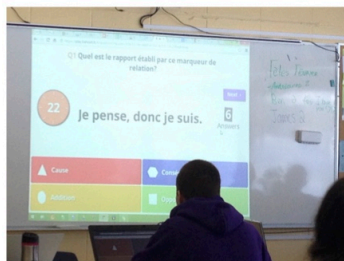


Usages du numérique dans les écoles québécoises

L'apport des technologies et des ressources numériques à l'enseignement et à l'apprentissage

Recension des écrits



Novembre 2014

***L'apport des technologies et des ressources numériques
à l'enseignement et à l'apprentissage
Recension des écrits***

COLLABORATION

Équipe du CEFRIO

Josée Beaudoin

Vice-présidente Innovation et Transfert

Julia Gaudreault-Perron

Chargée de projet

Équipe du CRIRES

Thérèse Laferrière

Chercheure, Université Laval
Directrice du CRIRES

Marie-Desneiges Hamel

Professionnelle de recherche
Auteure de l'étude de cas

Esther Saint-Pierre

Assistante de recherche et graphisme

Depuis plus de 25 ans, le CEFRIO accompagne les organisations publiques et privées dans la transformation de leurs processus et pratiques d'affaires par l'appropriation et l'utilisation du numérique. Organisme membre de QuébecInnove, le CEFRIO est mandaté par le gouvernement du Québec afin de contribuer à l'avancement de la société québécoise par le numérique. Il recherche, expérimente, enquête et fait connaître les usages du numérique dans tous les volets de la société. Son action s'appuie sur une équipe expérimentée, un réseau de quelque 80 chercheurs associés et invités ainsi que l'engagement de près de 150 membres

Partenaire financier du projet :



**Pour tout renseignement concernant le projet,
veuillez communiquer avec le CEFRIO aux coordonnées ci-dessous :**

Courriel : info@cefrio.qc.ca

Site Internet : www.cefrio.qc.ca

Table des matières

LIMINAIRE	5
INTRODUCTION	7
QUELQUES MÉTAANALYSES PARTICULIÈREMENT ÉCLAIRANTES	9
L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE À L'ÈRE NUMÉRIQUE :	11
Tendances lourdes	11
Tendance 1 : La prudence qui règne en formation initiale et continue des enseignants.....	11
Au plan micro	12
Tendance 2 : L'apprentissage hybride s'installe dans la classe	12
Tendance 3 : L'individualisation de l'enseignement au moyen du numérique s'accroît	13
Tendance 4 : Les outils et ressources numériques de type « grand public » pénètrent dans la classe.....	16
Tendance 5 : Le défi d'enseignement à relever, faire apprendre en profondeur	18
Tendance 6 : L'apprentissage entre pairs est facilité par l'usage de plateformes de collaboration.....	19
Tendance 7 : La présence émergente de la coélaboration de connaissances dans l'école en réseau	19
Au plan méso	20
Tendance 8 : De l'école branchée à l'école en réseau	21
Tendance 9 : D'un mode réceptif à un mode participatif dans la classe d'une école 2.0	22
Tendance 10 : De l'intégration des TIC à l'apprentissage amélioré par la technologie (AAT)	24
Tendance 11 : Des systèmes scolaires engagés dans une transition d'importance	25
Au plan macro	27
Tendance 12 : Des initiatives d'envergure sont déployées	27
Tendance 13 : De nouvelles formes d'iniquité apparaissent	29
VERS UN CADRE DE RÉFÉRENCE POUR LES DÉCIDEURS	33
Brève rétrospective	33
Aires de décision et choix pédagogiques.....	34
Formation des enseignantes et des enseignants au cœur du renforcement de capacité....	39
RÉFÉRENCES	45
ANNEXE 1	59
Méthodologie.....	59
ANNEXE 2	61
La courbe d'adoption de l'innovation	61

Une technologie, une fois accessible en classe, se fait assimiler à la culture de classe qui prédomine.

LIMINAIRE

L'apport des technologies et des ressources numériques à l'enseignement et à l'apprentissage dépend en majeure partie de l'usage qui en est fait. Déjà, en 1996, c'est le terme « apport » qui avait été retenu lors de la première revue documentaire de ce genre réalisée par une équipe québécoise (Grégoire et al.). Lors d'une recension des écrits effectuée par le CEFRIO en 2002 à l'aube de l'initiative École éloignée en réseau, la constatation de l'importance du contexte, incluant la pédagogie exercée auprès de l'élève, ressortait aussi (Laferrière et Breuleux, 2002). Plus de dix ans plus tard, et à l'aube cette fois-ci d'une action ministérielle informée, entre autres, par les experts du CEFRIO, l'on se devait de retourner à la littérature scientifique.

Trois métaanalyses sont ressorties. L'une d'entre elles (Tamim, Bernard, Borokhovski, Abrami et Schmid, 2011) réaffirme l'importance de la façon dont l'enseignante ou l'enseignant fait usage d'une nouvelle technologie lorsqu'il s'agit d'apprécier en quoi les résultats d'apprentissage des élèves se sont améliorés. C'est dire que, malgré leur attrait, l'utilisation des technologies et des ressources numériques demeure dépendante de la compétence des enseignantes et des enseignants en classe. Ainsi, il importe de les utiliser de manière à ce que des élèves fassent non seulement des apprentissages plus facilement, mais aussi des apprentissages qu'il leur serait difficile, sinon impossible, de réaliser sans les technologies et ressources numériques mises à leur disposition.

Le terme « apport » est donc judicieux pour identifier ce dont il s'agit vraisemblablement ici, soit de la contribution, et non de l'impact, des technologies et des ressources numériques à l'enseignement et à l'apprentissage. C'est dire que le point de vue, fort bien articulé par ailleurs par Kozma (1991) mais contesté par Clark (1994), selon lequel des technologies pourraient faire par elles-mêmes une différence importante passe en arrière-plan. Est donc mis à l'avant-plan le point de vue qui soutient qu'une technologie, une fois accessible en classe, se fait assimiler à la culture de classe qui prédomine. Autrement dit, la dynamique et la culture de la classe – son écologie – utilisent la technologie accessible à ses propres fins. Si un processus de transformation de la dynamique ou culture de la classe n'est pas mis en place, les technologies numériques accomplissent peu de plus malgré leurs « affordances¹ », reconnues plus fortes que celles des ressources non numériques disponibles sur place (Seidel et Perez, 1994; Roschelle, 2013).

¹ Le concept d'affordance désigne les possibilités d'action que suggère une technologie numérique.

INTRODUCTION

Cette recension des écrits porte sur l'apport des technologies et des ressources numériques à l'enseignement et à l'apprentissage. Elle remonte à l'an 2000, mais considère quelques travaux antérieurs de grande envergure. L'accent est mis sur les recherches qui, depuis 2009, sont reconnues les plus solides en raison de leur qualité méthodologique et de la réputation de leurs auteurs. Les niveaux primaire et secondaire sont considérés. Tous les types d'écrans (tableau numérique interactif, toile avec projecteur électronique, téléviseur, ordinateur portable, tablette numérique, téléphone intelligent) donnant accès à des technologies ou à des ressources numériques² sont pris en compte.

Bien que centrée sur les pratiques pédagogiques et les résultats d'apprentissage des élèves (plan micro), cette recension des écrits prend en considération les choix organisationnels (plan méso) : p. ex., achat d'ordinateurs portables, de tablettes ou de tableaux numériques interactifs (TNI) ou permission donnée à l'élève de faire usage en classe d'un appareil personnel. En outre, des documents de portée nationale (plan macro), comme des plans ministériels, ont été retenus³.

Dans la première partie de cette recension des écrits, quelques métaanalyses particulièrement éclairantes sont présentées. En deuxième partie, ce document se voulant un outil d'aide à la décision, c'est sous la forme de tendances lourdes⁴ que sont rapportés à la suite d'un processus d'analyse qualitative inductif-déductif, les résultats des recherches retenues selon des critères de pertinence et de crédibilité (de la source et de la méthodologie, incluant la taille d'effet⁵). Des tendances lourdes ont été repérées aux plans micro (l'activité de l'élève et de l'enseignant), méso (l'activité de la classe, de l'école, de la commission scolaire) ou macro (l'activité au plan ministériel ou sociétal). En troisième et dernière partie de ce document, un cadre de référence pour les décideurs est esquissé. Cette partie prend donc en considération un troisième critère, soit l'applicabilité de solutions qui se sont avérées prometteuses, ici ou ailleurs, afin d'éclairer la prise de décision stratégique des acteurs concernés.

² Par « technologies numériques », il est entendu tous les types d'écran utilisés pour l'enseignement et l'apprentissage. L'expression « ressources numériques » recouvre, quant à elle, les logiciels outils et autres applications ainsi que les contenus produits et disponibles sous format numérique. Toutefois, souventes fois, les auteurs, incluant les auteurs de cette recension des écrits, utilisent le terme technologie, soit au singulier ou au pluriel, pour référer à une ou à plusieurs technologies de l'information et de la communication (TIC), voire à toute technologie, qu'elle soit numérique ou pas, disponible en classe.

³ À l'annexe 1, la lectrice ou le lecteur retrouvera une description de la méthodologie suivie.

⁴ Nous inspirant de la méthodologie de démarches prospectives, nous utilisons le terme « tendance lourde », qui se rapporte aux variables qui ont de l'effet sur le phénomène évolutif de l'utilisation des technologies numériques en classe.

⁵ La taille d'effet pour une même variable X, examinée dans deux groupes différents, correspond, selon Cohen (1992), à la différence de leurs moyennes respectives divisée par l'écart type. Il suggère qu'une taille d'effet est petite si elle est au moins de 0,2; modérée si elle est au moins de 0,5; forte si elle est au moins de 0,8.

QUELQUES MÉTAANALYSES PARTICULIÈREMENT ÉCLAIRANTES

Une vue d'ensemble de l'apport des technologies et ressources numériques à l'enseignement et à l'apprentissage est offerte aux lecteurs par l'intermédiaire de trois métaanalyses. La première est celle de Waxman, Lin et Michko (2003). Notons qu'elle a été réactualisée dix années plus tard (2013) par une équipe de cinq chercheurs, incluant les trois qui avaient réalisé l'étude initiale. La deuxième, celle de Hattie (2009), s'intéresse aux facteurs influençant la réussite des élèves d'âge scolaire. Nous avons retenu le volet technologique de cette métaanalyse, qui est d'ailleurs fort citée en éducation présentement. La troisième, la plus vaste, est celle de Tamim et al. (2011). Des chercheurs québécois y ont participé.

Waxman, Lin et Michko (2003) ont étudié les effets d'enseigner et d'apprendre avec la technologie sur le développement cognitif et affectif des élèves. Leur métaanalyse a porté sur 42 études touchant environ 7 000 étudiants. La moyenne des tailles d'effet, qui témoigne de la présence du phénomène dans une population (Cohen, 1988), est de 0,41 pour le volet cognitif et de 0,46 pour le volet affectif. Ces données suggèrent que, lorsque comparé à l'enseignement traditionnel, enseigner et apprendre avec la technologie entraîne un apport positif. Bien que cet effet soit significatif ($p < 0,001$), sa magnitude est toutefois petite puisqu'elle demeure sous la barre de 0,5 quand on applique, tel que le propose Cohen (1992), les tailles d'effet conventionnelles. Dans l'étude réalisée à nouveau par Lee, Waxman, Wu, Michko et Lin (2013) et couvrant cette fois-ci la période 1997-2011, les auteurs rapportent que la moyenne des tailles d'effet (tous effets confondus) passe à 0,42. Ils soulignent que ce résultat est plus élevé que ceux d'autres métaanalyses qui portaient, quant à elles, sur des études distribuées sur une période de temps plus longue (p. ex., Bayraktar, 2002; Christmann et Badgett, 2003; Kulik et Kulik 1991; Tamim et al., 2011). Ils suggèrent que, dans l'ensemble, l'effet augmente avec l'évolution de la technologie et l'avancement de la pédagogie dans l'enseignement et l'apprentissage. Ainsi ont-ils repéré trois variables modératrices avec des moyennes de tailles d'effet considérées modérées ainsi qu'une considérée forte : donner du sens aux apprentissages en les reliant à la vie des élèves (0,53); les faire s'exprimer par écrit (0,59); faire trouver aux élèves des idées et de l'information (0,61); utiliser les technologies pour leur faire faire du rattrapage (0,83). La nature des objectifs pédagogiques et des tâches effectuées par les élèves a aussi de l'influence : la réalisation de projets obtient une moyenne de tailles d'effet considérée forte (1,39) puisqu'elle dépasse le seuil de 0,8 alors que la moyenne de tailles d'effet est modérée (0,64) pour les apprentissages factuels et les investigations (0,61). Des différences sont aussi observées selon les modèles d'accès à l'ordinateur : trois à cinq élèves qui utilisent le même ordinateur (moyenne de tailles d'effet de 1,08), deux élèves par ordinateur (0,65), un étudiant par ordinateur (0,40). Selon le niveau scolaire où est utilisé l'ordinateur, la moyenne des tailles d'effet est de 0,50 en ce qui concerne les élèves de la maternelle à la troisième année, de 0,41 pour les élèves de la quatrième à la sixième année, de 0,59 pour ceux de la septième et huitième année et de 0,22 pour ceux de la neuvième à la douzième année.

Hattie (2009) présente une synthèse de la recherche sur plus de 800 métaanalyses (plus de 50 000 études) qui ont porté sur les facteurs qui influencent la réussite des élèves d'âge scolaire. Le facteur « rétroaction à l'élève » est premier. La taille d'effet de la technologie seule est faible (0,2-0,3). À noter que le chercheur a retenu un seuil de 0,4 pour une taille d'effet considérée modérée, cela pour tous les facteurs étudiés. Ainsi, vu l'importance attachée au rôle de l'enseignant, cette étude fournit des appuis pour justifier que le seul usage des technologies n'est pas suffisant.

La troisième métaanalyse retenue comme particulièrement éclairante est l'étude de Tamim et al. (2011) « Qu'est-ce que 40 ans de recherche révèlent à propos de l'impact de la technologie sur l'apprentissage : une métaanalyse de second niveau et étude de validation », publiée dans *Review of Educational Research*. Elle indique des gains sur le plan du rendement scolaire allant de faibles à modérés (en moyenne, 12 centiles de plus; selon le modèle à effets aléatoires utilisé, la moyenne des tailles est de 0,35) lorsqu'il y a usage de technologies et ressources numériques. L'étude couvrait tout le parcours scolaire, de la maternelle à l'université, différentes matières et plusieurs types d'usages des technologies, mis à part toutefois les cours entièrement offerts en ligne. Au primaire-secondaire, lorsque les technologies et les ressources numériques sont utilisées en support à l'apprentissage des élèves plutôt que lors des prestations de l'enseignant, les effets sur le rendement scolaire sont significativement plus élevés⁶. La façon dont l'enseignant se sert des technologies et ressources numériques comme supports pour faire apprendre est la question qu'il importe dorénavant de poser, concluent les auteurs.

Ces trois métaanalyses font voir toute l'importance stratégique, lorsqu'il s'agit de l'acquisition de tableaux numériques interactifs (TNI), de tablettes ou d'ordinateurs portables, d'avoir en tête le triptyque suivant : les intentions et pratiques pédagogiques de l'enseignant, l'usage fait par l'enseignant et les élèves de technologies ou de ressources numériques ainsi que l'apport constaté, si nuancé soit-il, sur les résultats d'apprentissage.

⁶ La métaanalyse de Means, Toyama, Murphy, Bakia et Jones (2010), réalisée pour le Département d'éducation des États-Unis, fort citée par ailleurs au niveau postsecondaire, a comparé l'apprentissage en ligne, l'enseignement sur le campus et l'enseignement en mode mixte (hybride) à l'aide de technologies de télécollaboration ou de technologies comprenant un volet multimédia. Les auteurs ont trouvé qu'au primaire-secondaire, trop peu d'études rigoureuses répondant à leurs critères avaient été réalisées au cours de la période 1994-2006, étendue par la suite jusqu'en 2008, pour qu'ils arrivent à calculer une taille d'effet crédible.

L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE À L'ÈRE NUMÉRIQUE :

TENDANCES LOURDES

Cette section constitue le cœur de cette recension des écrits. Afin d'aider la lectrice ou le lecteur à dégager ce qui en ressort, nous avons fait l'exercice de repérer des tendances, qualifiées de « lourdes », qui montrent l'apport des technologies et ressources numériques à l'enseignement et à l'apprentissage. Pour y arriver, nous avons effectué une analyse qualitative des écrits retenus (voir annexe), qu'il s'agisse de recherches présentées sous forme d'articles, de chapitres de volumes ou de volumes entiers, des documents d'orientation ou autres. Les douze tendances repérées rendent compte de ce qui se passe ou est appelé à se passer en classe ou ailleurs, mais à proximité de l'élève (plan micro), ainsi qu'aux plans organisationnel (plan méso) et sociétal (plan macro) lorsque les technologies et ressources numériques sont utilisées ou sont, à tout le moins, dans la mire des agents de l'éducation. Ces tendances et leurs manifestations sont présentées ci-dessous, mais nous en formulons d'abord une qui, d'entrée de jeu, s'impose. Elle concerne le travail des universitaires qui participent à la formation des enseignantes et des enseignants.

Tendance 1 : La prudence qui règne en formation initiale et continue des enseignants

À l'échelle mondiale, les universitaires impliqués dans la formation initiale ou continue des enseignantes et des enseignants s'avancent avec prudence en ce qui concerne les technologies et les ressources numériques. Leurs activités de recherche les amènent à examiner nombre de variables affectant l'éducation, mais rarement les technologies numériques sont-elles prises en compte par des chercheurs dont ce n'est pas le domaine de recherche propre. Concernant leur activité de formation pour les futurs enseignants, la plupart ne voient pas la pertinence de la modifier, rappelant que leur finalité, c'est celle de diplômer une personne éduquée, un enseignant compétent. Les chercheurs orientés vers l'innovation par les technologies et les ressources numériques, qu'ils soient d'envergure internationale (p. ex., Voogt et Knezek, 2008) ou connus surtout dans leur communauté locale (p. ex., Gunn, 2008, 2013), « accrochent » leurs travaux aux efforts de reformulation des compétences requises au 21^e siècle, incluant celles reliées au traitement de l'information et à la pensée critique. Toutes les parties s'entendent sur une meilleure compréhension des contenus, la nécessité d'augmenter le taux de diplomation, l'accès des apprenants adultes à une diversité de formations et l'importance de développer la pensée critique des apprenants. Il y a désaccord quant à savoir si les élèves nés à l'ère numérique ont besoin ou pas d'un haut niveau d'utilisation des TIC pendant les heures de classe (Bennett, Maton et Kervin, 2008). C'est dire que les universitaires entretiennent des réserves lorsqu'il est question d'accorder une plus grande place à la formation aux usages des technologies et ressources numériques dans les programmes de formation initiale. En matière de formation continue, là encore, nombre d'activités n'y font que faiblement ou pas du tout allusion.

