et comme je ne l'ai pas chez moi, je ne peux pas tout le temps faire ce travail, compléter une leçon, des choses comme ça. » dit une enseignante. (Fluckiger et al., 2016).

L'usage de ressources vidéo, en particulier, s'avère extrêmement coûteux en temps. Comme le formule une enseignante :

« Il faut que je visionne tout le film, que je note à quel moment il y a un passage intéressant, qu'ensuite je leur montre que ce passage intéressant, moi, ça me demande beaucoup de travail en amont aussi et pour peut-être leur montrer que cinq minutes ici en classe ». (Ibid).

Certains enseignants expriment ce temps dépensé sous la forme d'un « investissement », qui peut éventuellement permettre de gagner du temps les années suivantes : « C'est un méga boulot pour moi mais une fois qu'il est fait, il est fait » dit un enseignant. Un autre espère :

« Cette année comme je démarre avec le tableau numérique, oui, ça me prend beaucoup de temps, maintenant tout ce que j'ai cherché cette année, l'année prochaine je l'aurai déjà donc ça sera tout ça de moins à faire et vous aurez un peu moins de travail ou alors je pourrai chercher plus loin mais j'aurai au moins une base déjà ». (Ibid).

G. Quelles compétences ?

Au numérique est fréquemment associée la notion de compétence. Cette notion, issue du domaine de l'entreprise et importée en éducation, est inscrite depuis 2005 dans les objectifs de l'école, avec le socle commun de connaissances et de compétences. La difficulté de cette notion est que le flou de sa définition favorise des discours flous sur les « nouvelles compétences » dont devraient disposer les élèves (ou les enseignants) : « compétences génériques », « apprendre à apprendre », « adaptabilité » renvoient à des pratiques, des valeurs, des savoir-faire dont le contenu varie selon les discours. Il est déjà nécessaire de distinguer les compétences des élèves et celles des enseignants, ou encore les compétences nécessaires aux usages, celles dont on suppose qu'elles seront développées dans les usages et celles qui nécessitent un enseignement spécifique.

Si l'on s'intéresse aux compétences des élèves, toutes les recherches indiquent que l'appétence des jeunes pour les technologies numériques ne doit pas masquer le fait que l'usage n'entraîne pas nécessairement le développement de compétences. Les pratiques étant souvent faiblement verbalisées, les compétences développées dans le maniement quotidien et routinier de quelques applications entraînent, pour la majorité des jeunes, des compétences locales, non transférables, bien davantage que des compétences transversales ou des moyens de compréhension des mécanismes en jeu (Fluckiger, 2008 ; Dauphin, 2012 ; Cordier, 2015).

¹⁷ « Cela nécessite un investissement considérable en formation des enseignants, en préparation et en production de matériels appropriés pour qu'un tel apprentissage devienne également plus efficace. »

Certains élèves sont conscients de ces limites, et certains, rencontrés par Cordier (2015), s’amusent de ce décalage avec la vision qu’en ont les adultes qui pensent que « on sait tous pirater des sites ». Mais globalement, les jeunes ont plutôt une vision positive de leurs propres compétences. Dans une enquête quantitative menée auprès de plus de mille élèves de première de lycée général en France, Guichon (2012) montre que :

Les jeunes interrogés estiment que leur compétence à utiliser les TIC est bonne (53,2 %) ou même très bonne (16,1 %). Seule une minorité des répondants considèrent avoir une compétence faible ou très faible (5,3 % en cumulé). Ce taux est à comparer avec les 47 % des Français, tous âges confondus, interrogés en 2009 sur leur propre compétence pour utiliser un ordinateur qui répondaient qu’ils ne se considéraient "pas très" ou "pas du tout" compétents. (CREDOC, 2009, p. 16).

Dans cette étude, les garçons sont par ailleurs plus nombreux que les filles à s’estimer très compétents.

Cette image de compétence s’impose également aux enseignants, même s’ils sont rarement dupes des discours sur les jeunes « plus compétents que les enseignants » qui sont parfois assésés hors de tout résultat empirique. Par exemple, ils sont nombreux à juger positivement les modalités pédagogiques d’usage du TNI, (Fluckiger *et al.*, 2016) parce qu’elles renvoient à l’image qu’ils se font des élèves :

C'est quand même une génération qui fonctionne pratiquement qu'avec la vidéo que ce soit leur console de jeux, la télé [...]. Quand c'est projeté sur le tableau, ça les intéresse enfin ils fixent davantage leur attention que si je leur dis prenez votre manuel telle page et on va regarder le document ». (Ibid).

La question de l’évaluation des compétences (par exemple dans le Brevet informatique et internet, B2i) a fait l’objet d’une attention certaine de la part des chercheurs (Papi, 2012 ; Vandeput & Henry, 2012), par exemple le fait qu’il est difficile de distinguer les compétences techniques et les compétences « sociales », que Gobert (2012) propose de rassembler dans un même « creuset ».

Les compétences peuvent également être celles des enseignants. Utiliser un TNI, des tablettes, un logiciel disciplinaire suppose des compétences à la fois techniques et relatives aux contenus enseignés. Or, précisément, les compétences des enseignants sont très variables. Parler d’usage d’un outil pédagogique en général a donc peu de sens, même lorsque les conditions (niveau scolaire, contenus enseignés, caractéristiques sociales des apprenants, etc.) sont les mêmes. Par exemple, Kenewell *et al.* (2008) ont étudié les usages du TNI par un groupe d’enseignants très technophiles et montré à quel point leurs usages étaient spécifiques et non généralisables. Tout usage un peu « avancé » entraîne son lot de problèmes techniques, comme cet enseignant qui témoigne :

« On a un dispositif qui ne fonctionne pas encore, qui permet d’envoyer sans fil l’écran de la tablette au TNI, mais la fibre fait que ça bloque. [...] il y a eu quelques aspects techniques un petit peu embêtants » (Villemonteix & Nogry, 2016, p. 86).

Ces problèmes techniques doivent être identifiés par les enseignants, ce qui suppose un niveau de compétence relativement élevé : seuls les enseignants les plus technophiles et compétents peuvent passer par-dessus et se concentrer sur le cœur de métier et l’enseignement des contenus scolaires.

Interrogés sur leurs compétences, les professeurs des écoles se déclarent « très à l'aise avec les traitements de texte et Internet, moyennement avec les tableurs et le traitement de l'image mais peu habiles avec les jeux et les vidéos » (Ravestein & Ladage, 2014, p. 13). Le sentiment d'avoir des compétences insuffisantes pour l'usage est d'ailleurs une raison minoritaire (42 %) de limitation des usages scolaires par les enseignants, loin derrière les problèmes de matériel, de connexion ou la taille des groupes.

H. Quelle motivation des élèves ?

L'une des fortes attentes concernant le numérique en éducation repose sur l'idée que les élèves seraient plus « motivés » lorsqu'il s'agit de travailler avec des outils numériques. La lecture des travaux de recherche met en évidence le fait que cela est plutôt vrai... à condition de bien s'entendre sur les mots.

Si l'on s'intéresse à la perception qu'en ont les élèves et les enseignants, cela est indubitablement vrai, dans les études en France et à l'étranger (par exemple Depp, 2010 ; Jeunier *et al.*, 2005, sur le TNI, etc.). Cette perception est un élément à prendre en compte, bien que les perceptions des acteurs puissent fortement différer de ce que les recherches peuvent mesurer en essayant d'établir des faits avec des critères et indicateurs stables.

En revanche, plusieurs limites peuvent être mises à un constat aussi général. Notons déjà, à la suite d'Amadiou & Tricot, que la notion même de motivation est le plus souvent mal définie et peut renvoyer à des dimensions très différentes : « parle-t-on de la motivation relative au dispositif d'apprentissage [...], à la tâche d'apprentissage [...], au contexte d'apprentissage [...] ou au domaine de connaissance » (Amadiou & Tricot, 2014, p. 10). Mais même lorsqu'est précisé le sens de cette motivation, il semble difficile d'attester sans plus de précision une hausse de la motivation en général.

D'une part, cet effet motivationnel semble ne pas être uniforme. Les élèves les plus en difficulté semblent y être plus sensibles et leurs résultats sont ceux qui s'améliorent le plus (quand ceux des élèves qui ont le plus de facilité peuvent même parfois baisser, comme nous l'avons vu pour les classes inversées, Faillet, 2013, ce constat étant partagé par d'autres enseignants, voir Becchetti-Bizot, 2017). Bien entendu, il peut être jugé politiquement ou éthiquement juste de favoriser les élèves les plus en difficulté, c'est là une position défendable, mais cela interdit en revanche de parler d'un effet positif général.

D'autre part, l'effet positif semble être de courte durée, les effets positifs pouvant être mesurés dans un premier temps et tendant à disparaître par la suite, lorsque l'effet de nouveauté se fait moins sentir (Higgins *et al.*, 2005).

Nous avons enfin vu plus haut que la motivation des enseignants semble elle aussi de courte durée et inégalement répartie (Nogry & Sort, 2016), face aux difficultés techniques et au coût temporel d'un usage véritablement intégré aux pratiques pédagogiques.

I. Quelles inégalités numériques ?

Les inégalités sociales face aux usages éducatifs du numérique ont fait l'objet d'une relative attention. Les réflexions actuelles partent généralement de l'idée que les inégalités sont à penser désormais dans un contexte où la massification des équipements a largement homogénéisé les équipements (Plantard,

2015). C'est le cas dans la plupart des pays, notamment ceux de l'OCDE (OCDE, 2015). Si l'on regarde le temps passé sur Internet par les élèves des pays de l'OCDE, il n'y a pas de forte variation en fonction de l'origine socio-économique. En revanche, c'est l'usage qui présente en effet des variations, comme par exemple l'utilisation du courrier électronique ou le fait de suivre l'actualité. Dans bien des pays, les élèves les plus défavorisés sont davantage susceptibles de jouer aux jeux vidéo que de suivre l'actualité sur Internet, à l'inverse des élèves plus favorisés (OCDE, 2015). L'importance croissante de l'écrit dans le monde numérisé, et donc des capacités de lecture et d'écriture, est même présentée comme un des risques d'accroissement des inégalités dans les différents pays.

Cette idée d'une « *second digital divide*¹⁸ » (Hargittai, 2001), qui concerne les usages et non plus uniquement les accès, est désormais largement partagée dans la littérature. Warschauer & Matuchniak (2010) affirment :

*Today the digital divide resides in differential ability to use new media to critically evaluate information, analyze, and interpret data, attack complex problems, test innovative solutions, manage multifaceted projects, collaborate with others in knowledge production, and communicate effectively to diverse audiences—in essence, to carry out the kinds of expert thinking and complex communication that are at the heart of the new economy*¹⁹. (p. 2013).

Ils en concluent la nécessité de construire les programmes de déploiement de technologies numériques dans les écoles non pas seulement autour de l'accès, mais dans l'objectif de permettre le développement de compétences de haut niveau par les élèves.

Ce sont également de tels résultats qui conduisent Eynon (2009) à suggérer d'aller au-delà de la question de l'accès, suite à une enquête longitudinale sur la population britannique :

La fracture numérique n'est plus seulement à envisager comme une catégorisation dichotomique entre ceux qui disposent des ressources numériques et ceux qui en sont dépourvus, mais est plutôt définie comme un continuum où intervient un entrelacs de facteurs déterminants telles que les attitudes, les compétences, la qualité de l'accès et l'aide fournie dans l'environnement. (Traduit par Guichon, 2012).

Les inégalités de genre ont également fait l'objet d'une attention certaine. Ces inégalités peuvent concerner un outil ou un usage particulier, comme le jeu vidéo : si 99 % des jeunes de 12-17 ans sont joueurs (IPSOS, 2009), les garçons semblent davantage jouer que les filles (en termes de fréquence).

Mais les usages scolaires ne sont pas non plus épargnés et présentent eux-aussi des différences. Le déploiement d'ordinateurs portables dans les collèges d'Ille-et-Vilaine, lors de l'opération de dotation « Ordi 35 », a par exemple donné lieu à des recherches qui se sont penchées sur les différences de genre. Étudiant une salle destinée à accueillir les usages « libres » des collégiens, dotés d'un ordinateur portable lors de cette opération, Rinaudo & Delalande (2008) notent que « les garçons sont toujours

¹⁸ Seconde fracture numérique.