La sous-section qui suit présente six tendances lourdes au plan micro. Elles traduisent l'apport des technologies et des ressources numériques, à l'international comme au Canada et au Québec. Ce sont les suivantes :

- *L'apprentissage hybride s'installe dans la classe*
- *L'individualisation de l'enseignement au moyen du numérique s'accroît*
- *Les outils et ressources numériques de type « grand public » pénètrent dans la classe*
- *Le défi d'enseignement à relever, faire apprendre en profondeur*
- *L'apprentissage entre pairs est facilité par l'usage de plateformes de collaboration*
- *La coélaboration de connaissances est émergente dans l'école en réseau*

Ces tendances précisent en quoi consiste la valeur ajoutée de l'utilisation des technologies et des ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage.

AU PLAN MICRO

Le plan micro réfère surtout à ce qui se passe en classe, soit aux pratiques pédagogiques, exercées à proximité de l'élève, qui recourent aux technologies et aux ressources numériques ainsi qu'à ce qui en résulte sur le plan des apprentissages. Les apprentissages formels réalisés hors de l'école par l'élève sont aussi considérés. La présence d'outils numériques dans l'environnement d'apprentissage fournit l'occasion d'innover à l'intérieur comme à l'extérieur de la salle de classe.

Selon Bransford, Brown et Cocking (1999), chercheurs fort cités en sciences de l'apprendre (learning sciences), un environnement d'apprentissage amélioré par les technologies prend la forme, tout dépendant de l'intention pédagogique poursuivie, de l'une ou l'autre des quatre options suivantes : les environnements centrés sur les connaissances, les environnements centrés sur l'apprenant, les environnements centrés sur la communauté et les environnements centrés sur l'évaluation. C'est dire que ce qui distingue fondamentalement l'environnement d'apprentissage à un moment précis, c'est la façon dont le contenu est abordé, structuré et évalué ainsi que le degré d'agentivité laissé aux élèves individuellement et en groupe, soit leur capacité d'agir de manière responsable. Les technologies ou les ressources numériques disponibles dont fait usage l'enseignant, l'élève ou un petit groupe d'élèves exercent alors, dans l'activité en cours, un rôle de médiation ou de support. Elles contribuent à faire apparaître les tendances qui suivent.

Tendance 2 : L'apprentissage hybride s'installe dans la classe

L'apprentissage hybride, c'est l'usage par l'élève et, de manière combinée à l'enseignement offert par son enseignant et sous sa guidance, de technologies ou de ressources numériques à diverses fins. Ce peut être, par exemple, pour illustrer une notion ou un principe par voie de simulation (Liao et Chen, 2005), pour réaliser une carte conceptuelle (Novak, 2010), pour

apprendre les mathématiques (p. ex., Virtual Math Teams, Stahl, 2009; NetMaths, traduction française de Buzzmath, Scolab inc.), pour travailler en groupe (Roschelle et al., 2000), pour monter un portfolio (Kan, 2011), pour s'adonner à un jeu sérieux (Barab, Gresalfi et Ingram-Goble, 2010) ou épistémique numérique (Institut français de l'éducation/ENS de Lyon, 2013). En apprentissage des mathématiques, les ressources numériques varient les façons de faire apprendre de manière positive, mais toutefois, ici encore, la taille d'effet demeure petite (0,15) selon Cheung et Slavin (2013). Même en composition écrite, l'apprentissage hybride peut être pratiqué, incluant dans les classes où plusieurs élèves font face à des difficultés d'apprentissage. Onze études empiriques ont permis de faire ressortir l'apport de la technologie pour étayer l'apprentissage, fournir de nouvelles possibilités (p. ex., la composition écrite à l'aide de la vidéo numérique, l'usage d'un dictionnaire électronique) et favoriser la réussite des élèves (Bruce et al., 2013). Les tendances lourdes suivantes sont aussi la manifestation que l'apprentissage hybride s'installe dans la classe.

Tendance 3 : L'individualisation de l'enseignement au moyen du numérique s'accroît

Les technologies et ressources numériques interactives s'améliorent et se répandent. La plupart des élèves aiment lire à l'écran ou exercer leur capacité d'écriture à l'aide d'un outil numérique. Les logiciels et les environnements numériques d'apprentissage, de plus en plus performants (p. ex., les rétroactions fournies à la suite de l'action de l'élève à l'écran), créent une situation d'apprentissage qui respecte leur rythme et qui peut se produire en différents temps.

Auparavant, les technologies et ressources numériques étaient connues sous l'appellation « enseignement assisté par ordinateur/Computer Assisted Instruction ». La métaanalyse de Liao (2007) montre, comme l'avait constaté celle de Kulik et Kulik (1991), qu'elles peuvent améliorer les résultats académiques des élèves. Cette appellation fut remplacée par celle de technologies d'apprentissage/ « Learning Technologies »⁷. Même si les technologies et les ressources numériques évoluent, la métaanalyse de Li et Ma (2010) montre que l'utilisation de l'ordinateur améliore les résultats des élèves (taille d'effet de 0,28). L'impact serait plus marqué chez les élèves du primaire par rapport à ceux du secondaire, et chez les élèves ayant des besoins particuliers par rapport à ceux en formation générale. De meilleurs résultats seraient également obtenus lorsque l'utilisation de l'ordinateur est combinée à une approche constructiviste de l'enseignement plutôt qu'à une approche traditionnelle. La métaanalyse de Rosen et Salomon (2007) suggère que l'enseignement traditionnel évolue pour inclure des activités dites constructivistes. Par ailleurs, les résultats d'une étude au sujet de l'utilisation d'un logiciel supportant l'enseignement des fonctions trigonométriques (CLIPS : Trig) suggèrent qu'il est préférable d'intégrer l'utilisation individuelle du logiciel à l'enseignement destiné au groupe-classe (c.-à-d. de l'entrecouper de démonstrations et d'explications fournies par l'enseignant) (Ross, Bruce et Sibbald, 2011).

⁷ Sont incluses sous cette appellation les séquences d'enseignement enregistrées sur vidéo ainsi que l'ensemble des ressources numériques sous format texte, son ou image. Ainsi, un jeune peut se voir expliquer le théorème de Pythagore en allant sur NetProf (netprof.fr), qui loge ses vidéos sur YouTube, ou sur la bibliothèque virtuelle d'Allô prof (<http://bv.alloprof.qc.ca>).

Pour l'apprentissage des mathématiques

- Les tuteurs intelligents gagnent en interactivité avec l'apprenant et en performance (p. ex., Cognitive Tutor Algebra; voir Pane, Griffin, McCaffrey et Karam, 2014⁸) alors qu'ils continuent d'évoluer, par exemple, par l'adaptation de situations-problèmes aux intérêts des élèves, ou grâce à des recherches de pointe sur les outils dits cognitifs.
- Walkington (2013) montre que les élèves comprennent mieux les idées abstraites qu'ils peuvent relier à leur expérience.
- En ce qui concerne l'apprentissage des fractions, le Graphical Partitioning Model (GPM) a révélé son potentiel pour favoriser les interactions dialogiques en classe de mathématiques. L'utilisation de cet outil a amélioré l'engagement des élèves de 4^e année du primaire quant au temps consacré à la tâche lors de l'exploration du concept, et ceux qui l'ont utilisé ont obtenu de meilleurs résultats au post-test que le groupe contrôle (Kong, 2011).
- La résolution de problèmes liés aux fractions assistée par le logiciel « Technology-mediated, Peer-Assisted Learning » (TechPALS) incite les élèves à expliquer les mathématiques à leurs pairs et génère des rétroactions à l'échelle de leur petit groupe. Les chercheurs ont conclu que les élèves ont appris davantage avec l'intervention de TechPALS que ceux du groupe contrôle, qui utilisaient un logiciel commercial répandu (iSucceed Math) les amenant à se livrer seuls à des exercices pratiques et leur fournissant des rétroactions individuelles (Roschelle et al., 2010).
- Les logiciels et environnements d'apprentissage numériques commerciaux (p. ex., Mathematica⁹, ActiveMath) évoluent aussi à partir de la recherche, par exemple, en fournissant aux élèves des rétroactions, donc plus susceptibles d'améliorer leur compréhension (Narciss et al., 2014). Le marché compte également des systèmes de notation automatisée (p. ex., Adaptive Grading/Learning System) qui permettent d'augmenter la quantité (mais pas nécessairement la qualité) de rétroactions transmises aux élèves pour les soutenir dans leur démarche d'apprentissage (Matthews, Janicki, He et Patterson, 2012). L'équipe de Scolab, qui développe Buzzmaths et Netmaths dans ses locaux de Montréal, a collaboré avec des chercheurs et des enseignants pour intégrer à son environnement numérique des simulateurs de probabilité. Des enseignants en reconnaissent la valeur pour supporter leur enseignement et l'apprentissage des élèves (Savard, Freiman, Theis et Larose, 2013). En outre, Sutherland, Norris et Soloway (2012) ont montré qu'un jeu comme « GameBoy™ Skills Arena » peut s'avérer bénéfique pour l'apprentissage des mathématiques.

Bref, Cheung et Slavin (2013) montrent qu'en mathématiques, les technologies numériques aident l'enseignant à enseigner et l'élève à apprendre.

Pour l'apprentissage des sciences

⁸ L'Institute of Education Sciences du Département d'Éducation à Washington a trouvé des effets potentiellement positifs de ce logiciel/environnement sur la réussite en mathématiques (2013).

⁹ Le logiciel Maple est un produit canadien remplissant un bon nombre des fonctionnalités de Mathematica. Ces logiciels propriétaires surtout utilisés au niveau postsecondaire.

Les chercheurs repèrent des résultats lorsque les élèves sont placés en situation d'utiliser des logiciels et environnements numériques pour leurs apprentissages en sciences, entre autres, ceux axés sur les animations, les simulations et l'investigation :

- Lorsque des simulations et des tutoriels d'accompagnement sont utilisés par les élèves, l'enseignement assisté par ordinateur a un effet significatif sur leurs résultats alors que les exercices sont peu efficaces (Bayraktar, 2000).
- L'usage par les élèves d'un système de guidance individualisée et réflexive axé sur l'investigation scientifique et intégré à un environnement virtuel multi-utilisateurs (Multi-User Virtual Environment (MUVE)) est positivement associé à des gains dans les résultats obtenus à des tests de contenu (Nelson, 2007), et ce, quel que soit le sentiment d'auto-efficacité de l'élève en sciences (Nelson et Ketelhut, 2008).
- Les élèves améliorent leurs résultats en chimie lorsqu'ils conçoivent eux-mêmes des animations moléculaires et évaluent les animations conçues par leurs pairs dans l'environnement numérique « Chemation » (Chang, Quintana, et Krajcik, 2010).
- Les élèves qui ont utilisé un programme axé sur la compétence représentationnelle en chimie au secondaire, incluant des activités d'investigation intégrant des simulations (The Connected Chemistry Curriculum), ont été plus portés à utiliser des représentations sous-microscopiques de systèmes chimiques en adéquation avec les représentations d'enseignants et d'experts (Stieff, 2011).
- Les élèves de 10^e année qui ont étudié les principes des tremblements de terre à partir d'animations ont perçu que l'apprentissage supporté par les animations diminuait leur charge cognitive grâce à l'amélioration de leurs connaissances et aux rétroactions appropriées fournies par le logiciel (Yeh et al., 2012).
- Les élèves de 8^e année qui ont exercé leur capacité d'argumentation scientifique dans un contexte d'apprentissage de la physique avec « Recurrent On-Line Synchronous Scientific Argumentation » ont obtenu des résultats supérieurs à ceux qui ont reçu un enseignement conventionnel (Chen et She, 2012).
- Les élèves de l'Inde qui ont répondu à une version adaptée du Technology-Rich Outcomes-Focused Learning Environment Inventory (TROFLEI) perçoivent favorablement les environnements numériques d'apprentissage qu'ils ont utilisés durant leurs cours de sciences (Gupta et Fisher, 2012).
- Les élèves du premier cycle du secondaire qui se sont servis du jeu vidéo « Supercharged! » pour apprendre des concepts de base en électromagnétisme ont obtenu des résultats supérieurs à ceux des élèves qui les ont étudiés au moyen de méthodes d'investigation guidée. Cette étude suggère qu'une approche complémentaire, qui intègre jeux vidéos et activités pratiques, pourrait être une technique puissante pour enrichir la compréhension scientifique des élèves (Anderson et Barnett, 2013).
- Les élèves qui ont utilisé une application de réalité augmentée (AR) pour apprendre des principes de base en électromagnétisme ont mieux performé au test de connaissances que ceux qui ont appris en utilisant une application Web qui ne permettait pas de visualiser les forces électromagnétiques (Ibáñez, Di Serio, Villarán et Delgado Kloos, 2014).

Pour l'apprentissage des langues par les élèves en difficulté

Il n'est pas possible de tenir compte ici de l'ensemble des facteurs qu'il importerait de considérer au sujet de l'apprentissage des langues par les élèves en difficulté, mais nous rapportons ici quelques recherches :

- En ce qui concerne l'apprentissage de l'orthographe, des tutoriels viennent en aide aux élèves présentant des troubles d'apprentissage (Wanzek et al., 2006). Concernant le logiciel WordQ, Tam, Archer, Mays et Skidmore (2005) observent son efficacité pour l'amélioration de la production écrite.
- Pour les élèves du préscolaire atteints d'un trouble spécifique du langage qui se manifeste par des déficits expressifs sur le plan de la grammaire, le logiciel « My Sentence Builder » est une technologie de remédiation, tout comme les procédures de simulation de langage conventionnelle (Washington, Warr-Leeper et Thomas-Stonell, 2011).
- Une recherche de MacArthur (2009) montre que les élèves ayant des difficultés d'apprentissage peuvent bénéficier d'une large gamme d'applications informatiques pour l'écriture. Le traitement de texte, la correction orthographique, la prédiction de mots ainsi que la reconnaissance vocale offrent un support pour la transcription et la révision. Toutefois, le traitement de texte serait le seul pour lequel il y a suffisamment de recherches pour suggérer un apport positif, soit une taille d'effet modérée. En ce qui concerne les logiciels de prédiction de mot et de reconnaissance de la voix, la recherche lui paraît suffisamment avancée pour suggérer leur apport, du moins pour l'apprentissage de certains élèves. Il souligne qu'il manque de recherche quant à qui en bénéficie et dans quel contexte. Les nouvelles formes d'écriture, y compris le clavardage, les blogues, le multimédia et les wikis, n'ont pas été très étudiées, affirme-t-il, mais elles peuvent présenter des opportunités et des défis aux élèves en difficulté.
- Abracadabra, un environnement d'apprentissage numérique maintenant en voie d'être adapté pour l'apprentissage de la lecture en langue française par les plus jeunes, serait une ressource efficace selon Savage et al. (2013). Les auteurs affirment qu'elle favorise le développement des habiletés clés associées aux débuts en lecture (« early readings »), telles que la fluidité de segmentation phonétique et l'aptitude à associer les phonèmes (« phonological blending ability »).
- Rappelons que Cheung et Slavin (2012) soulignent, dans leur métaanalyse, que l'efficacité des technologies et ressources numériques dépend de la manière dont l'enseignant les intègre dans sa pédagogie.

C'est dire que la disponibilité de technologies et de ressources numériques, incluant les jeux, augmente en salle de classe. Une telle disponibilité est aussi perçue par les parents qui en achètent pour l'apprentissage de leur(s) enfant(s) à la maison. À cette fin, nous suggérons que l'action médiatrice du parent demeure, tout comme celle de l'enseignant, très importante.

Tendance 4 : Les outils et ressources numériques de type « grand public » pénètrent dans la classe

Les recherches sur le Web, la rédaction de textes (courriels, blogues, wikis, forums), la fréquentation de ressources disponibles sur le Web, la planification au moyen d'un outil numérique de réseau de concept et la réalisation de projets multimédias n'exigent, côté technologique, qu'un écran numérique, un fureteur web, une connexion stable à Internet et quelques autres logiciels de type « grand public ». Ces activités, conduites sur le temps de classe, induisent le constat que ce sont les logiciels commerciaux populaires qui sont maintenant les plus utilisés (Plomp, Anderson, Law et Quale, 2009). Ces auteurs, dans cette

édition révisée d'un volume paru en 2003 et portant sur les politiques et pratiques éducatives dans 37 pays, ont trouvé que les enseignants délaissaient les simulations et les modélisations au profit de recherches sur Internet, d'envoi de courriels et d'accès à des activités pré-organisées déposées sur Internet. S'il ne faut pas complètement s'en étonner puisque des outils « grand public » comme les livres et les manuels ainsi que les feuilles de papier et les crayons ont fait partie depuis longtemps du matériel de base d'une classe, il y a tout de même lieu de creuser la question.

Pour l'apprentissage des sciences

Cox (2013), une chercheure chevronnée sur les usages des technologies en éducation, fait la petite histoire des logiciels pour l'apprentissage des sciences en distinguant cinq catégories de logiciels éducatifs : d'abord, il y eut les tutoriels ou exercices, suivis des simulations pour remplacer ou compléter des expériences. Ensuite, les logiciels de modélisation sont apparus et les ordinateurs ont servi à contrôler ou à collecter des données. Aujourd'hui, les logiciels commerciaux disponibles sur Internet ont la cote dans les classes. Cox écrit : « Les recherches montrent qu'au lieu d'améliorer leur utilisation des TIC en sciences, les enseignants en ont restreint l'utilisation pour ne retenir que les logiciels commerciaux comme les tableurs et les bases de données » (p. 34). Il serait douteux que ce soit là un choix délibéré plutôt qu'une question d'accès combinée à leur habilitation à guider les élèves dans des environnements numériques d'apprentissage (p. ex., à faire usage d'une simulation (Liu et Chuang, 2011) ou à penser et agir dans l'environnement WISE (Web-based Inquiry Science Environment, voir Gerard, Varma, Corliss et Linn, 2011).