¹⁹ « Aujourd'hui, la fracture numérique réside dans la capacité différentielle d'utiliser les nouveaux médias pour évaluer de manière critique les informations, analyser et interpréter les données, résoudre des problèmes complexes, tester des solutions innovantes, gérer des projets à multiples facettes, collaborer avec d'autres dans la production de connaissances et communiquer efficacement avec des publics divers : en substance, pour mener à bien les types de réflexions expertes et de communication complexe qui sont au cœur de la nouvelle économie ».

plus nombreux que les filles à chaque moment où ils ont accès à la salle » (p. 136). Elles restent moins longtemps, ont des usages plus collectifs, rarement solitaires. En cas de problème technique ou de panne, les filles cherchent moins à réparer mais se tournent vers l'animateur... ou les garçons, alors que les garçons n'ont jamais sollicité de fille pour les aider : « Les filles semblent voir certains garçons comme des experts » (*ibid.*) Par ailleurs, « il n'est pas rare de voir plusieurs d'entre elles autour d'une même machine allumée, tandis que les garçons sont la plupart du temps seuls devant leur ordinateur » (Rinaudo *et al.*, 2008).

Conclusion

Larry Cuban (1986) proposait l'idée que l'introduction des technologies éducatives suivait des cycles d'illusion et de désillusion. De fait, les discours enthousiastes actuels sur le numérique éducatif ont un air de déjà-vu et ressemblent à s'y méprendre à ceux qui ont accompagné le cinéma, le gramophone, la télévision, les jeux vidéo, etc. S'il ne s'agissait pas d'une citation bien connue d'Edison en 1913, qui pourrait en effet dire que l'affirmation « Les livres seront bientôt obsolètes dans les écoles. Les élèves seront bientôt instruits par les yeux. Notre système scolaire sera complètement changé d'ici dix ans » ne concerne pas les simulations immersives, la réalité virtuelle ou l'intelligence artificielle mais... le cinéma ?

Certes, la profondeur des évolutions technologiques et sociales dans l'ensemble de la société ne peut pas rester sans répercussions sur l'école. Sommée de former les « futurs citoyens », comme disent les textes institutionnels, aux besoins d'une économie et d'une société où le numérique est omniprésent, pressée par les marchands d'adopter des outils d'enseignement et d'apprentissage supposés « innovants » ou « efficaces » (sans que leurs bienfaits n'en soient en réalité bien attestés), l'école intègre désormais de manière non marginale des outils et des usages du numérique.

Parallèlement aux études expérimentales, qui peuvent attester de telle ou telle fonction pédagogique, il importe d'aller voir *in situ* ce que les acteurs font de ces technologies. Comment ils s'en saisissent, quels freins apparaissent, parfois sur un temps plus long que celui des expérimentations. Ces recherches donnent par nature des résultats partiels, nuancés, locaux, souvent non concluants ou décevants pour les tenants d'une vision positiviste de la technologie et de ses impacts. En donnant la parole aux acteurs, en mettant en lumière les usages à hauteur humaine, ces recherches sont toutefois indispensables à la fois pour les décideurs publics (qui seraient désireux d'éviter de nouvelles désillusions liées à des espoirs trop élevés), et pour les enseignants et les élèves (qui peuvent s'en saisir pour résister aux injonctions parfois intenable qui pourraient leur être faites).

Références

- Ahr, S., Butlen, M. & Elalouf, M.-L. (2012). Lectures sur écran, lectures sur papier. Discours et représentations des élèves de 15 ans. *Le français aujourd'hui*, 178, 65-76.
- Amadiou, F. & Salmerón, L. (2013). Concept Maps for Comprehension and Navigation of Hypertexts. *Digital Knowledge Maps in Education*, 41–59. Repéré à https://www.academia.edu/15329868/Concept_maps_for_comprehension_and_navigation_of_hypertexts
- Amadiou, F. & Tricot, A. (2014). *Apprendre avec le numérique. Mythes et Réalités*. Paris : Retz.
- Bachy, S. (2019). Comment se développe le savoir technopédagogique disciplinaire ? *Spirale*, 63, 125-137.
- Baker, M. (2015). Collaboration in collaborative learning. *Interaction Studies*, 16(3), 451–473.
- Balanskat, A., Blamire, R. & Kefala, S. (2006). *The ICT impact report: a review of studies of ICT impact on schools in Europe*. Brussels: European Schoolnet, European Commission.
- Baron, G.-L (1990). L'informatique en éducation : le cas de la France. Note de synthèse. *Revue Française de Pédagogie*, 92, 57-77.
- Baron, G.-L. (2006). De l'informatique à "l'outil informatique" : considérations historiques et didactiques sur les progiciels. Les logiciels de traitement de tableaux. Dans L.-O. Pochon, É. Bruillard et A. Maréchal (dir.), *Apprendre (avec) les progiciels. Entre apprentissages scolaires et pratiques professionnelles* (p. 39-54). Neuchâtel : IRDP.
- Baron, G.-L (2014). Élèves, apprentissages et « numérique » : Regard rétrospectif et perspectives. *Recherches en Education*, 18, 91-103.
- Baron, G.-L & Bruillard, É. (2001). Une didactique de l'informatique ? *Revue française de Pédagogie*, 135, 163-172.
- Baron, G.-L. & Bruillard, E. (2004). Quelques réflexions autour des phénomènes de scolarisation des technologies. Dans L. Pochon et A. Marechal (dir.), *Entre technique et pédagogie. La création de contenus multimédias pour l'enseignement et la formation* (p. 154-162). Neuchâtel : IRDP.
- Baron, G.-L. & Boulc'h, L. (2012). Les technologies de l'information et de la communication à l'école primaire. État de question en 2011. *EPINET*. Repéré à <http://epi.asso.fr/revue/articles/a1202b.htm>
- Baron, G.-L. & Dané, É. (2007). Pédagogie et ressources numériques en ligne : quelques réflexions. *Revue électronique de l'EPI*, 97. Repéré à <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0709c.htm>
- Baron, G.-L. & Drot-Delange, B. (2016). L'informatique comme objet d'enseignement à l'école primaire française ? Mise en perspective historique. *Revue française de pédagogie*, 195, 51-62. Repéré à <http://rfp.revues.org/5032>
- Baron, G.-L., Drot-Delange, B., Grandbastien, M. & Tort, F. (2015). Enseignement de l'informatique dans le secondaire en France. Un retour de balancier ? Dans G.-L. Baron, É. Bruillard et B. Drot-Delange (dir.), *Informatique en éducation : perspectives curriculaires et didactiques* (p. 83-104). Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise Pascal.

- Basque, J. & Lundgren-Cayrol, K. (2002). Une typologie des typologies des applications des TIC en éducation. *Sciences et Techniques Educatives*, 9 (3-4), 263-289.
- Basque, J. & Lundgren-Cayrol, K. (2003). *Une typologie des typologies des usages des « TIC » en éducation*. Tele-université, Québec. Repéré à <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190671/document>
- Bastide, I. & Fluckiger, C. (2016). Album papier, album numérisé : une dialectique outil-objet avec le TNI. Dans J. Béziat, F. Villemonteix et G.-L. Baron (dir.), *L'école primaire et les technologies informatisées. Des enseignants face aux TICE*. Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion.
- Bautier, E., Crinon, J., Delarue-Breton, C. & Marin, B. (2012). Les textes composites : des exigences de travail peu enseignées ? *Repères*, 45, 69-79.
- Beuné, A. & Tran Than, J. (2015). À propos d'apprentissage mobile dans les pays du sud. *Adjectif.net* Repéré à <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article334>
- Becchetti-Bizot, C. (2017). *Repenser la forme scolaire à l'heure du numérique. Vers de nouvelles manières d'apprendre et d'enseigner* (Rapport n° 2017-056), MEN.
- BECTA (2005). *Review: Evidence on the progress of ICT in Education*. Repéré à <https://dera.ioe.ac.uk/1428/>
- BECTA (2007). *The impact of ICT in schools – a landscape review*. Repéré à http://oei.org.ar/ibertic/evaluacion/sites/default/files/biblioteca/33_impact_ict_in_schools.pdf
- BECTA (2009). *Harnessing technology review 2009: The role of technology in education and skills*. Repéré à http://39lu337z5111zjr1i1ntpio4-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2016/04/ht_review09.pdf
- Belisle, C. (2010). Chapitre 2. Les technologies : quels usages, pour quels effets ? Dans B. Charlier *et al.*, *Apprendre avec les technologies* (p. 35-45). Paris : Presses Universitaires de France.
- Belisle, C. (dir.) (2011). *Lire dans un monde numérique*. Lyon : Presses de l'ENSSIB. Repéré à <https://books.openedition.org/pressesenssib/1085?lang=fr>
- Bell, T., Witten, I. H. & Fellows, M. (2014). *Computer Science Unplugged (L'informatique sans ordinateur)*. Repéré à https://interstices.info/upload/csunplugged/CSUnplugged_fr.pdf
- Bernard, F.-X. (2006). *L'impact cognitif des dispositifs médiatiques sur les enfants d'âge préscolaire en situation d'apprentissage avec un adulte. Étude d'un cas de simulateur informatique dans le contexte d'une exposition scientifique*. (Thèse de doctorat en Sciences de l'Éducation). Université René Descartes.
- Bernard, F.-X., Boulc'h, L. & Arganini, G. (2013). Utilisation de tablettes numériques à l'école. Une analyse du processus d'appropriation pour l'apprentissage. *Sticef*, 20. Repéré à http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2013/03-bernard-atame/sticef_2013_NS_bernard_03p.pdf
- Bernard, F.-X. & Fluckiger, C. (2019). Innovation technologique et innovation pédagogique. Eclairage de recherches empiriques en sciences de l'éducation. *Spirale*, 63, 3-9. Repéré à <https://spirale-edu-revue.fr/spip.php?article1379&lang=fr>
- Berry, V. (2006). *Immersion dans un monde virtuel : jeux vidéo, communautés et apprentissages*. In Actes du colloque Ludovia 2006, Ax les thermes. Repéré à

<http://www.omnsh.org/ressources/548/immersion-dans-un-monde-virtueljeux-video-communautes-et-apprentissages>

Berry, V. (2009). Loisirs numériques et communautés virtuelles : des espaces d'apprentissage ? Dans G. Brougère et A.-L. Ulmann (dir.), *Apprendre de la vie quotidienne* (143-153). Paris : PUF.

Beziat, J. (2003). *Technologies informatiques à l'école primaire. De la modernité réformatrice à l'intégration pédagogique innovante. Contribution à l'étude des modes d'inflexion, de soutien, d'accompagnement de l'innovation* (Thèse de doctorat en Sciences de l'Éducation). Université Paris V.

Bibeau, R. (2005). Les TIC à l'école : proposition de taxonomie et analyse des obstacles à leur intégration. *Revue électronique de l'EPI*, 80, Repéré à <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0511a.htm>

Bissonnette, S. & Gauthier, C. (2013). Faire classe à l'endroit ou à l'envers. *Formation et profession*, 20(1), 32-40. Repéré à http://formation-profession.com/files/numeros/1/v20_n01_173.pdf

Boissière, J., Fau, S. & Pedro, F. (2013), *Le numérique. Une chance pour l'école*. Paris : Armand Colin.

Boucher, S. & Fluckiger, C. (2018). *Echanger des ressources pour enseigner : le cas de professeurs des écoles utilisateurs de TNI*. Communication présentée au colloque eTIC3, Paris Descartes, 27-29 juin. Repéré à https://colloque-etic-3.sciencesconf.org/data/pages/BOUCHER_FLUCKIGER_ETIC3.pdf

Boulc'h, L., Bernard, F.X. & Idrac-Fraisse, A.C. (2014). *Impact d'un entraînement avec tablettes tactiles sur la mémorisation de la forme des lettres et du geste d'écriture en moyenne section de maternelle*. Communication présentée au colloque JOCAIR 2014, Paris, Juin 2014.

Boullier, D. (1989). Du bon usage d'une critique du modèle diffusionniste : discussion-prétexte des concepts de Everett M. Rogers. *Réseaux*, 36, 31-51.

Bruillard, É. (1997). *Les machines à enseigner*. Paris : Hermès.

Bruillard, É. (2007). Wikipédia : la rejeter ou la domestiquer ? *Médialog, revue des technologies de l'information et de la communication dans l'éducation*, 61, 39-45.

Bruillard, É. (dir.), Beauné, A., Levoine, X., Loffreda, M., Normand, S., Quentin, I. & Rouvet-Song, C. (2018). *Collectifs en réseau d'enseignants producteurs de ressources* (Rapport Stef dans le cadre de la convention DNE). Stef, Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay.

Bugmann, J. (2016). *Apprendre en jouant : du jeu sérieux au socle commun de connaissances et de compétences* (Thèse de doctorat en Sciences de l'Éducation). Université de Cergy-Pontoise.