Pour l'apprentissage des langues

Les technologies et ressources numériques sont presque toutes de type « grand public », qu'elles soient d'accès libre ou payant. Pensons à un logiciel de traitement de texte, à un fureteur Web, au logiciel Antidote. En matière d'apprentissage d'une langue seconde ou étrangère, les résultats des métaanalyses de Grgurović, Chapelle et Shelley (2013) et de Macaro, Handley et Walter (2012) indiquent que l'usage de ressources numériques affecte positivement les attitudes et les comportements des apprenants. Ainsi, l'usage du courriel permet à des élèves de différents pays de communiquer entre eux. C'est ce qui a été observé chez des élèves francophones camerounais de 16-17 ans qui ont échangé avec des élèves canadiens du même âge dans le cadre de leur cours d'anglais (Ndemanu, 2012). L'application ludique HELLO, qui fournit aux élèves des occasions de pratiquer l'anglais, que ce soit l'écoute ou la communication orale, est associée à une augmentation de la motivation des élèves et à des résultats d'apprentissage positifs (Liu et Chu, 2010).

Chez les lecteurs, la motivation à lire augmente avec l'utilisation de livres électroniques (eBook), tel que le révèle une étude menée auprès d'élèves ontariens de première année (Ciampa, 2012).

En matière de compréhension écrite, les ressources numériques montrent une taille d'effet positive de 0,49, mais la capacité de métacognition des élèves ainsi que leurs dispositions affectives sont possiblement des variables modératrices (Pearson et al., 2005). Les résultats obtenus en « English Language Arts (ELA) » par des élèves à deux sous-tests associés à leurs usages fréquents de l'ordinateur, soit les stratégies d'écriture et l'analyse littéraire, ont été supérieurs à ceux obtenus par des élèves exposés à l'enseignement conventionnel (Suhr,

Hernandez, Grimes et Warschauer, 2010). Selon la métaanalyse de Cheung et Slavin (2012), les effets positifs de la technologie (p. ex., Read 180) dépendent de la manière dont elle est intégrée (autre variable modératrice) avec les composantes non-technologiques de l'enseignement (p. ex., les efforts de l'enseignant). Rappelons que de meilleurs résultats sont obtenus lorsque les technologies et ressources numériques sont intégrées dans la pédagogie de l'enseignante ou de l'enseignant (Tamim et al., 2011).

Concernant l'écriture, les métaanalyses de Bangert-Drowns (1993) et de Goldberg, Russell, et Cook (2003) montrent que le traitement de texte favorise la production de textes plus longs et de meilleure qualité pour les élèves.

Pour l'apprentissage de l'univers social

Les résultats de recherche concernant des outils ou environnements numériques spécialisés sont inexistant. Lorsque les élèves utilisent des technologies et ressources numériques, ils accèdent, à quelques exceptions près (p. ex., www.lignedutemps.qc.ca; le site Web Documents d'histoire réalisé par le Récit Univers Social), à des ressources et outils de type « grand public » (archives et autres bases de données ouvertes, journaux en ligne, Google Maps, Google Earth, YouTube, etc.). Les enseignants leur laissent alors un certain contrôle en faisant appel à des méthodes pédagogiques qui laissent place à leur agentivité, comme l'apprentissage par projets, l'apprentissage coopératif, l'apprentissage par résolution de problèmes, ou encore par voie d'enquêtes ou d'investigations réalisées en collaboration. Dans leur métaanalyse, Karich, Burns et Maki (2014) constatent que lorsque les élèves apprennent l'histoire, il y a une taille d'effet de 0,19 de la variable « contrôle par l'apprenant » sur leur motivation et leur engagement (temps sur la tâche). Ce résultat est plus fort que la moyenne des tailles d'effet quasi-nulle observée (0,05) concernant l'influence de la variable « contrôle par l'apprenant » dans le cas de l'ensemble des matières.

Tendance 5 : Le défi d'enseignement à relever, faire apprendre en profondeur

Abiteboul, Manolescu, Rigaux, Rousset et Senellart (2011) posent la question suivante : quelles sont les pédagogies prometteuses alors que les moteurs de recherche du Web s'améliorent pour offrir de l'information pertinente aux élèves comme aux citoyens au moment voulu? Morris (2011) soulève aussi la question à partir de sa compréhension de l'évolution du Web. Dès 2002, Bereiter a centré l'attention sur « enseigner pour faire comprendre en profondeur » avec le support d'une plateforme Web. Auparavant, Gardner, Perkins et Perrone avaient conduit le projet Zero (1988-1995), axé sur « enseigner pour faire comprendre » (Wiske, 1998). Dans les années qui ont suivi, les technologies et ressources numériques ont été davantage utilisées pour faire apprendre en profondeur (Wiske, Franz et Breit 2005). Darling-Hammond et al. (2008) montrent l'intérêt de relever le défi de faire apprendre en profondeur à des fins d'apprentissages plus solides et de rétention à long terme. O'Day et Garet (2014) constatent que les élèves qui ont fréquenté les écoles secondaires (deuxième cycle) qui misent explicitement sur l'apprentissage en profondeur obtiennent de meilleurs résultats que ceux des élèves fréquentant les écoles où cette visée n'est pas explicite. Dans cette étude, l'apprentissage en profondeur est défini comme étant « la combinaison de (1) une

compréhension plus réfléchie du contenu académique de base, (2) la capacité à appliquer cette compréhension à de nouveaux problèmes et situations, et (3) le développement d'une gamme de compétences, y compris les compétences interpersonnelles et la maîtrise de soi ». Dans les écoles où l'apprentissage en profondeur est visé, les enseignants ont fait appel à l'apprentissage par projets, ont affecté les élèves à des tâches de groupe qui s'étendaient dans le temps, se sont souciés de développer leur pensée critique et de les faire participer aux décisions. De plus, des groupes d'étude ont été constitués et des stages dans différents milieux ont été offerts aux élèves.

Tendance 6 : L'apprentissage entre pairs est facilité par l'usage de plateformes de collaboration

Plusieurs recherches montrent la pertinence de l'interaction entre pairs pour faire apprendre et de l'usage, à cette fin, de plateformes de collaboration (Bernard et al., 2004, 2009; Chan, 2011; Chandra et Watters, 2012; Ertem, 2010; Hew et Cheung, 2013; Howland, Jonassen et Marra, 2012; Lou, Abrami et d'Apollonia, 2001; Mullins, Rummel et Spada, 2012; Scardamalia et Bereiter, 2007; Soller, Martínez-Monés, Jermann et Muehlenbrock, 2005; Suthers, 2006; Volet, Summers et Thurman, 2009). Entre autres, l'apprentissage en profondeur (Hmelo-Silver, Chinn, Chan et O'Donnell, 2013) et la capacité métacognitive (Winne, Hadwin et Perry, 2012) en bénéficient. Toutefois, malgré le support des plateformes numériques, l'expérience ainsi que les recherches réalisées dans le domaine « computer-supported collaborative learning » nous apprennent que collaborer demeure difficile. De plus, Bielaczyc (2006) suggère qu'une infrastructure sociale est aussi requise. Ainsi, pour réaliser le potentiel des plateformes numériques qui supportent les interactions entre pairs au service de l'apprentissage, il importerait de concevoir des infrastructures sociales selon quatre dimensions : travailler les croyances culturelles, installer une pratique de collaboration, favoriser les relations socio-techno-spatiales et permettre des interactions avec le monde extérieur.

Tendance 7 : La présence émergente de la coélaboration de connaissances dans l'école en réseau

En Finlande comme à Singapour et à Hong Kong, la coélaboration de connaissances pratiquée dès l'école primaire est le résultat de recherches réalisées en collaboration par des universitaires et des praticiens de terrain préoccupés de tirer avantage de la présence d'écrans numériques branchés à Internet en salle de classe, et de maximiser les résultats de leur usage¹⁰. Observée d'abord dans quelques écoles de Toronto et du Grand Nord canadien où des chercheurs renommés pour leur expertise en écriture (Bereiter et Scardamalia, 1987) avaient mis au point un environnement numérique d'apprentissage (CSILE, 1994, devenu depuis Knowledge Forum), la coélaboration de connaissances met au centre du discours de la classe les idées des élèves (Zhang, Scardamalia, Reeve et Messina, 2009; Allaire et Laferrière, 2013). Sous la guidance de leur enseignant, les élèves choisissent un problème réel qui les intéresse et s'engagent dans un processus d'amélioration d'idées jugées prometteuses pour mieux comprendre, voire résoudre le problème. Un savoir collectif, qui a

¹⁰ Voir le site www.ikit.org

de la valeur pour leur communauté de petits chercheurs en développement, témoigne de l'aboutissement du processus. Au Québec, c'est dans le cadre de l'initiative École éloignée en réseau que la coélaboration de connaissances, et la suite d'outils numériques qui la supporte, ont été introduits en classe (Laferrière et al., 2011).

Pour distinguer la coélaboration de connaissances du nécessaire processus d'instruction des élèves, l'expression création de connaissances est aussi utilisée (Paavola et Hakkarainen, 2005; Seng, So et Yeo, 2014; UNESCO, 2011). C'est aussi une manière de démocratiser jusque dans la salle de classe le rapport au savoir de l'élève, soit en lui permettant de s'exercer à participer à sa création.

Considérant les différentes tendances qui ont été dégagées au plan micro, il ressort que le concept d'interaction/interactivité est incontournable pour comprendre l'apport des technologies et des ressources numériques à l'enseignement et à l'apprentissage. Dans le cas de la tendance observée au sujet de l'individualisation de l'enseignement, il apparaît que l'interaction se situe principalement entre l'élève et l'ordinateur. Parmi les facteurs observés dans les études pour expliquer l'efficacité de l'enseignement assisté par ordinateur, la guidance individualisée, les rétroactions immédiates et la personnalisation de l'enseignement (p. ex., par la prise en compte des intérêts des élèves) sont relevées. Cela dit, l'apport des logiciels spécifiques ne s'explique pas que par leurs fonctions interactives. En mathématiques et en sciences, par exemple, ces outils étayent l'apprentissage des élèves en offrant des représentations visuelles et en permettant des manipulations graphiques.

Quelles que soient les fonctionnalités des logiciels, le rôle de l'enseignant n'est pas effacé pour autant. Il demeure capital pour structurer le contexte dans lequel se situe l'usage des technologies et ressources numériques et tirer le plein potentiel de ces outils. Bien que les logiciels spécifiques soient souvent associés à une utilisation individuelle, leur usage s'inscrit parfois dans un cadre collaboratif où les interactions entre pairs sont favorisées. Des études citées précédemment y associent des résultats positifs, entre autres, sur le plan de l'engagement et des apprentissages des élèves. Par ailleurs, l'utilisation individuelle d'un logiciel pourrait avoir un effet plus grand si elle est ponctuée de séances conduites par l'enseignant.

Alors que les études consultées associent généralement l'utilisation de logiciels spécifiques à des résultats d'apprentissage positifs, ces outils demeurent peu répandus dans les écoles du Québec. Les enseignants y ont peut-être moins facilement accès ou se sentent moins aptes à y recourir que dans le cas des logiciels de type « grand public ». Ceux-ci peuvent conduire à des résultats d'apprentissage positifs si l'enseignant les intègre à sa pédagogie, voire s'il les utilise comme support pour amener les élèves à faire des apprentissages en profondeur. L'approche de coélaboration de connaissances est une voie prometteuse pour favoriser de tels apprentissages. À l'aide de plateformes de collaboration soutenant le discours écrit et oral, il est possible d'engager les élèves dans un processus d'amélioration des idées qui conduit à des apprentissages en profondeur, voire à la création de connaissances. Dans ce contexte, les interactions entre pairs, facilitées et promues par les TIC, jouent un rôle central dans l'apprentissage des élèves.

AU PLAN MÉSO

Six tendances viennent d'être présentées. Elles rendent compte de ce que la documentation scientifique constate quant à l'usage en classe, surtout par les élèves, des technologies et

ressources numériques (plan micro). Cette section-ci porte aussi sur six tendances qui se dégagent de la documentation scientifique et aussi d'autres documents pertinents aux plans organisationnel (niveau méso) et sociétal (plan macro) lorsque les technologies et ressources numériques sont utilisées ou sont, à tout le moins, dans la mire des acteurs en matière d'innovation pour l'enseignement et l'apprentissage. Les quatre tendances repérées au plan méso sont les suivantes :

- *De l'école branchée à l'école en réseau*
- *D'un mode réceptif à un mode participatif dans la classe d'une école 2.0*
- *De l'intégration des TIC à l'apprentissage amélioré par la technologie (AAT)*
- *Des systèmes scolaires engagés dans une transition d'envergure*

Tendance 8 : De l'école branchée à l'école en réseau

En 1997, au Québec, les ministres de la Culture et de l'Éducation de l'époque acheminaient aux directions d'établissements scolaires le document « Pour une école branchée : intégration des nouvelles technologies de l'information et des communications dans les écoles »¹¹. Il s'agissait alors de faire voir de nouvelles possibilités d'usage de l'infrastructure technologique en voie de se déployer dans les écoles du Québec. Mis de l'avant par le CEFRIO, le concept « École éloignée en réseau » retenait deux technologies numériques pour qu'un minimum de deux classes d'écoles différentes travaillent en collaboration, à l'écrit comme à l'oral.

Bien distinct de l'éducation à distance vers laquelle les écoles anglophones du Canada et d'ailleurs se sont tournées comme voie de solution pour favoriser l'égalité des chances par l'offre de cours en ligne, ce concept, qui applique des principes pédagogiques découlant des sciences de l'apprendre (Bransford et al., 2000; Allaire et Lusignan, 2011), était d'avant-garde et le demeure aujourd'hui (Inchauspé, 2011) alors que l'initiative qui l'a fait naître porte aujourd'hui le nom d'École en réseau (ÉER) (www.eer.qc.ca). Un comité de suivi au niveau de la commission scolaire et une instance de coordination au niveau national, et à laquelle était associée une équipe interuniversitaire de recherche-intervention, caractérisent aussi ce modèle. La série de publications disponibles sur ce site montre les avancées en matière d'apprentissage ainsi que les défis et enjeux de sa mise en œuvre au plan organisationnel¹².

En matière d'innovation avec le numérique, la mise en réseau des éducateurs est suggérée (recommandation 3, United States Department of Education, 2010). La communauté de pratique Apprentissage en profondeur, qui regroupe des éducateurs de dix réseaux, rattachés à des écoles des États de la Californie, de New York et du Maine, en est un exemple. Même si les nouvelles pratiques pédagogiques (p. ex., apprentissage par projets réalisés en collaboration) n'ont été que modestement observées dans les écoles des réseaux, toutes situées dans des milieux défavorisés, les élèves ont obtenu des résultats plus élevés, entre autres, au test PISA de l'OCDE, un test qui évalue les connaissances de contenu de base et la

¹¹ Accessible à <http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/sites/planific.html>

¹² La suite de la section « plan méso » est, entre autres, informée par l'expérience ÉER et la recherche qui l'entoure.

compétence en matière de résolution de problèmes complexes, que les élèves des écoles qui n'étaient pas dans un réseau (Zeiser, Taylor, Rickles et Garet, 2014; Huberman, Bitter, Anthony et O'Day, 2014).

Selon Ito et al. (2013), les environnements d'apprentissage en réseau sont habituellement caractérisés par le partage d'un objet commun, un accent mis sur la production et l'ouverture de leurs infrastructures de réseau. Y est associée l'expression « connected learning », maintenant utilisée pour présenter les possibilités d'usages des technologies et ressources numériques (Ito et al, 2013). L'école en réseau est un lieu d' « apprentissage connecté » quand les élèves d'une classe réalisent des apprentissages en accédant à des ressources documentaires et à des personnes (pairs, enseignants d'une autre école, experts) par l'intermédiaire d'Internet et de différentes technologies, dont des logiciels de télécollaboration.

Li, Dyjur, Nicholson et Moorman (2009) décrivent l'apport de la visioconférence dans des classes de l'Alberta pour faire appel à des experts, par exemple, à des mathématiciens et à des scientifiques au sein d'un environnement d'apprentissage mettant de l'avant un processus d'investigation. Ils rapportent que cela s'est révélé profitable pour l'apprentissage des mathématiques et des sciences par des élèves du secondaire qui ont par la suite manifesté un intérêt croissant pour ces matières et gagné de la confiance dans leur capacité.

Tendance 9 : D'un mode réceptif à un mode participatif dans la classe d'une école 2.0¹³

Débuté il y a une quinzaine d'années, le remplacement des tableaux verts (ou blancs) et des rétroprojecteurs par des tableaux numériques interactifs (TNI), des projecteurs électroniques, voire des téléviseurs numériques, se poursuit. Ce qui apparaît à l'écran est fonction des ressources numériques disponibles, de la capacité des enseignants à s'en servir et de leur compétence à faire participer les élèves. Dans une classe bien organisée, le temps, l'espace et le matériel, utilisés avec efficacité, ont pour effet de multiplier les occasions pour les élèves de s'engager et de participer (Evertson et Randolph, 1999).

Dans le meilleur des cas, un grand écran peut jouer un rôle irremplaçable en classe lorsque transformé en espace collectif numérique vers lequel les regards convergent pour y discuter les plans, ébauches et productions. Smith et Higgins (2006) montrent l'importance de la nature des questions alors posées par l'enseignant et de la rétroaction fournie par l'enseignant ou par un autre élève, ce qu'ils nomment une pédagogie interactive. Hennessy (2011) ainsi que Mercer, Warwick, Kershner et Staarman (2010) font voir le potentiel du TNI en tant que support à des dialogues de qualité (voir aussi Murcia et Sheffield, 2010). Toutefois, Smith, Hardman et Higgins (2006) observent qu'avec un TNI, les leçons, autant en littérature qu'en numératie, se déroulent à un rythme plus rapide et moins de temps est consacré au travail de groupe. Karsenti, Collin et Dumouchel (2012) remarquent que l'enseignant peut faire usage d'un TNI pour mieux présenter du contenu théorique. McQuillan, Northcote et Beamish (2012) soulignent que pour favoriser l'engagement des élèves en mathématiques, l'enseignant au primaire se doit d'alterner entre de

¹³ Ce qui distingue essentiellement le Web 2.0, c'est la démocratisation du contenu numérique. Ainsi, son utilisateur n'est plus seulement en situation de lecture, mais de production de contenu, seul et avec d'autres.

courtes périodes où il est le principal utilisateur du TNI et des périodes centrées sur l'activité de l'élève. Autrement dit, la « promesse » d'une plus grande participation de l'élève, avec un contenu présenté au grand écran interactif, n'est pas encore au rendez-vous pour la très grande majorité des élèves. C'est dire que l'usage du TNI occupe souvent l'enseignant à l'avant de la classe, entre autres, lorsqu'il accède à son manuel sous format PDF ou à d'autres ressources numériques.