Bugmann, J. & Karsenti, T. (2018). Learning to Program a Humanoid Robot: Impact on Special Education Students: Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives. Dans T. A. Mikropoulos (dir.), *Research on e-Learning and ICT in Education* (323-337), Cham: Springer.

Chambat, P. (1994a). NTIC et représentation des usagers. Dans A. Vitalis (dir.), *Médias et nouvelles technologies. Pour une socio-politique des usages* (45-59). Rennes, France : Editions Apogées.

Chambat, P. (1994b). Usages des technologies de l'information et de la communication. *Technologies et Société*, 6(3), 249-270.

Chapron, F. & Delamotte, É. (2010) *L'éducation à la culture informationnelle*. Villeurbanne : Presses de l'ENSIB.

- Chaptal, A. (2009). Mémoire sur la situation des TICE et quelques tendances internationales d'évolution. *Sticef*, 16. Repéré à https://www.persee.fr/doc/stice_1952-8302_2009_num_16_1_993
- Chartier, R. (2000). *La culture écrite à l'âge de la transmission numérique des connaissances*. MEN.
- Choppin, A. (1992). *Les Manuels scolaires : histoire et actualité*. Paris : Hachette.
- Cojean, S. (2018). *Étayage des activités de recherche d'information et d'apprentissage en environnement vidéo : apports de la segmentation et de la structuration* (Thèse de doctorat en Psychologie). Université Rennes 2.
- Collin, S. (2016). Le numérique en éducation : au-delà de l'impact. *Diversité*, 185, 137-142.
- Cordier, A. (2015). *Grandir Connectés. Les adolescents et la recherche d'information*. Caen : C&F édition.
- Cordier, A. (2020). *Des usages juvéniles du numérique aux apprentissages hors la classe*. Paris : Cnesco-Cnam.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and Machines. The Classroom Use of Technology Since 1920*. New York and London: Teachers College, Columbia University Press.
- Daguet, H. (2007). Un ordinateur portable pour tous. *Les Cahiers Pédagogiques*, 457. Repéré à http://www.cahiers-pedagogiques.com/article.php3?id_article=2882
- Daguet, H. (2009). La mise à disposition d'ordinateurs portables et ses effets sur la pédagogie et les usages Tice des enseignants : le cas de l'opération landaise « un collégien, un ordinateur portable ». Dans J.-L. Rinaudo et F. Poyet (dir.), *Environnements numériques en milieu scolaire : Quels usages et quelles pratiques ?* Lyon : INRP.
- Dauphin, F. (2012). Culture et pratiques numériques juvéniles : quels usages pour quelles compétences. *Questions vives*, 7(17), 37-52
- Dazy-Mulot, S. & Audran, J. (2019). L'intégration des outils technologiques numériques, une question d'éthique professionnelle ? Le cas du TNI. *Spirale*, 63, 51-64.
- de Vries, E. (2001). Les logiciels d'apprentissage : : panoplie ou éventail ? *Revue Française de Pédagogie*, 137, 105-116
- Delamotte, É., Liquète, V. & Frau-Meigs, D. (2014). La translittératie ou la convergence des cultures de l'information : supports, contextes et modalités. *Spirale*, n53, 145-156.
- Depp (2010). *Les technologies de l'information et de la communication (TIC) en classe au collège et au lycée : éléments d'usages et enjeux*. Les Dossiers. Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, Ministère de l'Éducation nationale. Octobre 2010. Repéré à http://media.education.gouv.fr/file/197/18/9/Dossier197_158189.pdf
- Depp (2014). *Le numérique éducatif : un portrait européen*. Note d'information n°14, avril 2014, Repéré à http://cache.media.education.gouv.fr/file/2014/41/6/DEPP_NI_2014_14_numerique_educatif_portrait_europeen_317416.pdf
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? Dans P. Dillenbourg (dir.), *Collaborative-Learning: Cognitive and Computational Approaches* (1-19). Oxford: Elsevier.

- Doise, W. & Mugny, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : InterEditions.
- Drot-Delange, B. (2013). *Enseigner l'informatique débranchée : analyse didactique d'activités*. Communication présentée au colloque Actualité de la recherche en éducation et en formation, AREF 2013, Montpellier.
- Drot-Delange, B. (2016). *Internet en éducation : objets de savoir* (Synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches). Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 24 novembre 2016.
- Duroisin, N., Temperman, G. & De Lièvre, B. (2011). *Effets de deux modalités d'usage du tableau blanc interactif sur la dynamique d'apprentissage et la progression des apprenants*. Communication présentée à la conférence EIAH'2011, Belgique. Editions de l'UMONS, Mons, pp.257-269.
- Eynon, R. (2009). Mapping the digital divide in Britain: implications for learning and education. *Learning, Media and Technology*. 34(4), 277–290.
- Faillet, V. (2014). La pédagogie inversée : recherche sur la pratique de la classe inversée au lycée. *Sticef*, 21, 651-665.
Repéré à http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2014/23r-faillet/sticef_2014_faillet_23r.htm
- Ferone, G., Richard-Principalli, P. & Crinon, J. (2016). Les supports numériques pour enseigner, quels obstacles ? Littératie numérique scolaire et pratiques enseignantes. Dans M.-F. Morin, D. Alamargot et C. Gonçalves (dir.), *Perspectives actuelles sur l'apprentissage de la lecture et de l'écriture / Contributions about learning to read and write. Actes du Symposium international sur la littéracie à l'école/ International Symposium for Educational Literacy (SILE/ ISEL)* (364-383). Sherbrooke : Les Éditions de l'université de Sherbrooke. Repéré à <http://savoirs.usherbrooke.c>
- Flichy, P. (2000). *L'imaginaire d'Internet*. Paris, France : La découverte.
- Fluckiger, C. (2008). L'école à l'épreuve de la culture numérique des élèves. *Revue Française de Pédagogie*, 163, 51-61. Repéré à <http://rfp.revues.org/978>
- Fluckiger, C. (2019a). Numérique en formation : des mythes aux approches critiques, *Education permanente*, 219, 17-30.
- Fluckiger, C. (2019b). *Une approche didactique de l'informatique scolaire*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.
- Fluckiger, C., Bachy, S., Boucher, S., Daunay, B., Orange-Ravachol, D. & Souplet C. (2016). *Projet "Ressources numériques au TNI"* (Rapport final, Théodile-CIREL). Université de Lille.
Repéré à <https://hal.univ-lille3.fr/hal-01375365/document>
- Friedmann, G. (1963). L'école et les communications de masse : opinions, documents, débats. *Communications*, 2, 123-134.
Repéré à https://www.persee.fr/doc/comm_0588-8018_1963_num_2_1_952
- Glover, D., Miller, D., Averis, D. & Door, V. (2005). The interactive whiteboard: a literature survey. *Technology, Pedagogy and Education*, 14(2), 155-170.
- Gobert, T. (2012). Après la certification B2i, vers des compétences sous-jacentes et socionumériques ? *Questions Vives*, 7(17), 89-103. Repéré à <http://questionsvives.revues.org/1013>
- Goody, J. (1979). *La raison graphique*. Paris : Minuit.

- Grugier, O. (2016). Rencontre avec de nouveaux objets à écrans tactiles à l'école et moments d'éducation technologique. *Sticef*, 23(1), 133-157. Repéré à http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2016/06-grugier-ensaccapp/sticef_2016_NS_grugier_06p.pdf
- Guichon, N. (2012). Les usages des TIC par les lycéens - déconnexion entre usages personnels et usages scolaires. *Sticef*, 19. Repéré à http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2012/05guichon/sticef_2012_guichon_05.htm
- Hargittai E. (2001). Second-Level Digital Divide: Differences in People's Online Skills. *First Monday*, 7 (4). Repéré à <https://firstmonday.org/article/view/942/864>
- Higgins, S., Falzon, C., Hall, I., Moseley, D., Smith, F., Smith H. & Wall, K. (2005). *Embedding ICT in the literacy and numeracy strategies* (Rapport de recherche final). University of Newcastle, Center for learning and teaching, School of education, communication and language sciences. Repéré à https://dera.ioe.ac.uk/1617/1/becta_2005_whiteboardprimarypilot_report.pdf
- Higgins, S., Beauchamp, G. & Miller, D. (2007). Reviewing the literature on Interactive Whiteboard. *Learning, Media and Technology*, 32, 3, 213-225.
- IPSOS. (2009). *Enquête sur les jeunes et les jeux vidéo*. Délégation interministérielle à la famille. Repéré à http://www.afjv.com/press0912/091228_etude_usages_jeunes_jeux_video.htm
- Jaffré, J.-P. (2004). La littéracie : histoire d'un mot, effets d'un concept. Dans C. Barré-De Miniac, C. Brissaud et M. Rispail (dir.), *La littéracie. Conceptions théoriques et pratiques d'enseignement de la lecture-écriture* (p. 21-41). Paris : L'Harmattan.
- Jeanneret, Y. & Souchier, E. (2001). *Que signifie « user » de l'écrit d'écran ?* Communication présentée au 3^e colloque ICUST, 511-522.
- Jeunier, B., Camps, J.-F., Galy-Marié, E. & Tricot, A. (2005). *Expertise relative aux usages du tableau blanc interactif en école primaire* (Rapport de recherche). DT/SDTICE. Repéré à <http://www.tableauxinteractifs.fr/wpcontent/uploads/docs/expertise-tbi-2005.pdf>
- Jouet, J. (2000). Retour critique sur la sociologie des usages. *Réseaux*, 18(100), 487-522.
- Kadi, M. N., Ben Abid-Zarrouk, S. & Coulibaly, B. (2019). Intégration des TIC et innovation pédagogique. Le cas particulier des écoles de Mulhouse. *Spirale*, 63, 139-155.
- Kalelioglu, F. & Gülbahar Y. (2014). The Effects of Teaching Programming via Scratch on Problem Solving Skills: A Discussion from Learners' Perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33-50
- Karsenti, T. (2016). *Le tableau blanc interactif (TBI) : usages, avantages et défis ?* Montréal : CRIFPE. Repéré à <http://tbi.crifpe.ca/files/Rapport.pdf>
- Karsenti, T. & Colin, S. (2011). *Avantages et défis inhérents à l'usage des ordinateurs portables au primaire et au secondaire. Enquête auprès de la Commission scolaire Eastern Townships. Synthèse des principaux résultats*. Montréal, QC: CRIFPE. Repéré à http://etsb.crifpe.ca/files/highlight_fre.pdf
- Kennewell, S. & Higgins, S (2007). Reviewing the literature on interactive whiteboards. *Learning, Media and Technology*, 32(3). Repéré à <https://pdfs.semanticscholar.org/47ac/0a40011118c302ea62d5c6175c6c1801f128.pdf>

- Kennewell, S., Tanner, H., Jones, S. & Beauchamp, G. (2008). Analysing the use of interactive technology to implement interactive teaching. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2 (1), 61-73. doi:10.1111/j.1365-2729.2007.00244.x
- Khambari, M. N., Hassett, D., Thomas, M. & Wong, S. L. (2014). *Interactive whiteboards in classrooms: Debates, issues, and impeding factors*. Communication présentée à la 22nd International Conference on Computers in Education, 957-962.
- Khaneboubi, M. (2009). Description de quelques caractéristiques communes aux opérations de dotations massives en ordinateurs portables en France. *Sticef*, 16, 31-42.
Repéré à https://www.persee.fr/doc/stice_1952-8302_2009_num_16_1_991
- Kim, S. & Lee, C. (2016). Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(2).
Repéré à <https://openjournals.library.sydney.edu.au/index.php/CAL/article/view/9048>
- Kitchen, S., Finch, S. & Sinclair, R. (2007). *Harnessing technology schools survey 2007*. Coventry: Becta, et National Research Centre for Social Sciences.
Repéré à http://dera.ioe.ac.uk/1554/1/becta_2007_htssfindings_report.pdf
- Komis, V. & Misirli, A. (2011). *Robotique pédagogique et concepts préliminaires de la programmation à l'école maternelle : une étude de cas basée sur le jouet programmable Bee-Bot*. Communication présentée au colloque international DIDAPRO 4 (271-284). Patras-Grèce.
Repéré à <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00676143/document>
- Koné, S. (2018). Le téléphone en classe de langue, entre instrument de pouvoir et catachrèse pédagogique. *Recherches*, 69.
- Ladage, C. (2015). *Questionner la didactique à partir des TIC et réciproquement* (Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches). Aix-Marseille Université.
- Larkin, K. (2012). You Use! I Use! We Use! Questioning the Orthodoxy of One-to-One Computing in Primary Schools. *Journal of Research on Technology in Education*, 44(2), 101-120. DOI : 10.1080/15391523.2011.10782581
- Le Deuff, O. (2009). *La culture de l'information en reformation* (Thèse de doctorat, Humanities and Social Sciences). Université Rennes 2. Repéré à <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00421928>
- Lebrun, M., Gilson, C. & Goffinet, C. (2016). Vers une typologie des classes inversées. Contribution à une typologie des classes inversées : éléments descriptifs de différents types, configurations pédagogiques et effets. *Education et Formation*, 306(2), 125-146.
Repéré à <http://www.revuededucationformation.be/index.php?revue=25&page=3>
- Lee, M. (2010). Interactive whiteboards and schooling: The context. *Technology, Pedagogy and Education*, 19(2), 133-141. doi:10.1080/1475939X.2010.491215
- Lefebvre, S. & Samson, G. (2015). *Le tableau numérique interactif*. Canada : Presses de l'Université du Québec.
- Levrel, J. (2006). Wikipedia, un dispositif médiatique de publics participants. *Réseaux*, 138, 185-218.
- Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford review of education*, 38 (1), 9-24. Repéré à <http://eprints.lse.ac.uk/42947/>