Les écrans numériques, qu'ils soient grands ou petits, ont tendance, lorsque disponibles ou autorisés en classe, à susciter de la motivation et de l'engagement chez les élèves. Huot, Parks, Lemonnier et Hamers (2009) ont montré que dans le programme « un portable, un élève »¹⁴ d'une école secondaire québécoise, même si la motivation diminuait avec le temps, elle demeurait significativement plus élevée que dans des classes conventionnelles. Toutefois, les enseignants présentaient des défis aux élèves, suscitaient leur curiosité, les mettaient en situation de projet, leur laissaient exercer du contrôle sur leurs apprentissages et travailler en équipe. Ces mêmes éléments sont d'ailleurs présents dans l'étude de Ciampa (2013) réalisée dans une classe ontarienne de sixième année qui utilisait des iPad une partie du temps de classe. Une autre étude s'est intéressée aux résultats obtenus en « English Language Arts (ELA) » par des élèves américains fréquentant un programme « un portable, un élève », où les deux activités les plus courantes étaient l'écriture et la recherche d'information sur Internet et où les élèves créaient régulièrement des présentations multimédias. En quatrième et en cinquième année du primaire, ces élèves ont obtenu des résultats supérieurs à ceux obtenus par des élèves inscrits à un programme traditionnel. Leurs résultats ont également été meilleurs dans deux sous-tests correspondant le plus aux usages fréquents de l'ordinateur, c'est-à-dire les stratégies d'écriture et l'analyse littéraire (Suhr, Hernandez, Grimes et Warschauer, 2010). En Corée du Sud, l'usage d'ordinateurs portatifs, selon le dispositif « un portable, un élève » et sur une période de trois ans, a d'abord influencé positivement l'engagement des élèves vu l'effet de nouveauté, mais celui-ci a par la suite diminué et les résultats aux tests d'apprentissage de ces élèves n'ont pas été significativement supérieurs à ceux d'autres élèves où ce dispositif n'était pas en place (Hur et Oh, 2012).

De nouveaux défis se posent à l'enseignant lorsque les élèves peuvent accéder à Internet du bout des doigts, que ce soit avec un ordinateur portable (Hur et Oh, 2013), une tablette, un iPod ou un téléphone intelligent. Les élèves eux-mêmes ont à s'autodiscipliner, à participer à la gestion de la classe. Frohberg, Goth et Schwabe (2009) suggèrent que la nature des problèmes varie selon le degré de contrôle ou de transparence quant aux applications et aux contenus auxquels les élèves peuvent accéder et en fonction de ce qui leur est demandé. Des politiques sont requises pour composer avec les problèmes d'équité, de sécurité, de plagiat, etc. Néanmoins, pour Lai, Khaddage et Knezek (2013), il est plausible qu'une tension soit en train de s'installer entre l'apprentissage traditionnel en classe et le libre accès à l'information. C'est dire que la conduite d'une classe dans une école 2.0 exige de savoir canaliser l'activité individuelle des élèves vers des apprentissages sérieux, ce qui peut s'avérer difficile – pour certains élèves, l'écran est associé à l'acte de jouer plutôt qu'à celui d'apprendre. Canaliser leur activité collective importe aussi, ce qui implique d'établir des buts d'apprentissage collectifs susceptibles de guider leur participation en classe.

¹⁴ Il s'agit du programme PROTIC.

Tendance 10 : De l'intégration des TIC à l'apprentissage amélioré par la technologie (AAT)

Que ce soit en Amérique du Nord, en Europe, en Australie/Nouvelle-Zélande ou en Asie, l'attention se porte de plus en plus sur l'apprentissage amélioré par la technologie (AAT). Le domaine de recherche portant sur l'intégration des TIC (« ICT integration ») s'estompe pour faire place à celui de l'utilisation de la technologie pour l'amélioration de l'apprentissage (« Technology-enhanced learning », TEL). L'AAT, c'est le développement et l'évaluation de moyens novateurs d'utiliser les TIC pour améliorer le processus d'enseignement et les résultats sur le plan des apprentissages.

Lei et Zhao (2007) observent que les usages des technologies et ressources numériques qui ont de l'effet sur le rendement académique sont spécialisés (p. ex., pour l'apprentissage des sciences, de la programmation, de la publication). Il ne s'agit pas des usages les plus répandus (p. ex., la suite Microsoft Office) chez les enseignants et les élèves. Toutefois, la recherche montre depuis plusieurs années l'intérêt de faire utiliser le traitement de texte aux élèves (Owston, Murphy et Wideman, 1992). De plus, l'utilisation d'un blogue pour faire écrire les élèves n'est pas sans intérêt (Allaire, Thériault et Lalancette, 2010). Lorsque l'intégration des technologies et ressources numériques se produit sans que les résultats académiques ne changent de manière significative, plusieurs facteurs peuvent être en cause : 1) l'usage qui en est fait est trivial ou périphérique au programme scolaire en vigueur; 2) l'évaluation des apprentissages n'est pas adéquate ou passe à côté de ce qui est appris (Griffin, McGaw et Care, 2012) – rappelons que les examens ont tendance à mesurer surtout la capacité de rétention à court terme; 3) les technologies et ressources numériques sont intégrées aux approches et routines déjà existantes en classe (Gibson et Oberg, 2004; Sclater, Sicoly, Abrami et Wade, 2006); 4) une organisation de classe, incluant la gestion des conduites des élèves avec leurs petits écrans, propice à des apprentissages sérieux n'est pas installée (Karsenti et Fiévez, 2014; Partenariat PROTIC-FCAR-TACT, 2001).

En Ontario, le document « Natural Curiosity », publié par une école primaire rattachée à l'Université de Toronto (www.naturalcuriosity.ca), est promu par le Secrétariat de la littératie et de la numératie du ministère de l'Éducation ainsi que par l'Association des directions et directions adjointes des écoles franco-ontariennes. La technologie est à l'arrière-plan, et à l'avant-plan se trouve la pédagogie qui suscite la curiosité, la capacité de concentration, l'endurance, le mouvement et l'accommodation de la pensée à la suite de l'acquisition de nouvelles connaissances et du vécu de nouvelles expériences. Le plan d'éducation de la Colombie-Britannique, intitulé « Learning Empowered by Technology », place l'élève au centre de ses apprentissages, insiste sur la nécessité d'engager tous les acteurs et met l'accent sur la littératie numérique. L'engagement intellectuel des élèves préoccupe aussi des acteurs de l'éducation en Alberta (Jacobsen, 2013; Jacobsen, Lock et Friesen, 2013).

En France, à l'Académie de Créteil, Villemonteix et Khaneboubi (2012) observent que l'enseignant a recours à la tablette 1) pour prolonger les leçons par des activités d'entraînement ou d'évaluation, souvent ludiques; 2) comme outil de consultation et de soutien, donnant accès à des ressources en ligne ou aux avatars numériques des aides que l'on trouve classiquement en classe primaire (dictionnaires, lexiques, clés, etc.); 3) faire composer par les élèves des contenus et les partager en utilisant le réseau.

Seng, So et Yeo (2014) rapportent que des projets se déroulent à l'Institut national de l'éducation (NIE), en partenariat avec Nanyang Technological University (NTU), afin de constituer une base solide d'innovations en classe pour l'apprentissage au 21^e siècle. Les projets sont réalisés dans une variété de contextes (formels et informels) et de domaines (les mathématiques, les sciences, l'apprentissage des langues, etc.). Partant des projets particuliers réalisés, des principes de métadesign invariants sont dégagés. L'un de ces principes, celui de mettre les idées des élèves au centre des travaux de la classe, consiste à communiquer aux élèves que leurs idées sont importantes pour les autres et qu'ils ont une responsabilité envers l'avancement de la connaissance de leur petite communauté d'apprentissage. Un autre principe, centrer l'acte pédagogique sur l'investigation collective, est destiné à aider les élèves à apprendre à exercer du contrôle sur leur processus d'apprentissage. C'est viser à ce que les élèves apprennent non seulement sur le sujet, mais aussi en viennent à comprendre les moyens de travailler avec des connaissances et à en créer – exemple de démarche : trouver des problèmes, localiser des ressources, tester des idées à travers l'expérimentation, développer des compétences en matière d'argumentation et de pensée critique, etc.). Contrairement à l'apprentissage (du 20^e siècle) qui met l'accent sur la maîtrise des savoirs experts, les idées des élèves deviennent la nouvelle donne à partir de laquelle concevoir l'enseignement et les environnements d'apprentissage. Des devis générés par des élèves (Student Generated Designs, SGD) témoignent que dans les environnements d'apprentissage, les élèves peuvent être des consommateurs de connaissances capables d'être critiques ainsi que des producteurs de connaissances.

C'est dire que les technologies et ressources numériques viennent en appui au pédagogue qui vise à améliorer les apprentissages des élèves en diversifiant ses façons de faire apprendre dans une classe en réseau¹⁵.

Tendance 11 : Des systèmes scolaires engagés dans une transition d'importance

La technologie passe d'un outil de bricolage exploratoire en marge de l'enseignement ordinaire à un élément de base attendu de l'infrastructure scolaire (Roschelle, 2013; Gunn et Hollingsworth, 2013). La bande passante est renforcée et stabilisée. Des achats massifs s'effectuent. La possibilité que l'élève apporte en classe son appareil personnel s'actualise dans certains systèmes (p. ex., Alberta Government, 2012; voir http://etec.ctlt.ubc.ca/510wiki/BYOD_-_Bring_Your_Own_Device pour un tour d'horizon des pratiques au Canada). Au Québec, la question se pose¹⁶.

¹⁵ Au lieu de mettre l'accent sur le fait du numérique qui entre en classe et auquel l'expression « classe numérique » réfère, nous utilisons l'expression classe en réseau pour signifier qu'il s'agit de l'usage de technologies et ressources numériques par les membres d'une classe sise dans une école donnée. Voir le réseau international de recherche Theory and Practice of Pedagogical Design for Learning in Digital Classrooms, rattaché à World Educational Research Association (WERA).

¹⁶ Voir le billet du 10 mars de Patrick Giroux à l'adresse web suivante : Le billet complet via Pedagogic http://pedagogic.uqac.ca/?post/2014/03/10/Tout-ce-que-vous-devez-savoir-sur-le-BYOD&utm_content=buffer07c5c&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer

La mise à disposition « d'outils plus puissants » a du sens en autant que la barre s'élève en termes de résultats attendus. Cependant, l'incertitude des résultats constitue, selon l'OCDE, la principale entrave. Les résultats en matière d'apprentissage des élèves sont les plus désirés sans être les premiers à être observables. Ainsi, les premiers signes de l'apport de ces outils se manifestent d'habitude en termes de motivation et d'engagement (p. ex., la réduction de l'absentéisme). Quand des technologies et ressources numériques sont intégrées à l'environnement d'apprentissage, il n'est pas rare d'ailleurs d'observer d'abord une baisse dans les résultats scolaires (« S-shape curve », OCDE, 2014, p. 217-219). De plus, lorsque l'évaluation des apprentissages s'élargit au-delà des résultats académiques, le défi d'évaluation devient plus grand. Lorsque l'alignement des éléments du triptyque « enseigner – apprendre – évaluer » fait défaut, bien des dysfonctionnements surviennent, ce qui est le cas présentement. Par exemple, les compétences en résolution de problème et les habiletés métacognitives sont utiles dans le traitement des problèmes de tous les jours, mais peut-être pas si importantes lorsque des examens testent essentiellement le rappel des connaissances déclaratives et des savoirs procéduraux. Cette réalité réfère à la notion de « mutation létale » de Brown et Campione (1996), c'est-à-dire une réinterprétation de la nature même de l'innovation qui s'éloigne du cœur de sa nature pédagogique.

C'est dire que, dans un système éducatif, l'utilisation efficace du numérique est un processus complexe et multidimensionnel qui implique non seulement la technologie, que ce soit un ordinateur de table ou portable, une tablette ou un téléphone intelligent, mais aussi les programmes d'étude et la pédagogie, la préparation (« readiness ») institutionnelle (dont la présence de leaders au sein de l'établissement scolaire¹⁷), les compétences des enseignants et le financement à long terme (ICCE, Bali, novembre 2013).

Des approches écosystémiques sont requises pour développer et comprendre les divers modèles de scolarisation à l'ère numérique. Le numérique est en lui-même un écosystème décentralisé et flexible alors que bon nombre de systèmes éducatifs sont centralisés. Les ministères de l'éducation et les établissements scolaires, leurs acteurs ainsi que des pratiques fondées sur une documentation scientifique pertinente doivent se mobiliser. Cela passe par des partenariats, où collaborent ensemble des acteurs du milieu local, voire de différentes régions et de différents pays, afin d'améliorer la recherche et la pratique en matière d'usage des technologies et ressources numériques pour améliorer l'apprentissage (ICCE, 2013; OCDE, 2014). Entre autres, la recherche collaborative, axée sur la pratique, pour informer et orienter le design pédagogique propice à l'orchestration efficace du « e-learning » dans les « classes numériques » est mise de l'avant (Kinshuk, Athabasca University, ICCE, 2013).

En somme, la logique de planification linéaire, curriculum – capacité de l'école, incluant l'accès aux technologies et ressources numériques ainsi que des pratiques pédagogiques modifiées – évaluation des apprentissages, est difficilement applicable par les administrateurs des systèmes éducatifs. Innover, par voie d'itérations successives, en ayant en tête la réussite scolaire et éducative des élèves, serait dorénavant la logique d'action de référence pour les

¹⁷ Les leaders sont à la fois critiques et variés selon Tondeur, Cooper et Newhouse (2010) : « Le succès semble associé avec le soutien fourni pour l'exercice de ce rôle, la mesure dans laquelle ce rôle de leadership est relié à la direction de l'école, les caractéristiques personnelles des leaders et les stratégies qu'ils emploient. » (p. 296)

acteurs de l'éducation œuvrant à tous les niveaux du système éducatif québécois qui comprennent qu'une transition d'envergure s'avère nécessaire.

AU PLAN MACRO

Les six tendances repérées au plan micro et les quatre tendances identifiées au plan méso souscrivent à l'effort du Québec et des sociétés qui veulent tirer avantage des technologies et ressources numériques. Nous traitons de l'effort sociétal (plan macro) sous deux tendances, à savoir le déploiement d'initiatives d'envergure et l'apparition de nouvelles formes d'iniquité.

Tendance 12 : Des initiatives d'envergure sont déployées

À la grandeur de la planète, les TIC attirent l'attention des éducateurs conscients du besoin social de développer, à l'ère numérique, le talent local et la capacité d'innovation de leur pays (ISTE, 2009; Leer et Ivanov, 2013).

- Des initiatives internationales portent sur les compétences clés (UE), les compétences du 21^e siècle (ATC21S, voir Griffin et al., 2012), les ressources éducatives libres¹⁸, la résolution de problèmes en collaboration (voir OECD, 2013 au sujet du PISA 2015), la massification de cours (Massive Open Online Courses (MOOCs)/cours en ligne ouverts et massifs) et les défis de l'utilisation adéquate des technologies et ressources numériques (EDUsumMIT, 2009, 2011, 2013).
- Les États-Unis ont renouvelé il y a quelques années leur plan d'intégration des TIC en éducation. Le nouveau Plan national d'éducation de la technologie (United States Department of Education, 2010) fut lancé en 2010 et propose un modèle d'apprentissage informé par les sciences de l'apprendre et propulsé par les technologies : 1) engager et donner du pouvoir aux élèves; 2) préparer et connecter les enseignants; 3) disposer d'une infrastructure accessible et qui permet de renforcer la capacité locale; 4) reconceptualiser et transformer le système d'éducation.
- En France, la politique de l'État en matière de TIC favorise, selon la revue STICEF, l'émergence de progiciels de gestion intégrée pour les établissements scolaires (ENT), tandis que les collectivités territoriales financent des déploiements en masse d'équipements informatiques (portables, tablettes, tableaux interactifs, réseaux, serveurs de fichiers, etc.)¹⁹. Au ministère de l'Éducation nationale, une stratégie pour faire entrer l'école dans l'ère du numérique a été rendue publique en 2013.

¹⁸ UNESCO, voir <http://www.unesco.org/new/fr/unesco/themes/icts/open-educational-resources/>. Voir aussi REL 2014 – Pour une éducation libre (<http://mooc-francophone.com/mooc-rel-2014-pour-une-education-libre>)

¹⁹ La revue STICEF fait un appel à la proposition de méthodologies de recherche permettant de mesurer les pratiques pédagogiques avec les technologies, et à des études qui, par exemple, interrogeront les effets dans le système éducatif de l'informatisation de masse et des pratiques sociales et culturelles des acteurs du système éducatif, notamment avec les réseaux sociaux, questionneront les plans ou les expérimentations mis en œuvre dans le domaine des TICE, cerneront l'émergence de nouvelles questions juridiques ou déontologiques liées aux pratiques, aux systèmes et aux prescriptions qui leur sont liées.

- Les Pays-Bas ont produit, par l'intermédiaire d'un organisme à but non lucratif comme le CEFRIO et travaillant de concert avec le ministère de l'Éducation, leur propre plan d'ensemble au tournant des années 2000 et viennent de le renouveler une autre fois²⁰. Au Danemark, les examens « sont faits pour tester les compétences. Les étudiants doivent utiliser la théorie et les méthodes (...) plutôt que les répéter », explique S. Lassen, conseiller auprès du ministère de l'Éducation, chargé de la mise en œuvre et du suivi de l'usage d'Internet lors des examens, lors d'un entretien avec l'Agence France Presse. Dans ce contexte, « autoriser l'accès à Internet n'est pas une révolution mais plutôt une évolution », estime-t-il. « Les réponses n'existent pas sur Internet dans leur forme finale, prêtes à être copiées-collées²¹ ».
- L'Italie (2007) a produit son propre plan national et a par la suite demandé à l'OCDE de lui suggérer des améliorations (voir Avvisati et al., 2013).
- Singapour en est à son troisième Plan directeur pour les TIC dans l'éducation (mp3) (2012 - ...) ²² et ses objectifs visent à engager les élèves dans l'apprentissage collaboratif et l'auto-apprentissage au moyen des technologies.
- La Chine vient de produire un plan dans lequel elle cible, entre autres, la connexion des 87 000 écoles rurales qui ne comptent qu'un seul enseignant au même système infonuagique. Ce plan met de l'avant le travail en collaboration des enseignants comme celui des élèves (Yang, 2014)²³. Le plan mentionne que les élèves réalisent, entre autres, sur des « Webquest » et effectuent des investigations plus en profondeur (Knowledge Forum) (Yang, 2014).
- Au Canada, la Colombie-Britannique a lancé le « BC's Education Plan²⁴ » en 2011. L'Alberta a quant à elle décrit sa vision du rôle de la technologie en éducation dans le « Learning and Technology Policy Framework²⁵ », un plan publié en 2013 après une consultation publique (*Inspiring Education*) initiée en 2010. C'est aussi en 2013 que la Saskatchewan a publié le « Technology in Education Framework²⁶ ». De son côté, l'Ontario a publié « Atteindre l'excellence : une vision renouvelée de l'éducation en Ontario » en avril 2014. Au Nouveau-Brunswick, le plan « NB3-21C: Creating a 21st Century Learning Model of Public Education (Second Edition) » a été appliqué de 2010 à 2013.

Ces initiatives d'envergure montrent l'importance qu'accordent différents pays et organismes internationaux à la mise en réseau des écoles ainsi qu'à l'usage des technologies et ressources numériques pour l'enseignement et l'apprentissage.

²⁰ Voir kennisnet.nl/over-ons/international-visitors/

²¹ Voir http://www.huffingtonpost.fr/2013/06/12/danemark-lyceens-bac-internet_n_3426137.html

²² Voir <http://www.moe.gov.sg/media/press/2008/08/moe-launches-third-masterplan.php>

²³ Une certaine similarité peut être établie avec l'ÉER puisque le Knowledge Forum est retenu comme support selon les propos de R. Yang. Toutefois, la visioconférence n'occupe pas une place prépondérante comme dans l'ÉER.

²⁴ Voir la version française à l'URL http://www.bcedplan.ca/assets/pdf/bc_edu_plan_french.pdf

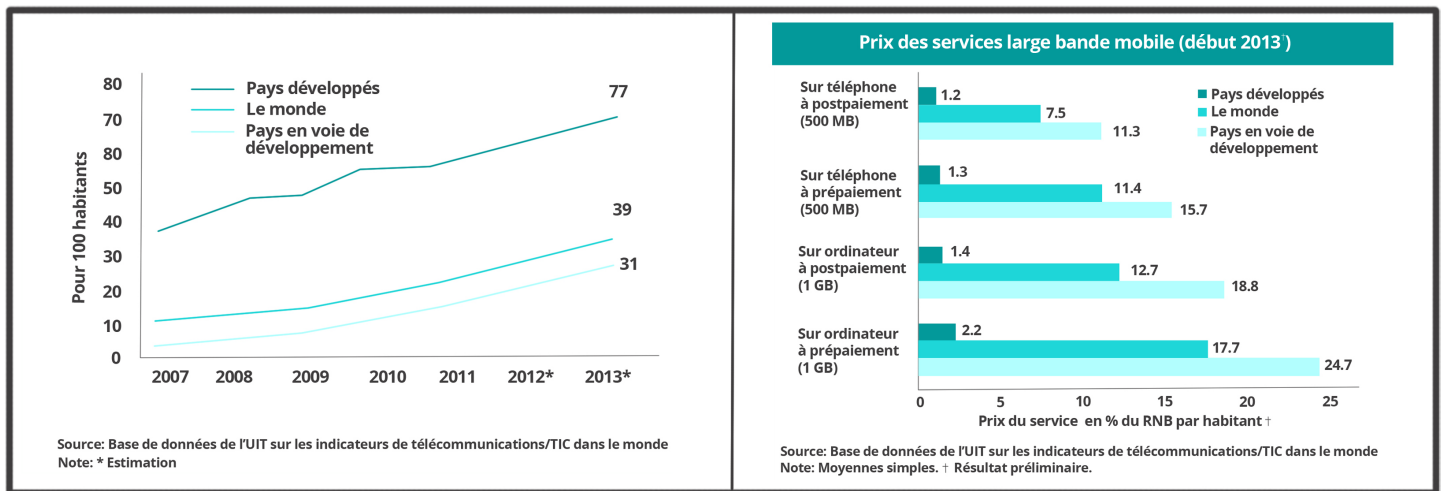
²⁵ Voir <http://education.alberta.ca/media/7792655/learning-and-technology-policy-framework-web.pdf>

²⁶ Voir la version française à l'URL <http://www.education.gov.sk.ca/TEF/francais>

Tendance 13 : De nouvelles formes d'iniquité apparaissent

L'inclusion numérique est devenue un sujet de préoccupation, car non seulement la fracture numérique s'agrandit, mais une fracture pédagogique est observable là où les technologies et ressources numériques sont présentes. En voici les principales manifestations :

- De récentes statistiques de l'International Telecommunication Union (ITU), une agence des Nations Unies, montrent la persistance des tendances : les pays développés (ligne verte) continuent de se distancer des pays en voie de développement quant au nombre d'utilisateurs d'Internet, et ce qu'il en coûte aux habitants des pays en développement pour une connexion Internet est énorme par rapport à ceux de pays développés.

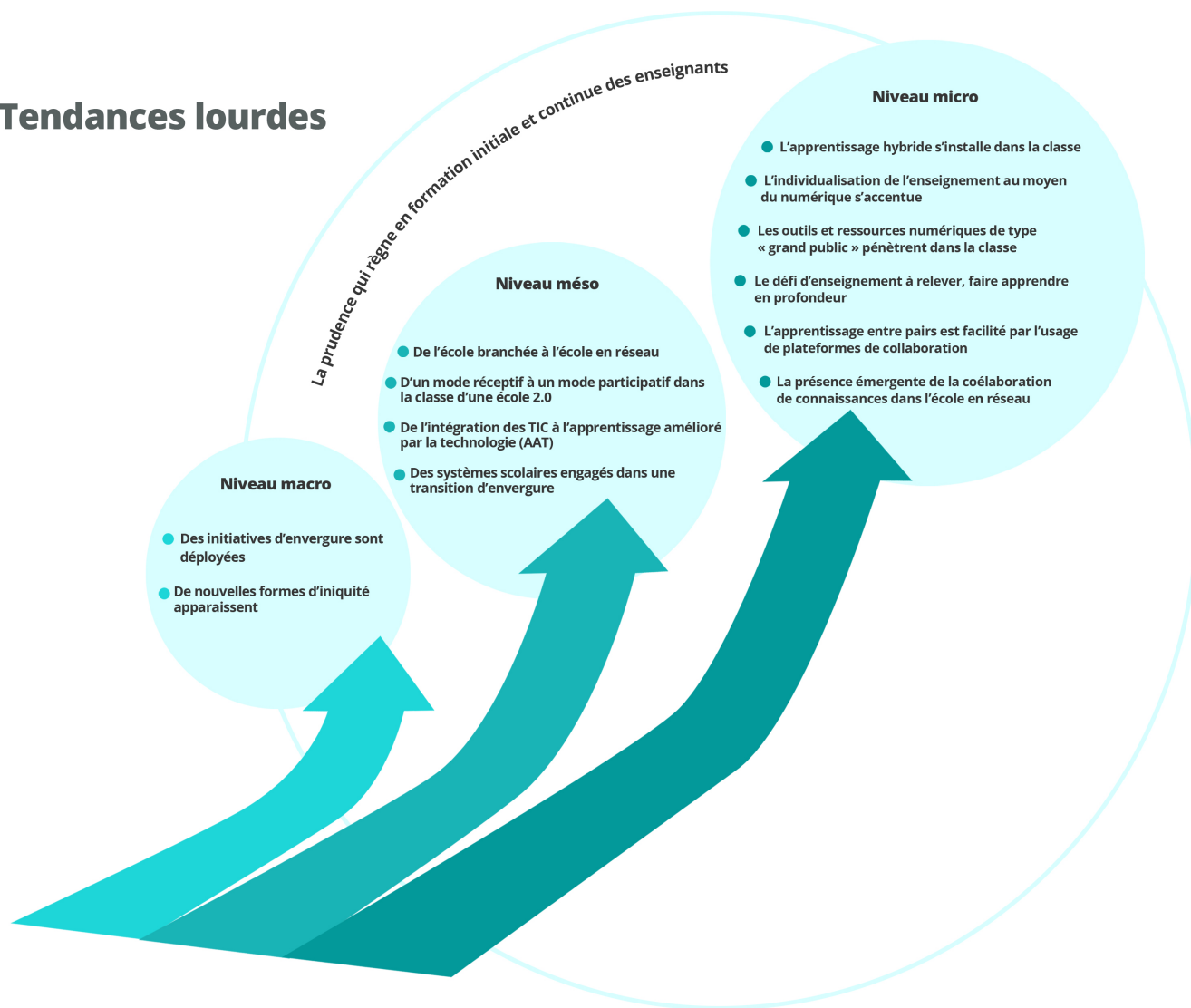


- La fracture numérique est présente partout dans le monde, ce qui résulte de la combinaison des composants suivants de l'inégalité : l'accès à l'équipement et à des éducateurs compétents dans l'utilisation des TIC, la connectivité, l'autonomie d'utilisation, les compétences technologiques et informationnelles (voir le concept d'alphabétisation technologique de l'UNESCO, 2011), la disponibilité de soutien par les pairs (entendre les collègues; voir les cas de l'OCDE, 2014, p. 225-238) et l'accès à des éducateurs qui savent comment utiliser les outils et ressources numériques de manière pédagogiquement cohérente et agir avec la sensibilité culturelle nécessaire (Resta et Laferrière, 2008, 2013).
- En 2007, par 100 habitants, trois connexions existaient dans le monde et vingt dans les pays développés; en 2013, elles passaient à trente dans le monde et à soixante-quinze dans les pays développés. La vente de tablettes remplace aujourd'hui la vente d'ordinateurs personnels (Gartner, 2013; ITU, 2013). Plusieurs millions d'applications conçues pour l'enseignement et l'apprentissage sont déjà disponibles. Une certaine pression sociale se fait sentir pour que les classes en soient équipées.
- Toutefois, lorsque ces ressources sont disponibles, elles sont sous-utilisées par les enseignants (Cuban, 2001; Eickelmann, 2011; Erstad 2013). Le manque d'intérêt et de temps pour apprendre à les utiliser tout en couvrant le programme (entendre par voie d'exposés magistraux) est souvent mentionné dans nombre d'écrits. Il en est de même en milieu universitaire québécois, là où la relève enseignante est formée (Karsenti et Larose, 2005; Villeneuve et al., 2012).

- Avec les technologies numériques viennent de nouveaux outils multifonctionnels et des objets d'apprentissage qui, lorsqu'utilisés, changent les façons de travailler et de collaborer (Barab et Plucker, 2002; Weston et Bain, 2010). La fracture « pédagogique » s'installe quand des enseignants en permettent l'usage, tout en le guidant, et que d'autres les sous-utilisent, voire n'en font pas du tout usage dans leur pédagogie. Quant à ceux qui les utilisent, il leur faut aussi composer avec la tension « innovation – iniquité ». Un exemple récent est celui de la pédagogie inversée qui jouit d'une certaine lancée : son application, d'une part, dégage du temps de classe pour engager le dialogue avec les élèves lorsqu'ils font leurs devoirs à l'école après avoir écouté des exposés sur vidéo à la maison et, d'autre part, place des élèves en situation de disparité puisqu'un certain nombre manque d'encadrement ou est limité par d'autres éléments de la culture domestique (temps, espace de tranquillité, etc.). Ajoutons que la pédagogie inversée fait, à sa manière, la preuve que l'enseignant devrait interagir davantage avec les élèves, individuellement et en groupe.
- Collins et Halverson (2009) soumettent l'hypothèse que si les acteurs de l'éducation formelle n'agissent pas de manière plus concertée et substantielle, un sérieux problème de cohésion sociale risque de se développer en raison d'une fracture du curriculum scolaire auquel les jeunes sont exposés, soit un phénomène nouveau, qui n'a jamais été observé auparavant lors des comparaisons entre l'école publique et l'école privée. Ces auteurs sont préoccupés par la distanciation progressive entre, d'une part, les enseignants et les parents qui donnent accès aux jeunes à des technologies et ressources numériques qui permettent un apprentissage personnalisé, à l'intérieur et hors du cadre scolaire, et, d'autre part, ceux qui s'en tiennent aux ressources éducationnelles de base, accessibles en classe sous format papier et donc plus uniformisées. Or, l'apprentissage d'un curriculum commun contribue à la socialisation des élèves, soit l'une des trois finalités du programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ). L'éducation avec le numérique nécessite de trouver un équilibre entre la personnalisation de l'enseignement et sa contrepartie, apprendre ensemble. Alors que les jeunes disposent de plus en plus de petits écrans numériques, n'est-ce pas là le sens profond à donner à l'achat massif de TNI?

Chaque nouvelle grande technologie est source d'iniquité entre ceux qui peuvent en disposer et les autres. Les technologies et les ressources numériques ne font pas exception. Selon les budgets qui peuvent y être attribués, cela sans compromettre les principaux autres postes budgétaires, il importe que les décisions prises soient les plus éclairées possible, par la recherche comme par l'expérience pratique.

Tendances lourdes



VERS UN CADRE DE RÉFÉRENCE POUR LES DÉCIDEURS

Brève rétrospective

Au Québec, depuis le début des années 2000, le ministère de l'Éducation et le gouvernement du Québec ont investi des millions de dollars pour l'achat d'équipement informatique, incluant le programme Villages branchés ainsi que la récente mesure concernant le financement pour l'acquisition d'un tableau numérique interactif ou d'un autre dispositif de projection pour la classe, d'un ordinateur par enseignant et de ressources éducatives numériques. Cette dernière mesure prévoit aussi des sommes pour la formation des enseignants dans le cadre du virage numérique. En 2000-2001, le ministère de l'Éducation avait créé, par la mesure ministérielle 30081, l'infrastructure RÉCIT, qui remplaçait les CEMIS (Centres d'enrichissement en micro-informatique scolaires) établis pour leur part en 1998. Cette initiative visait à faire émerger une culture de réseau, plus large encore que celle des CEMIS, en impliquant les personnes-ressources désignées par chaque commission scolaire ainsi que celles qui étaient ou devaient être désignées au niveau national. Elle avait plus précisément pour but de les faire travailler, en contexte d'entraide, de partenariat et de partage d'expertise, en réseau et en direct, sur le développement des compétences des élèves par l'intégration des technologies ²⁷.

Diverses initiatives ont aussi été prises par des acteurs de l'éducation œuvrant en contexte, entre autres :

- l'ouverture, dès 1995, d'un volet d'activité pédagogique par la GRICS alors que son expertise était jusque-là surtout de l'ordre du soutien informatique pour l'activité administrative (plan macro);
- le programme PROTIC, planifié dès 1995, mis en place depuis 1997 et couvrant, depuis 2002, les cinq années du secondaire, d'une école de la commission scolaire des Découvreurs qui offre aussi en parallèle le programme régulier – et qui accueille quelque cinquante stagiaires en enseignement par année (plan méso);
- l'achat massif, par la commission scolaire Eastern Township, d'ordinateurs portables pour la très grande majorité des élèves qui sont inscrits aux différents programmes de formation (plan méso);
- la commission scolaire des Chênes a développé des outils favorisant une vision systémique de l'intégration des TIC, et les rend disponibles à d'autres commissions scolaires (plan méso)²⁸;
- le projet-pilote École éloignée en réseau (ÉÉR, 2002-2004) créé à l'initiative du MELS et du CEFRIO (plan méso). L'ÉÉR fut étendue à 12 commissions scolaires (2004-2006) et maintenant à quelque 25 commissions scolaires, c'est-à-dire que le tiers de celles qui ont des petites écoles sur leur territoire y participent (plans macro et méso). En 2012, l'initiative fut renommée École en réseau (ÉER), signifiant ainsi que le modèle mis en place pouvait trouver application, moyennant adaptation, dans des écoles de ville. D'ailleurs, le

²⁷ Voir http://recit.qc.ca/sites/default/files/IMCE/images_articles/DocumentsTEMP/OrientationsMinisterielles.pdf

²⁸ Voir l'outil Plan TIC au url <http://www.csdeschenes.qc.ca/plantic/login.asp>

principal support à l'écriture des élèves (KF) est une technologie utilisée (plan micro) dans des classes de Toronto, Hong Kong, Barcelone et autres²⁹.

Les enseignantes et enseignants ont aussi pris des initiatives au sein de leur(s) classe(s). En amont de décisions institutionnelles, ces initiatives ont servi de pratiques exemplaires et, en aval, elles témoignent de l'efficacité des initiatives prises aux plans micro, méso et macro :

- l'Association Québécoise des Utilisateurs de l'ordinateur au Primaire et au Secondaire (AQUOPS) met en valeur les pratiques exemplaires depuis les débuts de l'accès à Internet dans des écoles (principalement au plan micro)³⁰;
- l'organisme à but non lucratif L'École branchée informe les enseignants sur les gestes posés par les acteurs de l'éducation au Québec (principalement au plan micro)³¹;
- la commission scolaire Sorel-Tracy, entre autres, ainsi que plusieurs établissements d'enseignement privés ont procédé à l'achat massif de tablettes (plan méso), et les enseignants s'initient à leur utilisation en classe (plan micro)³²;
- le réseau LEARN (Leading English Education and Resource Network) est un organisme sans but lucratif qui obtient son financement en partie grâce à l'entente Canada-Québec relative à l'enseignement dans la langue de la minorité (plan macro). Il expérimente en matière de cours en ligne pour les élèves du primaire-secondaire anglophones québécois tout en innovant du côté des outils de télécollaboration pour le travail d'enseignants en communauté de pratique (plan méso; voir Wall et al., 2012).

Comme le montrent les exemples ci-dessus, l'agentivité des acteurs ne fait pas de doute. La vision du gouvernement du Québec en la matière demeure toutefois à définir. Pourtant, en 2000, le Conseil supérieur de l'éducation avait recommandé, dans son rapport annuel sur l'état et les besoins en éducation, d'élaborer et de diffuser un énoncé de politique sur les technologies nouvelles. Alors qu'un tel document aurait permis de préciser les orientations et les attentes du Québec à ce chapitre, cette recommandation ne s'est pas concrétisée.