- Maloney, J., Burd, L., Kafai, Y., Rusk, N., Silverman, B. & Resnick, M. (2004). *Scratch: a sneak preview*. Communication présentée à, Proceedings of the Second International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (104–109).
Repéré à <https://llk.media.mit.edu/papers/ScratchSneakPreview.pdf>
- Marcoccia, M. (2016). *Analyser la communication numérique écrite*. Paris : Armand Colin.
- Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière : des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Berne : Peter Lang.
- MEN (2011/2015). *Tablettes tactiles et enseignement*.
Repéré à <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/tablette-tactile>
- MENESR (2015). *Enquête PROFETIC*. Repéré à <http://eduscol.education.fr/cid92589/profetic-2015-1er-d.html>
- Miller, D. & Glover, D. (2010). Interactive whiteboards: A literature survey. Dans M. Thomas et E. Cutrim Schmid (dir.), *Interactive whiteboards for education: Theory, research and practice* (1-19). Hershey, PA: IGI Global.
- Millerand, F. (1999). Usages des NTIC, les approches de la diffusion, de l'innovation et de l'appropriation (1er et 2e partie). *COMMposite*, .99(1)-98(1)
- Moeglin, P. (2010). *Les industries éducatives*. Mayenne, France : Que sais-je ? PUF.
- Moeglin, P. (2012). *Ardoises numériques, changement de paradigme ?* Communication présentée au colloque EcriTech3. Repéré à http://www.ecriture-technologie.com/wp-content/uploads/2012/09/ecritech3_avril2012_transcription_P_MOEGLIN.pdf
- Naumann, J. (2016). *Explaining performance gaps between native and immigrant students in digital reading through group-specific navigation behavior*. Communication présentée au 100th annual meeting of the American Educational Research Association, Washington, D.C., 8-12 avril 2016.
- Nogry, S. & Sort, C. (2016). Le temps de l'appropriation d'une classe mobile par les enseignants à l'école primaire, *Distances et médiations des savoirs*, 16. Repéré à <http://journals.openedition.org/dms/1655>
- OCDE (2015). *Connectés pour apprendre. Les élèves et les nouvelles technologies*. PISA.
- OCDE (2017). PISA 2015 Results (Volume I). OECD READ edition. Repéré à http://www.keepeek.com/Digital-AssetManagement/oced/education/pisa-2015-results-volume-i_9789264266490-en
- Papi, C. (2012). Des référentiels à la validation des compétences numériques : questionnements et dispositifs. *Questions Vives*, 7(17). Repéré à <http://questionsvives.revues.org/986>
- Penloup, M.-C. (2006). Pratiques langagières scolaires/non scolaires. La question se pose aussi pour l'écrit. *Revue de didactologie des langues-cultures et de lexiculturologie*, 141, 211-222.
- Penloup, M.-C. & Reuter, Y. (2001). *Repères n° 23, Les pratiques extra-scolaires de lecture et d'écriture des élèves*.
- Pierce, R. & Fox, J. (2012). Vodcasts and active-learning exercises in a 'flipped classroom' model of a renal pharmacotherapy module. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 76(10). doi:10.5688/ajpe7610196

- Plantard, P. (2016). Numérique et inégalités éducatives. Du coup de tablette magique à l'e.education. *Diversités*, 185, 27-32.
- Pouts-Lajus, S. (2000). *Une question impossible : l'efficacité pédagogique*. Edutice. Repéré à <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000101>
- Poyet, F. (2020). *Les outils numériques et la relation école-famille dans le système scolaire : état des pratiques en France et à l'international*. Paris : Cnesco-Cnam.
- Quentin, I. (2012). *Fonctionnements et trajectoires des réseaux en ligne d'enseignants* (Thèse de doctorat en Sciences de l'Éducation). Cachan, École normale supérieure de Cachan.
- Raby, C., Charron, A., Tremblay-Wragg, E., Beaupré-Boivin, K. & Villeneuve, S. (2019). Apprendre à intégrer le tableau numérique interactif de manière collaborative à l'éducation préscolaire. *Spirale*, 63, 65-77.
- Ravestein, J. & Ladage, C. (2014). Ordinateurs et Internet à l'école élémentaire française. *Éducation et didactique*, 8(3). Repéré à <http://journals.openedition.org/educationdidactique/2008>
- Rinaudo, J.-L. (2008). *Ordinateurs portables et construction de l'identité des collégiens*. Communication présentée au colloque. Journées Communications et Apprentissage Instrumentés en Réseau (JOCAIR) 2008, 207-219.
- Rinaudo, J.-L. (2011). *TIC, éducation et psychanalyse*. Paris : L'Harmattan.
- Rinaudo, J.-L. & Delalande, P. (2008). Des adolescents et des ordinateurs portables au collège. *Carrefours de l'éducation*, 25(1), 127-138. DOI 10.3917/cdle.025.0127
- Rinaudo, J.-L., Turban, J.-M., Delalande, P. & Ohana, D. (2008). *Des ordinateurs portables, des collégiens, des professeurs, des parents* (Rapport de recherche sur le dispositif Ordi 35 2005-2007). Repéré à http://www.marsouin.org/article.php3?id_article=241
- Rogers, E. (1962/1995). *Diffusion of innovations*. New York, USA: Free Press.
- Romero, M., Noirpoudre, S. & Viéville, T. (2018). Que disent les sciences de l'éducation à propos de l'apprentissage du code ? *Revue de l'EPI*. Repéré à <https://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1805b.htm>
- Rouet, J.-F. (2012). Ce que l'usage d'internet nous apprend sur la lecture et son apprentissage. *Le français aujourd'hui*, 2012/3, 55-94. Repéré à <https://www.cairn.info/revue-le-francais-aujourd-hui-2012-3-page-55.htm>
- Schneider, É. (2014). Y a-t-il une littéracie adolescente ? *Spirale*, 53, 61-71.
- Serres, A. (2012). *Dans le labyrinthe. Evaluer l'information sur Internet*. Caen : C&F éditions.
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer based simulation games. *Personnel Psychology*, 64, 489-528.
- Slay, H., Siebörger, I. & Hodgkinson-Williams, C. (2008). Interactive whiteboards: Real beauty or just "lipstick"? *Computers and Education*, 51(3), 1321-1341. doi:10.1016/j.compedu.2007.12.006
- Spach, M. (2017). *Activités robotiques à l'école primaire et apprentissage de concepts informatiques. Quelle place du scénario pédagogique ? Les limites du co-apprentissage* (Thèse de doctorat en Sciences de l'Éducation). Université Paris Descartes, 10 novembre 2017.