Aires de décision et choix pédagogiques

Après avoir consulté nombre de documents de planification en matière d'intégration des technologies et ressources numériques en éducation, examiné différents modèles en matière d'intégration des technologies et ressources numériques³³, pris en considération les documents de l'OCDE sur les environnements d'apprentissage innovateurs ainsi que les éléments de la recension des écrits présentée ci-dessus, nous soumettons deux schémas organisateurs afin d'outiller les décideurs. Le premier concerne les plans macro et méso et s'inspire du plus récent plan des Pays-Bas (2013-2017), qui reflète une conceptualisation bien ancrée dans la pratique. Le deuxième concerne le plan micro en raison de sa perspective centrée sur l'intérieur de la

²⁹ Voir ikit.org

³⁰ Voir aquops.qc.ca

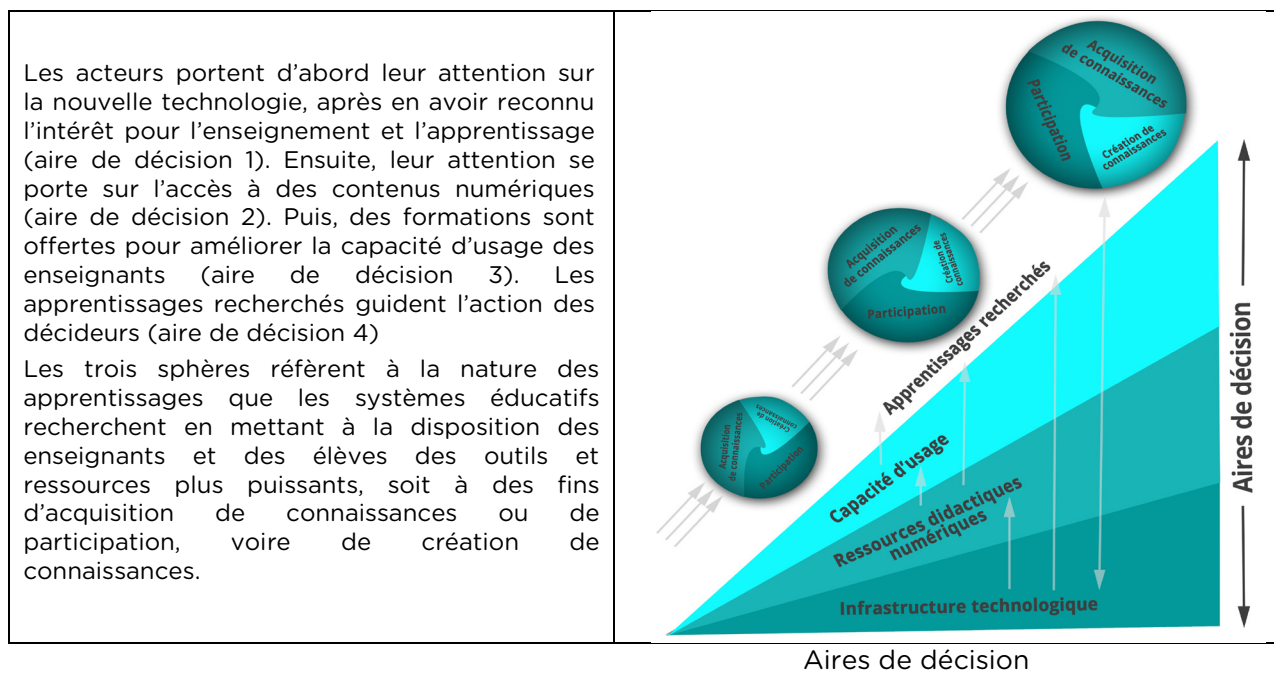
³¹ Voir <http://www.infobourg.com>

³² Voir <http://2013.sommetipad.ca/papers/presentations>

³³ Ces modèles sont mentionnés dans la prochaine et dernière section, consacrée à la formation des enseignants.

classe. Ces schémas fournissent des éléments de référence pour la prise de décisions à des fins de renforcement de capacité. Rappelons que, malgré l'absence d'un énoncé de politique, des acteurs du monde de l'éducation au Québec ont été actifs en matière de planification, de mise en œuvre et de déploiement des usages des technologies et ressources numériques.

Le premier schéma, intitulé « Aires de décision », est de forme pyramidale et évolutive. Il distingue quatre aires de décision : l'infrastructure technologique, les ressources didactiques numériques, la capacité d'usage et les apprentissages recherchés. Au fur et à mesure que l'aire de décision « infrastructure technologique » s'agrandit, les autres aires s'agrandissent également. Comme l'exprime notre collègue Breuleux (2014), un mouvement d'appui et d'appel se produit : les acteurs font des choix en fonction des apprentissages visés (appel). Ces choix sont codépendants des technologies et des ressources disponibles ainsi que de leur capacité d'usage des uns et des autres.



Selon Sfard (1998), deux métaphores orientent la prise de décision de l'acteur : celle de l'acquisition de connaissances (AM, « acquisition metaphor ») et celle de la participation (PM, « participation metaphor »). L'une ou l'autre de ces métaphores, qui recouvre à sa façon les conceptions spontanées ainsi que les théories épousées d'un acteur en matière d'éducation, s'appliquerait lors de la prise de décision de celui-ci.

La métaphore de l'acquisition de connaissances, incluant le développement de concepts, en appelle au rôle de l'enseignant en tant que transmetteur de contenu (informer, expliquer, démontrer, illustrer). L'activité de la classe est alors centrée sur l'activité de l'enseignant; l'élève doit être attentif et actif cognitivement. C'est la métaphore qui correspond à la conception la plus répandue de l'enseignement. La métaphore de la participation, quant à elle, prend sa source dans des résultats de recherches récents qui suggèrent de voir l'apprentissage comme une participation périphérique légitime (Lave et Wenger, 1991) ou une pensée accompagnée (« apprenticeship in thinking ») (Rogoff, 1990). Ce qui compte alors, c'est l'action de connaître, soit un processus continu et toujours rattaché à un contexte donné. L'élève est vu comme

quelqu'un qui est intéressé à participer à certains types d'activités, à une communauté dont l'activité l'attire. Une classe est une communauté dont l'activité principale est d'apprendre : les élèves participent ensemble à l'atteinte d'un but d'apprentissage donné, que ce soit à travers un échange avec un pair ou un petit groupe, une activité coopérative, la réalisation d'un projet. S'exercer à créer des connaissances avec d'autres à partir d'un processus d'amélioration progressive d'idées afin de comprendre un problème, d'y apporter une solution, est une forme avancée de participation. À l'ère numérique, c'est une exigence à laquelle les nouvelles générations devront répondre et c'est pourquoi il importe de démocratiser ce processus – Paavola et Hakkarainen (2005) le désignent par l'expression « création de connaissances » et l'érigent à titre de troisième métaphore. Ce nouvel enjeu de l'égalité des chances, de l'égalité de succès, est maintenant apparent (Scardamalia et Bereiter, 2010, 2013).

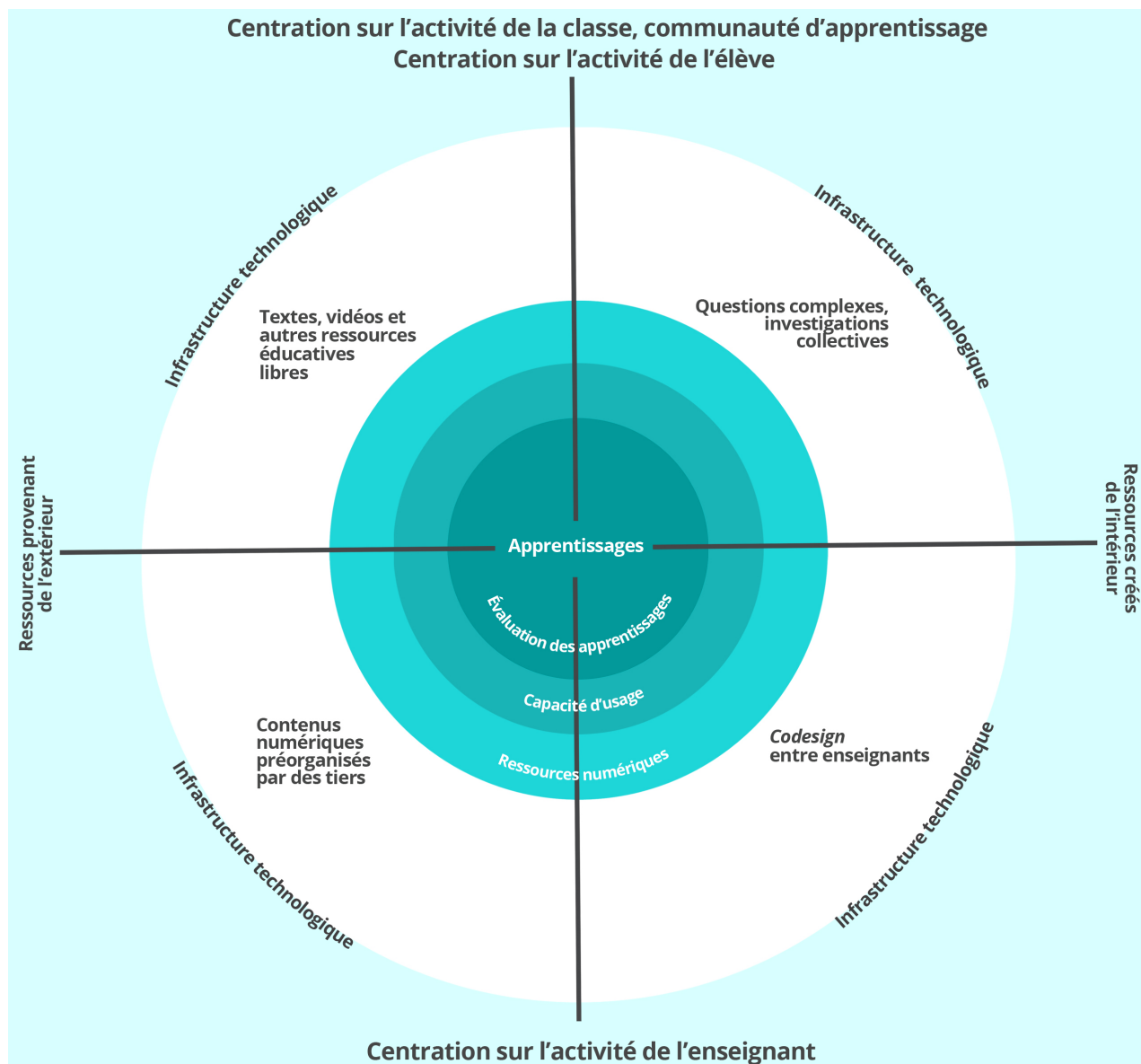
Ces métaphores s'expriment à travers les documents de la réforme de l'éducation (Inchauspé, 2007, 2014), incluant le PFÉQ (plans macro et méso). Ces métaphores s'expriment aussi sur la scène internationale (OCDE, 2013, 2014, Griffin et al. 2012; Pellegrino et Hilton, 2012) quand il s'agit de cibler les apprentissages à réaliser par les élèves du primaire et du secondaire pour leur vie d'élève et de futur citoyen et travailleur.

Le deuxième schéma, intitulé « Choix pédagogiques pour faire apprendre en classe en tirant avantage des technologies et ressources numériques », illustre l'agentivité des enseignants qui, partant de leur contexte de travail à proximité de l'élève (plan micro), exercent leur jugement professionnel pour décider du type d'usage des technologies et ressources numériques qu'ils feront pour amener les élèves à réaliser les apprentissages visés.

Aussi les apprentissages se retrouvent-ils au centre du schéma; c'est ce qui est dans la mire. À noter que les choix pédagogiques de l'enseignant au regard des apprentissages à faire réaliser dépendent, entre autres, des ressources numériques disponibles, de sa capacité d'usage des technologies et de celle des élèves ainsi que de la nature des examens (évaluation des apprentissages) auxquels les élèves seront soumis, en cours d'année ou à la fin d'année – les trois anneaux en bleu-vert dégradé.

Le contour de l'anneau externe (blanc) représente l'infrastructure technologique; elle est maintenant un élément de base attendu de l'infrastructure scolaire. Son accessibilité, sa rapidité et sa stabilité sont de nature à rassurer les enseignants. En d'autres mots, l'infrastructure doit être « sans problèmes », précise le plan d'action 2013-2017 des Néerlandais³⁴. Toutefois, les enseignants doivent savoir que le réseau peut être congestionné si tous les élèves effectuent en même temps la même opération – une pratique courante en classe – ce qui fait perdre du temps précieux à la classe.

³⁴ Les technologies numériques sont intégrées à l'infrastructure technologique (le blanc de l'anneau) et supportent l'activité de l'enseignant, de l'élève, de la classe en tant que communauté d'apprentissage. Toutefois, il n'est pas question comme tel ici.



Choix pédagogiques pour faire apprendre en classe
en tirant avantage des technologies et ressources numériques

La base de l'axe vertical du schéma correspond à la centration des élèves sur l'activité de l'enseignant et, vers le haut, à la centration de l'attention de l'enseignant sur l'activité de l'élève et, plus encore, sur celle de la classe, communauté d'apprentissage. L'axe horizontal correspond aux ressources numériques, celles en provenance de l'extérieur de la classe (à gauche) et celles créées par l'activité de l'enseignant ou de l'élève, incluant celles coconstruites avec d'autres.

La zone inférieure gauche représente l'activité de l'enseignant exécutée à l'aide de contenus préorganisés par des tiers (maisons d'édition de manuels scolaires ou de production de logiciels, experts ou collègues). L'enseignant utilise ces ressources numériques pour faire acquérir des connaissances aux élèves, avec le support d'un projecteur électronique ou d'un

TNI, lors d'un exposé, voire lors de discussions avec la classe s'il favorise une participation qui va au-delà du patron habituel consistant à en questionner quelques-uns (Beauchamp et Kennewell, 2010). L'enseignant qui fait usage d'exerciceurs ou, par exemple, de NetMaths ou d'autres logiciels, libres ou payants (incluant les jeux sérieux³⁵) pour individualiser son enseignement installe un ou deux élèves qui, compte tenu de leurs besoins particuliers, ont intérêt à travailler à l'ordinateur (Blok, Oostdam, Otter et Overmaat, 2002; Cavanaugh, 2001).

La zone d'activité supérieure gauche représente l'usage de textes, de vidéos ou d'autres ressources accessibles sur Internet, à accès libre – voir les différents répertoires construits par les RÉCITS, les Ressources éducatives libres de l'UNESCO ou autres. Les élèves apprennent par projet, court ou long, individuellement ou en petit groupe. Souvent, le projet est planifié par l'enseignant qui laisse place à l'agentivité des élèves en leur donnant des choix à effectuer en cours de démarche. Les démarches des élèves sont guidées par l'enseignant. Celui-ci peut être assisté par des logiciels présentant des jeux (Meluso et al., 2013), des scripts (Rummel, Mullin et Spada, 2012) ou des échafaudages³⁶ pour l'apprentissage autonome ou en collaboration (Niu et van Aalst, 2009; Zertuche, Gerald et Linn, 2012).

Quand l'activité de la classe se situe dans la partie supérieure droite, elle porte sur l'investigation d'une question complexe, soit une question pour laquelle plusieurs perspectives peuvent être développées. L'agentivité des élèves est fortement sollicitée. D'abord, ils ont à négocier, entre eux et avec l'enseignant, leur compréhension de la question, puis à investiguer le problème posé en recherchant de l'information dans des livres comme sur Internet, ou encore en collectant des données locales et en les analysant. Ils approfondissent ainsi leur compréhension du problème (Bruer, 1993; Brown, 1997). Ils sont ensuite appelés à mobiliser leurs nouvelles connaissances pour expliquer à d'autres la question ou le problème sur lequel ils se sont penchés ou qu'ils auront cherché à solutionner (Bielaczyc et Collins, 1999). Ensemble, ils produisent un contenu qui fait état de ce qu'ils ont compris (Campione, Metz et Palincsar, 2007). Pour faciliter leur démarche d'investigation et un discours progressif, un forum en conserve les traces et facilite, par ses différentes fonctionnalités, leur coélaboration de connaissances (Scardamalia et Bereiter, 1994, 2007).

Dans la zone inférieure droite, l'activité est celle de l'enseignant qui, en collaboration avec des collègues, développe des scénarios pédagogiques et des ressources numériques. Les technologies numériques viennent en support, cette fois, à la collaboration entre enseignants, voire avec une maison d'édition de livres ou de production de logiciels. L'enseignant qui s'engage dans le « codesign » (Voogt et al, 2011) manifeste de l'intérêt à préparer avec d'autres des planifications pédagogiques et à cocréer des ressources numériques. Celles-ci serviront à l'apprentissage des élèves, que ce soit lors des exposés de l'enseignant ou d'activités réalisées à l'ordinateur par l'élève (contenus préorganisés). Cependant, encore faut-il que l'enseignant puisse consacrer quelques heures de sa tâche régulière à cette fin.

Ainsi, comme l'illustre le schéma 2, l'enseignant qui peut compter sur une infrastructure technologique fiable voit sa capacité d'usage interpellée pour amener les élèves à réaliser des

³⁵ Voir la partie conceptuelle de l'article de Heutte, Galaup, Lelardeux, Lagarrigue et Fenouillet, 2014.

³⁶ Les échafaudages sont des éléments incitatifs de nature métacognitive qui guident la construction de la connaissance.

apprentissages susceptibles d'être plus motivants et engageants et, surtout, des apprentissages qui n'auraient pas été possibles autrement³⁷. C'est pourquoi nous consacrons la dernière section de cette recension des écrits à la formation (initiale et continue) des enseignantes et des enseignants.

Formation des enseignantes et des enseignants au cœur du renforcement de capacité

Il est devenu clair, au parcours de cette recension des écrits, que les technologies et ressources numériques requièrent, pour la gamme des usages auxquels elles peuvent servir, de la formation professionnelle. Ces usages et la formation qu'ils exigent sont l'objet de travaux d'envergure internationale coordonnés par les chercheurs suivants : Voogt et Knezek (2008), éditeurs du handbook en deux volumes sur les technologies de l'information à l'éducation primaire et secondaire; Spector, Merrill, Elen et Bishop (2014), éditeurs du handbook sur les technologies et la communication en éducation; Fishman et Dede (sous presse), auteurs du chapitre sur l'enseignement et la technologie dans le prochain handbook sur la recherche sur l'enseignement. À cela s'ajoutent les travaux réalisés par l'ISTE (International Society for Technology in Education³⁸; Strawn, 2011), ceux de SITE Society for Information Technology and Teacher Education³⁹, ceux du EDUsummit⁴⁰ (2013).

L'UNESCO (2011), dans son référentiel de compétences pour les enseignants à l'ère du numérique, n'en retient que trois, mais non les moindres : 1) l'alphabétisation technologique, soit celle des enseignants eux-mêmes et leur compétence à familiariser les élèves avec les technologies et les ressources numériques; 2) l'approfondissement des connaissances, soit la compétence des enseignants à faire apprendre en profondeur et 3) la création de connaissances, soit la compétence des enseignants à amener les élèves au-delà de l'acquisition et de la récitation en les exerçant à prendre le rôle de jeunes producteurs de contenu (p. ex., la production d'une vidéo) ou de petits chercheurs par le travail créatif avec les idées (voir annexe 2).

Même si certains usages exigent une alphabétisation technologique, ils demeurent à proximité des pratiques courantes (p. ex., usage du TNI par l'enseignant ou l'élève; usage d'un progiciel par l'élève, recherche d'information sur le Web pour un projet, exercices de simulation). Les deux premiers niveaux du modèle SAMR de Puentedura (2009)⁴¹ en rendent compte : au premier niveau, la technologie ou la ressource numérique est utilisée pour faire la même chose qu'avant; au deuxième niveau, la technologie numérique devient un outil efficace pour effectuer une tâche courante. Au troisième niveau, l'activité de la classe commence à se

³⁷ Se pose ici la question de l'adoption des outils numériques par les acteurs de l'éducation formelle. À l'annexe 2, nous reproduisons la courbe de l'adoption de l'innovation de Rogers (2005).

³⁸ Voir <http://www.iste.org/standards>

³⁹ Voir <http://site.aace.org/about.html>

⁴⁰ Voir <http://www.edusummit.nl>

⁴¹ Les quatre niveaux du modèle SAMR sont les suivants : 1) substitution, 2) augmentation, 3) modification, 4) redéfinition. Voir le site de l'auteur à l'adresse web <http://www.hippasus.com>

transformer et, au quatrième niveau, l'usage de technologies et de ressources numériques permet de réaliser ce qu'il aurait été auparavant inconcevable de faire en classe. Le modèle TPACK lui aussi part des pratiques courantes, mais met l'accent sur l'interdépendance des connaissances en matière de technologie, de pédagogie et de contenu (Mishra et Koehler, 2006)⁴². Les usages à plus grande distance des pratiques et routines courantes requièrent des apprentissages sur le plan pédagogique quand il s'agit, par exemple, d'initier les élèves à utiliser des technologies et ressources numériques pour l'investigation de problèmes complexes en collaboration (OCDE, 2013), la conception de modèles (NRC, 2012), le développement de leur pensée computationnelle (Grover et Pea, 2013; ISTE et CSTA, 2011) et le travail créatif avec les idées (Scardamalia, Bransford, Kozma et Quellmalz, 2012).

Pour évaluer si une formation a eu une incidence sur la pratique des enseignants, le modèle de Hall et Hord (1987, 2001) propose de porter attention aux possibles différences sur le plan des apprentissages des élèves. Tyack et Cuban (1995) ainsi que Mayer (2010) soulignent qu'il faut miser sur l'installation de nouvelles routines visant à maintenir l'apprentissage au centre de l'activité de la classe, et non sur les technologies, pour transformer les cultures organisationnelles en place (voir aussi Engeström, Engeström et Suntion, 2002; Kozma, 2003; Rabardel et Bourmaud, 2003).

Le changement, planifié et émergent, se produit, selon van der Voet, Groeneveld et Kuipers (2014), par une réinterprétation prudente, un recadrage des engagements organisationnels plutôt que par le remplacement des valeurs de l'organisation par de nouvelles valeurs. Il faut comprendre ici que c'est en fournissant aux enseignants des occasions d'être en mouvement, de se réfléchir sur leur action, que le mouvement de transformation pourra se produire. En ce sens, une nouvelle posture est requise, celle de s'investir dans la nouvelle pratique pédagogique à mettre en place à l'ère du numérique. Geels (2004) rappelle la relation dynamique entre les acteurs et les structures (p. ex., la coévolution entre les acteurs et la technologie). ISTE (2009) suggère quatorze conditions essentielles⁴³. Les systèmes d'éducation sont complexes. L'écosystème s'applique (Law, Pelgrum et Plomp, 2008), mais les actions clés restent les mêmes : évaluation et données éclairantes (état de situation au départ et d'itération en itération); capacité d'induire le changement organisationnel par la voie, entre autres, de l'usage de la technologie disponible⁴⁴; renforcement de la capacité du système en voie de transformation (Law, Kampylis et Punie, 2013; Law, Dede, Laferrière, Breuleux et Penuel, 2015).

Le Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH) lançait en 2011 une initiative afin de définir, pour le Canada, les domaines des défis de demain qui, dans un contexte mondial en évolution, sont susceptibles d'émerger dans 5, 10 ou 20 ans et auxquels la communauté des

⁴² Le modèle TPACK (T pour technologie et PCK pour « pedagogical content knowledge/les connaissances des contenus pédagogiques » soit le concept de Shulman, 1987) bâtit sur le concept original et attire l'attention, partant d'un diagramme de Venn, sur les interfaces entre technologie et pédagogie, pédagogie et contenu, technologie et contenu. Voir le site <http://www.matt-koehler.com/tpack/tpack-explained/>

⁴³ La traduction de ces conditions est accessible à http://www.tact.fse.ulaval.ca/conditions_ISTE_2009.pdf. La sixième est la condition « Personnel qualifié » et la septième, « La formation professionnelle continue ».

⁴⁴ Par exemple, la capacité de soutenir l'organisation du travail par la technologie, incluant la classe, et l'introduction, entre autres, de modules et de cours en ligne et la confrontation des enjeux de l'organisation des services.

chercheurs en sciences humaines pourrait contribuer par ses connaissances, son talent et son expertise. Six domaines de défis⁴⁵ en sont ressortis. La première grande question de recherche qui en ressort se formule ainsi : Quelles sont les nouvelles méthodes d'apprentissage dont les Canadiens auront besoin, en particulier dans l'enseignement supérieur, pour réussir dans la société et sur le marché du travail de demain? À l'invitation du CRSH, Laferrière (2014) soumettait à son conseil d'administration une revue de littérature dans laquelle trois façons d'apprendre émergentes étaient mises en évidence : 1) l'apprenant a le choix du contexte de son apprentissage, car il peut avoir accès à un cours sur le campus ou en ligne et le suivre de son lieu de travail ou de la maison ; 2) l'apprenant a le choix du contenu, car un nombre grandissant de ressources éducatives libres sont offerts dont les cours en ligne ouverts et massifs (MOOC/CLOM); l'apprenant a le choix de sa communauté d'apprentissage en réseau (CoPeR), car celles-ci, qu'elles soient d'abord basées sur un campus ou entièrement délocalisées, se multiplient sur la toile sous la forme de communautés de pratique, de recherche ou de création de connaissances.

Concernant les environnements d'apprentissage novateurs, le Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement (CERI), basé à l'OCDE, fait un travail remarquable⁴⁶. L'une des actions de l'OCDE, en collaboration avec l'Association Internationale d'Évaluation et les pays partenaires, est l'administration du test PISA. Le Conseil des ministres de l'Éducation du Canada (CMEC), auquel le Québec participe activement, accorde de l'importance aux résultats du test PISA. Le fait qu'en 2015, le PISA mesurera les acquis des jeunes de 15 ans en sciences et en résolution de problèmes en collaboration, jouera-t-il le rôle de phare pour ceux et celles qui naviguent dans les eaux du numérique avec l'embarcation et l'équipage de leur choix?

La décision du MELS d'équiper les classes de TNI trouve une justification dans la recherche, qui suggère, entre autres, que les élèves sont motivés par cet outil – comme ils ont d'ailleurs tendance à l'être lorsque quelque chose de neuf arrive en classe. À l'ère du numérique, l'apport des technologies et des ressources numériques en matière de motivation des élèves n'est pas à négliger. C'est d'ailleurs souvent ce qui incite les enseignantes et les enseignants, incluant les enseignants débutants, à en faire usage. Toutefois, comme l'ont montré Ross et al. (2011), de nouvelles pratiques ne conduisent pas nécessairement à des différences souhaitées en matière d'apprentissage. Les deux avenues où les différences sont davantage observables (voir la section sur les tendances) sont l'individualisation/personnalisation de l'apprentissage⁴⁷ et l'apprentissage en collaboration.^{48,49}

⁴⁵ Voir http://www.sshrc-crsh.gc.ca/society-societe/community-communite/Imagining_Canadas_Future-Imaginer_l_avenir_du_Canada-fra.aspx

⁴⁶ Voir, par exemple, les documents publiés aux adresses web suivantes :
<http://www.oecd.org/edu/ceri/innovativelearningenvironmentspublication.htm>
<http://www.oecd.org/edu/ceri/CAN.BC.001.pdf>
<http://www.oecd.org/edu/ceri/50301622.pdf>
<http://www.oecd.org/edu/ceri/universecases.htm>

⁴⁷ Rappelons que l'élève apprend habituellement seul, en interaction avec l'ordinateur à sa disposition. Il avance à son propre rythme.

⁴⁸ Plusieurs des plateformes de collaboration ont vu le jour au Canada (p. ex., FirstClass, Web-CT) et ont ensuite été vendues et exploitées ailleurs ou, encore, ont servi de modèles (p. ex., CSILE/Knowledge Forum, Scardamalia & Bereiter, 1994; Virtual U, Harasim, Calvert et Groeneboer, 1997) pour le développement de plateformes locales, que ce soit à Hong Kong, en Finlande, à Singapour ou aux États-Unis.

Ertmer et Ottenbreit-Leftwich (2010) suggèrent que l'état d'esprit des enseignants doit se transformer de manière à saisir que l'enseignement ne peut être efficace aujourd'hui sans l'utilisation appropriée de technologies et ressources numériques pour faciliter l'apprentissage des élèves. Concernant l'utilisation des technologies et ressources didactiques par les futurs enseignants, Sang, Valcke, van Braak et Tondeur (2009) repèrent les variables prédictives suivantes : croyances pédagogiques de nature constructiviste, sentiment d'autoefficacité en enseignement, sentiment d'efficacité dans l'utilisation de l'ordinateur et croyances relatives aux effets de l'ordinateur en éducation. Dans le cas des enseignants en exercice, Becker et Riel (2000) avaient aussi associé l'approche constructiviste à leur usage d'Internet. De plus, leur étude avait mis en évidence le caractère privé de la pratique enseignante. Lieberman et Pointer Mace (2010) font voir qu'enseigner au 21^e siècle est une pratique en voie de devenir publique.

Souscrivant à cette logique, nous suggérons qu'il importe de moderniser la réflexion et la pratique en matière de formation initiale et continue des enseignants, à défaut de quoi il en coûtera beaucoup plus cher pour motiver les élèves à venir à l'école sans pour autant être certain de l'effet des investissements sur leur réussite scolaire et éducative.

Avec la diversité grandissante des élèves et de leurs besoins respectifs, l'enseignant a besoin d'aide dans sa classe. Quand son lieu de travail est une classe en réseau, ses élèves peuvent avoir accès à diverses ressources en provenance de l'extérieur, qu'il s'agisse de ressources éducatives libres ou achetées, d'intervenants spécialisés, ou encore d'experts de la communauté ou d'ailleurs. Des activités interactives, des environnements numériques d'apprentissage, incluant des modules et des cours en ligne, deviendront graduellement à sa disposition. Il lui faudra les choisir de manière appropriée et leur donner du sens pour que les élèves s'y intéressent de manière soutenue et en bénéficient⁵⁰. Il lui faudra aussi, entre autres, coordonner l'activité différenciée des élèves et faire preuve d'une qualité de dialogue en classe, que ce soit avec un élève, un petit groupe d'élèves ou toute la classe.

Dans leur propre formation, les enseignants sont de plus en plus exposés à des cours en ligne, ce qui a le mérite de leur en montrer la pertinence tout en leur faisant acquérir des contenus (Lebrun, 2011; Sauvé, 2014). Moderniser la réflexion et la pratique de formation signifie aussi « agir ensemble », tant du côté des élèves que des enseignants. Les réseaux d'enseignants ont fait leurs preuves en matière de renouveau pédagogique (Lieberman et Grolnick, 1996). Les communautés d'apprentissage professionnelles (CAP) sont en développement dans les écoles (Leclerc et Labelle, 2013), mais l'usage des technologies et ressources numériques n'est sur leur radar que de manière exceptionnelle. Elles se distinguent des communautés de pratique (COP) par leur centration sur des données qui informent la prise de décision des enseignants et des établissements scolaires qui choisissent d'agir dans un sens donné. Les COP sont, quant à elles, en pleine expansion grâce aux espaces numériques qu'elles peuvent maintenant occuper à des fins d'amélioration d'une pratique dans laquelle les participants sont engagés (US Department of Education Office of Educational Technology, 2011). L'enseignement est une pratique située, qui se construit collectivement. Il importe de le reconnaître dans la formation continue.

⁴⁹ Voir aussi la revue documentaire de Thibert (2012).

⁵⁰ Voir <http://www.edu.gov.on.ca/fre/teachers/studentsuccess/monographie8.pdf>

Bref, les technologies et les ressources numériques sont d'un apport précieux lorsqu'elles sont bien utilisées. Des besoins de formation se font sentir. Ce dernier élément fait partie des stratégies des pays en matière de renforcement de capacité pour tirer avantage des possibilités qu'offre le numérique (Breuleux, Laferrière et Lamon, 2002). Il importe de pouvoir compter sur un mouvement d'appui (plans micro et méso) et d'appel (plan macro) afin que les différents acteurs du système éducatif puissent agir. Au Québec, ce qui se passe en formation (initiale et continue) des enseignants n'est ni mieux ni pire qu'ailleurs, mais il nous faut continuer d'avancer.

RÉFÉRENCES

- Abiteboul, S., Manolescu, I., Rigaux, P., Rousset, M., & Senellart, P. (2011). *Web data management*. London, UK: Cambridge University Press.
- Alberta Government (2012). *Bring Your Own Device: A Guide for Schools*. Récupéré de <https://education.alberta.ca/media/6749210/byod%20guide%20revised%202012-09-05.pdf>
- Allaire, S., & Laferrière, T. (2013). Synthèse d'idées et de travaux à propos de la coélaboration/création de connaissances et du Knowledge Forum. Adjectif. Récupéré de <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article234&lang=fr>
- Allaire, S., & Lusignan, G. (2011). Enseigner et apprendre en réseau : collaborer entre écoles distantes à l'aide des TIC. Anjou, Montréal: Éditions CEC.
- Allaire, S., Thériault, P., & Lalancette, É. (2010). L'utilisation du blogue en milieux scolaires primaire et secondaire: des initiatives prometteuses à étayer au plan de la recherche. Recension des écrits (2004-2010), Université du Québec à Chicoutimi. Récupéré de <http://affordance.uqac.ca/publications/RapportBlogues2010-Final.pdf>
- Anderson, J. L., & Barnett, M. (2013). Learning Physics with Digital Game Simulations in Middle School Science. *Journal of Science Education and Technology*, 20(4), 347-362. doi :10.1007/s10956-013-9438-8
- Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21S). Voir <http://web.archive.org/web/20140712045146/http://atc21s.org/index.php/resources/>
- Avvisati, F., Sara Hennessy, ~~San Kriza, P. B. & Kervin, L.~~ (2013). *Review of the Italian Strategy for Digital Schools*. Paris: OCDE. Récupéré de <http://www.oecd.org/edu/ceri/Innovation%20Strategy%20Working%20Paper%2090.pdf>
- Bangert-Drowns, R. L. (1993). The word processor as an instructional tool: A meta- analysis of word processing in writing instruction. *Review of Educational Research*, 63, 69-93. doi:10.3102/00346543063001069
- Barab, S. A., Gresalfi, M., & Ingram-Goble, A. (2010). Transformational play using games to position person, content, and context. *Educational Researcher*, 39(7), 525-536. doi:10.3102/0013189X10386593
- Barab, S. A., & Plucker, J. A. (2002). Smart people or smart contexts? Cognition, ability, and talent development in an age of situated approaches to knowing and learning. *Educational Psychologist*, 37, 165-182.
- Barbour, M. K., & Reeves, T. C. (2009). The reality of virtual schools: A review of the literature. *Computers & Education*, 52(2), 402-416. doi:10.1016/j.compedu.2008.09.009
- Bayraktar, S. (2000). A meta-analysis on the effectiveness of computer-assisted instruction in science education (Thèse de doctorat, Ohio University, États-Unis). Récupéré de ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 9980398)
- Beauchamp, G., & Kennewell, S. (2010). Interactivity in the classroom and its impact on learning, *Computers & Education*, 54(3), 759-766.
- Becker, H., & Riel, M. (2000). Teacher professional engagement and constructivist-compatible computer use. Report #7 Teaching, Learning and Computing: 1998: National Survey. Récupéré de http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/report_7/startpage.html
- Bennett, S., Maton, K., & Kervin, L. (2008). The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), 775-786.
- Bereiter, C. (2002). *Education and mind in the knowledge age*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Chapitre 1 accessible à <http://ikit.org/fulltext/edmind/chapter1.pdf>
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2014). Knowledge building and knowledge creation : Two hills to climb. In C. T., H. J. So, & J. Yeo, J. (dir.). *Knowledge creation in Education* (pp. 35-52). New York: Springer.

- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1987). *The psychology of written composition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., Borokhovski, E., Wade, A. C., Tamim, R. M., Surkes, M. A., & Bethel, E. C. (2009). A meta-analysis of three types of interaction treatments in distance education. *Review of Educational Research*, 79, 1243–1289. doi:10.3102/0034654309333844
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A., Wozney, L., Walseth, P. A., Fiset, M., & Huang, B. (2004). How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature. *Review of Educational Research*, 74(3), 379–439. doi:10.3102/00346543074003379
- Bielaczyc, K. (2006). Designing social infrastructure: Critical issues in creating learning environments with technology. *Journal of the Learning Sciences*, 15(3), 301–329.
- Bielaczyc, K. & Collins, A. (1999) Learning communities in classrooms: A reconceptualization of educational practice. Dans C. M. Reigeluth (dir.): *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (pp. 269-292). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Blok, H., Oostdam, R., Otter, M. E., & Overmaat, M. (2002). Computer-assisted instruction in support of beginning reading instruction: A review. *Review of Educational Research*, 72, 101–130. doi:10.3102/00346543072001101
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Édition augmentée). Washington: National Academy Press. Récupéré de <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309070368>
- Breuleux, A. (2014). *Retour inédit sur 20 années de recherche et d'intervention sur l'intégration des technologies et ressources numériques en éducation* (Québec, 29 octobre).
- Breuleux, A., Laferrière, T., & Lamon, M. (2002). Le renforcement des capacités dans l'utilisation efficace des TIC à l'intérieur et entre les pays. Étude présentée sur concours au Colloque du Programme pancanadien de recherche en éducation 2001 (PPRE). La technologie de l'information et l'apprentissage. Récupéré de http://www.researchgate.net/publication/36379534_Le_renforcement_des_capacits_dans_l%27utilisation_efficace_des_TIC_l%27intrieur_et_entre_les_pays1
- British Columbia Ministry of Education (2011, mise à jour 14 février 2013). *BC's Education Plan: Learning Empowered by Technology*. Récupéré de <http://www.bcedplan.ca/actions/technology.php>
- Brown, A. L. (1997). Transforming schools into communities of thinking and learning about serious matters. *American Psychologist*, 52(4), 399–413.
- Brown, A. L., & Campione, J. (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems. Dans L. Schauble & R. Glaser (dir.), *Innovations in learning: New environments for education* (pp. 289–325). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bruce, D., Di Cesare, D. M., Kaczorowski, T., Hashey, A., Boyd, E. H., Mixon, T., & Sullivan, M. (2013). Multimodal Composing in Special Education: A Review of the Literature. *Journal of Special Education Technology*, 28(2), 25–42.
- Bruer, J. (1993). *Schools for thought: A science of learning in the classroom*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bryant, L. H., & Chittum, J. R. (2013). ePortfolio Effectiveness: A(n Ill-Fated) Search for Empirical Support. *International Journal of ePortfolio*, 3(2), 189–198.
- Burnes, B. (2004). Emergent change and planned change – competitors or allies? The case of XYZ construction. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(9), 886–902.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. Dans N. L. Gage (dir.), *Handbook of research on teaching* (pp. 171–246). Chicago: Rand McNally.
- Campione, J. C., Metz, K. E., & Palincsar, A. S. (dir.) (2007), *Children's learning in the laboratory and in the classroom: Essays in honor of Ann Brown* (pp. 197–212). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cavanaugh, C. S. (2001). The effectiveness of interactive distance education technologies in K-12 learning: A meta-analysis. *International Journal of Educational Telecommunications*, 7(1), 73–88.