- Tanes, Z. & Cemalcilar, Z. (2010). Learning from SimCity : an empirical study of Turkish adolescents. *Journal of adolescence*, 33, 731-739.
- Tchounikine, P. (2017). *Initier les élèves à la pensée informatique et à la programmation avec Scratch*. Repéré à <http://lig-membres.imag.fr/tchounikine/PenseeInformatiqueEcole.html>
- Train, G. (2013). *Le tableau blanc interactif, un outil pour la classe de mathématiques ?* (Thèse de doctorat en didactique des mathématiques). Université Paris-Diderot.
- Tricot, A. (2016). Le numérique et l'école : je t'aime, moi non plus. *Direction*, 42, 46-48.
- Tricot, A. (2020). *Quelles fonctions pédagogiques bénéficient des apports du numérique ?* Paris : Cnesco-Cnam.
- Tucker, A., Gidel, T. & Villemonteix, F. (2018). *Apprendre à collaborer : l'utilisation des tables tactiles pour les projets pédagogiques*. Communication présentée à CONFERE'18, Budapest, Hungary.
- Türel, Y. (2010). Developing teachers' utilization of interactive whiteboards. Dans D. Gibson et B. Dodge (dir.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010* (3049-3054). Chesapeake, VA: AACE.
- Tutiaux-Guillon, N. (2015). Questions socialement vives et recomposition disciplinaire de l'histoiregéographie : entre opportunités et résistances. Dans F. Audigier, A. Sgard et N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Sciences de la nature et sciences de la société dans une École en mutation. Fragmentations, recompositions, nouvelles alliances ?* (139-150). Bruxelles : De Boeck.
- Vandeput, E. & Henry, J. (2012). Pistes pour une mesure de la compétence numérique. *Questions Vives*, 7(17). Repéré à <http://questionsvives.revues.org/998>
- Villemonteix, F. & Beziat, J. (2013). Le TNI à l'école primaire : entre contraintes et engagement. *Sticef*, 20. Repéré à http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2013/17-villemonteix-reiah/sticef_2013_NS_villemonteix_17p.pdf
- Villemonteix, F., Hamon, D., Nogry, S., Séjourné, A., Hubert, B. & Gélis, J.-M. (2014). *EXTATE : Expérience tablettes tactiles à l'école primaire* (Rapport de recherche). Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01026077v2>
- Villemonteix, F. & Khaneboubi, M. (2013) Étude exploratoire sur l'utilisation d'iPads en milieu scolaire : entre séduction ergonomique et nécessités pédagogiques. *Sticef*, 20. Repéré à http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2013/13-villemonteix-atame/Sticef_2013_NS_villemonteix_13.htm
- Villemonteix, F. & Nogry, S. (2016). Usages de tablettes à l'école primaire : quelles contraintes sur l'activité pédagogique ? *Recherche et formation*, 81. Repéré à <http://rechercheformation.revues.org/2628>
- Voulgre, E. (2012). Utilisations du manuel scolaire en version électronique par des enseignants en collège et lycée. *Sticef*, 19, 115-134. Repéré à https://www.persee.fr/doc/stice_1952-8302_2012_num_19_1_1038
- Warschauer, M. & Matuchniak, T. (2010). New Technology and Digital Worlds: Analyzing Evidence of Equity in Access, Use, and Outcomes. *Review of research in education*, 34, 179-225

Warschauer, M., Cotten, S. & Ames., M. (2011). One Laptop per Child Birmingham: Case Study of a Radical Experiment. *International Journal of Learning and Media*, 3(2), 61-76. Repéré à <http://morganya.org/research/warschauer-olpc-birmingham.pdf>

Wilson, A. & Moffat, D. C. (2010). *Evaluating Scratch to introduce younger schoolchildren to programming*. School of Engineering and Computing, Glasgow Caledonian University, Glasgow, Scotland, UK. Repéré à <http://scratched.gse.harvard.edu/sites/default/files/wilson-moffat-ppig2010-final.pdf>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.

Youssef, E. & Audran, J. (2019). La personnalisation de l'apprentissage vue comme facteur effectif d'innovation pédagogique. *Spirale*, 63, 157-170.

Zhang, M. (2015). Internet uses that reproduces educational inequalities: evidence from big data. *Computers & Education*, 86, 212-223.

Le Centre national d'étude des systèmes scolaires (Cnesco) est un centre national d'évaluation, d'analyse et d'accompagnement des politiques, dispositifs et pratiques scolaires rattaché au Conservatoire national des arts et métiers (Cnam). Il vise à améliorer la connaissance des systèmes scolaires français et étrangers afin de créer des dynamiques de changement dans l'école.

Le Cnesco s'appuie sur un réseau scientifique de chercheurs français et étrangers issus de champs disciplinaires variés (didactique, sociologie, psychologie cognitive, économie, etc.).

Le Cnesco promeut une méthode participative originale, alliant l'élaboration de diagnostics scientifiques de haut niveau et la participation des acteurs de terrain de la communauté éducative. Il accompagne ces acteurs grâce à des démarches de formation/action adaptées aux besoins locaux.