- Chan, C. K. K. (2011). Bridging research and practice: Implementing and sustaining knowledge building in Hong Kong classrooms. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 6(2), 147–186.
- Chandra, V., & Watters, J. J. (2012). Re-thinking physics teaching with web-based learning. *Computers & Education*, 58(1), 631–640. doi:10.1016/j.compedu.2011.09.010
- Chang, H.-Y., Quintana, C., & Krajcik, J. S. (2010). The Impact of Designing and Evaluating Molecular Animations on How Well Middle School Students Understand the Particulate Nature of Matter. *Science Education*, 94(1), 73–94.
- Chen, C.-H., & She, H.-C. (2012). The Impact of Recurrent On-line Synchronous Scientific Argumentation on Students' Argumentation and Conceptual Change. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(1), 197–210.
- Cheung, A. & Slavin, R. E. (2012). How features of educational technology programs affect student reading outcomes: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 7(3), 198–215. doi:10.1016/j.bbr.2011.03.031.
- Cheung, A., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 9, 88–113. doi:10.1016/j.edurev.2013.01.001
- Christmann, E. P., & Badgett, J. L. (2003). A meta-analytic comparison of the effects of computer-assisted instruction on elementary students' academic achievement. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 90-104.
- Ciampa, K. (2012). Reading in the Digital Age: Using Electronic Books as a Teaching Tool for Beginning Readers. *Canadian Journal of Learning & Technology*, 38(2), 1–26.
- Ciampa, K. (2013). Learning in a mobile age: An investigation of student motivation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(1), 82–96.
- Clark, R. E. (1994). Media will Never Influence Learning. *Educational Technology Research and Development*, 42(2), 21–29.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavior sciences* (2e éd.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155–159.
- Collins, A., & Halverson, R. (2009). *Rethinking education in the age of technology: The digital revolution and schooling in America*. New York: Teachers College Press.
- Conseil Supérieur de l'Éducation du Québec. (2000). *Education et nouvelles technologies : Pour une intégration réussie dans l'enseignement et l'apprentissage. Rapport annuel 1999-2000 sur l'état et les besoins de l'éducation*. Québec : [Auteur]. Récupéré de <http://www.cse.gouv.qc.ca/fichiers/documents/publications/RapportsAnnuel/rapann00.pdf>
- Cox, M. (2013). Informatique et apprentissage des sciences : tendances, dilemmes et conséquences pour l'avenir. *Recherches en didactique des sciences et des technologies (RDST)*, 6, 23–52.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and Underused: Computers in the Classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Darling-Hammond, L., Barron, B., Pearson, P. D., Schoenfeld, A. H., Stage, E. K., Zimmerman, T. D., Tilson, J. L. (2008). *Powerful learning: What we know about teaching for understanding*. San Francisco: Jossey-Bass.
- EDUsummit. (2009, 2011, 2013). Voir <http://www.edusummit.nl>
- Eickelmann, B. (2011). Supportive and hindering factors to a sustainable implementation of ICT in schools. *Journal for Educational Research Online/Journal für Bildungsforschung Online*, 3, 75–103.
- Engeström, Y., Engeström, R. and Suntion, A. (2002). Can a school community learn to master its own future? An activity-theoretical study of expansive learning among middle school teachers. Dans G. Wells & G. Claxton (dir.) *Learning for life in the 21st century*. Oxford: Blackwell.

- Ertem, I. S. (2010). The effect of electronic storybooks on struggling fourthgraders's reading comprehension. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(4), 149–155.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs, and Culture Intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284.
- Evertson, C. M., & Randolph, C. H. (1999). Perspectives on classroom management in learning-centered classrooms. Dans H. Waxman & H. Walberg (dir.), *New directions for teaching practice and research* (pp. 249–268). Berkeley, CA: McCutchan.
- Fishman, B. & Dede, C. (sous presse). Teaching and technology: New Tools for New Times. Dans D. Gitomer & C. Bell (dir.), *Handbook of Research on Teaching* (5e éd.). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Frohberg, D., Goth, C., & Schwabe, G. (2009). Mobile learning projects – a critical analysis of the state of the art. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25, 307–311.
- Gartner. (2013, 24 juin). Gartner Says Worldwide PC, Tablet and Mobile Phone Shipments to Grow 5.9 Percent in 2013 as Anytime-Anywhere-Computing Drives Buyer Behavior [billet]. Récupéré de : <http://www.gartner.com/newsroom/id/2525515>
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33(6–7), 897–920. Récupéré de <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Gerard, L. F., Varma, K., Corliss, S. B., & Linn, M. C. (2011). Professional Development for Technology-Enhanced Inquiry Science. *Review of Educational Research*, 81(3), 408–448.
- Gibson, S., & Oberg, D. (2004). Visions and realities of Internet use in schools: Canadian perspectives. *British Journal of Educational Technology*, 35(5), 569–585.
- Goldberg, A., Russell, M., & Cook, A. (2003). The effect of computers on student writing: A meta-analysis of studies from 1992–2002. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 2(1), 3–51.
- Gouvernement du Québec, ministère de la Culture et des communications, Secrétariat de l'autoroute de l'information. (1997). Pour une école branchée : Intégration des nouvelles technologies de l'information et des communications dans les écoles. Récupéré de <http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/sites/planific.html>
- Grégoire, R. inc., Bracewell, R., & Laferrière, T. (1996). L'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication à l'apprentissage des élèves du primaire et du secondaire. *Revue documentaire*. Récupéré de <http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/apport/apport96.html>
- Grgurović, M., Chapelle, C. A., & Shelley, M. C. (2013). A meta-analysis of effectiveness studies on computer technology-supported language learning. *ReCALL*. 25(2), 165–198. doi:10.1017/S0958344013000013
- Griffin, P., McGaw, B. & Care, E. (2012). *Assessment and teaching of 21st century skills*. Dordrecht: Springer.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.
- Gunn, T. M., Grigg, L. M., & Pomahac, G. A. (2008). Critical Thinking in Science Education: Can Bioethical Issues and Questioning Strategies Increase Scientific Understandings? *The Journal of Educational Thought*, 42(2), 165–183.
- Gunn, T. M., & Hollingsworth, M. (2013). The implementation and assessment of a shared 21st century learning vision: A district-based approach. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(3), 201–228.
- Gupta, A., & Fisher, D. (2012). Technology-supported learning environments in science classrooms in India. *Learning Environments Research*, 15(2), 195–216. doi:10.1007/s10984-012-9103-9
- Hall, G. E., & Hord, S. M. (1987). *Change in schools: Facilitating the process*. Albany, NY: State University of New York Press.

- Hall, G. E., & Hord, S. M. (2001). *Implementing change: Patterns, principles, and potholes*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Harasim, L., Calvert, T., & Groeneboer, C. (1997). *Virtual-U: A Web-based System to Support Collaborative Learning*. Dans B. H. Khan (dir.), *Web-Based Instruction* (pp. 149-158), Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London, UK: Routledge.
- Hennessy, S. (2011). The role of digital artefacts on the interactive whiteboard in supporting classroom dialogue. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(6), 463–489. doi:10.1111/j.1365-2729.2011.00416.x
- Heutte, J., Galaup, M., Lelardeux, C., Lagarrigue, P., & Fenouillet, F. (2014). Étude des déterminants psychologiques de la persistance dans l'usage d'un jeu sérieux : évaluation de l'environnement optimal d'apprentissage avec Mecagenius®. *STICEF*, 21. Récupéré de http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2014/08-heutte-evajs/sticef_2014_NS_heutte_08p.pdf
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2013). Use of web 2.0 technologies in K-12 and higher education: The search for evidence-based practice. *Educational Research Review*, 9, 47–64.
- Higgins, S., Beauchamp, G., & Miller, D. (2007). Reviewing the literature on interactive whiteboards. *Learning, Media and Technology*, 32(3), 213–225.
- Hmelo-Silver, C. E., Chinn, C. A., Chan, C., & O'Donnell, A. M. (2013). *The international handbook of collaborative learning*. New York, NY: Routledge.
- Howland, J. L., Jonassen, D., & Marra, R. M. (2012). *Meaningful learning with technology* (4e éd.). Boston, MA: Pearson.
- Huberman, M., Bitter, C., Anthony, J., & O'Day, J. (2014). *The shape of deeper learning: strategies, structures, and cultures in deeper learning network high schools*. Report #1 Findings from the Study of Deeper Learning: Opportunities and Outcomes. Washington, DC: American Institutes for Research.
- Huot, D., Parks, S., Lemonnier, F. H., & Hamers, J. (2009). *Les technologies de l'information et de la communication (TIC) à l'école secondaire*. Québec: PUL.
- Hur, J. W., & Oh, J. (2012). Learning, Engagement, and Technology: Middle School Students' Three-Year Experience in Pervasive Technology Environments in South Korea. *Journal of Educational Computing Research*, 46(2), 295–312.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado Kloos, C. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1–13. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.004
- ICCE (2013). *The 21st International Conference on Computers in Education, Bali 2013. Proceedings*. Récupéré de <http://icce2013bali.org/proceedings/>
- Inchauspé, P. (2007). *Pour l'École. Lettres à un enseignant sur la réforme des programmes*. Montréal: Éditions Liber. Récupéré de <http://www.collegeahuntsic.qc.ca/sites/default/files/public/documents/archives-paul-inchauspe/167-enseignant-et-reforme-des-programmes-paul-inchauspe.pdf>
- Inchauspé, P. (2011). *Préface de L'École éloignée en réseau (ÉÉR), un modèle, Rapport-synthèse de Thérèse Laferrière et Christine Hamel, Université Laval, Stéphane Allaire, UQAC, Sandrine Turcotte, UQO, Alain Breuleux, McGill, Josée Beaudoin et Julia Gaudreault-Perron, CEFRIO*. Récupéré de <http://www.collegeahuntsic.qc.ca/sites/default/files/public/documents/archives-paul-inchauspe/220-preface-rapport-synthese-eer-paul-inchauspe.pdf>
- Inchauspé, P. (2014). Voir site d'archives lancé en juin 2014, qui inclut nombre de documents en amont en en aval de la réforme, <http://collegeahuntsic.qc.ca/college/publications/archives-de-paul-inchauspe/bibliographie-de-paul-inchauspe>

- Institut français de l'éducation/ENS de Lyon. (2013). JEN.lab - Apprentissage avec les Jeux Épistémiques Numériques. Récupéré du site de EduTice : <http://eductice.ens-lyon.fr/EducTice/recherche/jeux/jen-lab/resume-jenlab>
- Institute of Education Sciences. (2013). High School Mathematics intervention report: Carnegie Learning Curricula and Cognitive Tutor®. U.S. Department of Education : What Works Clearinghouse. Récupéré de <http://whatworks.ed.gov>
- International Society for Technology in Education (ISTE). (2009). Essential Conditions: Necessary conditions to effectively leverage technology for learning. Récupéré de <http://www.iste.org/docs/pdfs/netsessentialconditions.pdf?sfvrsn=2>
- International Society for Technology in Education (ISTE), & Computer Science Teachers Association (CSTA). (2011). Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education. Récupéré de <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>
- Ito, M., Guitierrez, K., Livingstone, S., Penuel, B., Rhodes, J., Salen, K., Schor, J., Sefton-Green, J., Watkins, S. (2013). Connected learning: An agenda for research and design. Irvine, CA: Digital Media and Learning Hub. Récupéré de http://dmlhub.net/sites/default/files/ConnectedLearning_report.pdf
- ITU. (2013, 3 juin). PC sales to fall 7.8%, laptops to pass notebooks this year (World) [billet]. Récupéré de <http://www.itu.int/ITU-D/ict/newslog/PC+Sales+To+Fall+78+Laptops+To+Pass+Notebooks+This+Year+World.aspx>
- ITU. (2013). Le monde en 2013: TIC Données et chiffres concernant les TIC. Récupéré de <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2013-f.pdf>
- Jacobsen, M. (2013). Teaching in a participatory digital world. Education Canada, 53(4), 1-8.
- Jacobsen, M., Lock, J., & Friesen, C. (2013). Strategies for Engagement: Knowledge building and Intellectual Engagement in Participatory Learning Environments. Education Canada, 53(1). Récupéré de <http://www.cea-ace.ca/education-canada/article/strategies-engagement>
- Kan, S. O. (2011). Cooperative learning environment with the web 2.0 tool e-portfolios. Turkish Online Journal of Distance Education (TOJDE), 12(3), 201-214.
- Karich, A. C., Burns, M. K., & Maki, K. E. (2014). Updated Meta-Analysis of Learner Control Within Educational Technology. Review of Educational Research, 84(3), 392-410. doi:10.3102/0034654314526064
- Karsenti, T., Collin, S., & Dumouchel, G. (2012). L'envers du tableau : Ce que disent les recherches de l'impact des TBI sur la réussite scolaire. AQEP Vivre le primaire, 25(2), 30-32. Récupéré de <http://www.thierrykarsenti.ca/pdf/scholar/ARP-karsenti-98-2012.pdf>
- Karsenti, T., & Fiévez, A. (2014). L'iPad à l'école: de l'adoption à l'innovation. Montréal: Éditions Grand Duc.
- Karsenti, T., & Larose, F. (2005). L'intégration pédagogique des TIC dans le travail enseignant : recherches et pratiques. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Kennisnet. (2013). Let ICT work for education: Kennisnet strategic plan 2013-2017. Récupéré de http://www.kennisnet.nl/fileadmin/contentelementen/kennisnet/1_deze_map_gebruiken_voor_bestanden/Over_ons/About/pdf/2013-2017_Strategic_Plan_Kennisnet.pdf
- Knobel, M., & Lankshear, C. (2007). A new literacies sampler. New York, NY: Lang.
- Kong, S. C. (2011). An evaluation study of the use of a cognitive tool in a one-to-one classroom for promoting classroom-based dialogic interaction. Computers & Education, 57(3), 1851-1864. doi:10.1016/j.compedu.2011.04.008
- Kozma, R. B. (1991). Learning with Media. Review of Educational Research, 61(2), 179-211.
- Kozma, R. B. (dir.). (2003). Technology, innovation, and educational change: A global perspective. A report of the Second Information Technology in Education Study Module 2. Eugene, OR: ISTE.
- Kulik, C., & Kulik, J. A. (1991). Effectiveness of computer-based instruction: An updated analysis. Computers in Human Behavior, 71, 75-94.

- Laferrière, T. (2014). Imagining Canada's Future: New ways of learning for Canadians to thrive in an evolving society and labour market. A Review of recent and current Research on Ways of Learning prepared for SSHRC, Ottawa.
- Laferrière, T., & Breuleux, A. (2002). L'école éloignée en réseau: revue des cas et des écrits. CEFRIO et ministères de l'Éducation et des Régions. Récupéré de http://eer.qc.ca/doc/2002/11/Ecoleeloignee.qxd_FINALE.pdf
- Laferrière, T., Hamel, C., Allaire, S., Turcotte, S., Breuleux, A., Beaudoin, J., & Gaudreault-Perron, J. (2011). L'école éloignée en réseau: L'apprentissage des élèves. Rapport-synthèse, CEFRIO, Québec. Récupéré de http://www.cefrio.qc.ca/media/uploader/Rapport_EER_2011_Version_finale.pdf
- Lai, K. W., Khaddage, F., & Knezek, G. (2013). Advancing mobile learning in formal and informal settings. Communication présentée au EDUSummit 2013, Washington, DC. Récupéré de http://www.edusummit.nl/fileadmin/contentelementen/kennisnet/EDUSummit/Documenten/2013/TWG2_Summary_report.pdf
- Law, N., Kampylis, P., & Punie, Y. (2013). Towards a policy framework for understanding and upscaling ICT-enabled learning innovations: Synthesis and Conclusions. Dans Kampylis, P., Law, N. & Punie, Y. (dir.), ICT-enabled innovation for learning in Europe and Asia: Exploring conditions for sustainability, scalability and impact at system level (pp. 115-135). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Law, N., Pelgrum, W. J., & Plomp, T. (dir.). (2008). Pedagogy and ICT in schools around the world: findings from the SITES 2006 study. Hong Kong: CERC and Springer.
- Law, N., Dede, C., Laferrière, T., Breuleux, A., et Penuel, W. R. (2015). Towards an Operationalizable Model of Scaling ICT-enabled Learning Innovations. Symposium accepté à la rencontre annuelle de l'American Educational Research Association, Chicago.
- Lebrun, M. (2011). Impacts des TIC sur la qualité des apprentissages des étudiants et le développement professionnel des enseignants : vers une approche systémique. STICEF, 18. Récupéré de http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2011/03r-lebrun-tice/sticef_2011_lebrun_03r.htm
- Leclerc, M., & Labelle, J. (dir.) (2013). Au cœur de la réussite scolaire : communauté d'apprentissage professionnelle et autres types de communautés. Éducation et francophonie, 41(2). Récupéré de http://www.acelf.ca/c/revue/pdf/EF_41-2_complet2-Web.pdf
- Lee, Y.-H., Waxman, H., Wu, J.-Y., Michko, G., & Lin, G. (2013). Revisit the Effect of Teaching and Learning with Technology. Educational Technology & Society, 16(1), 133-146. Récupéré de http://www.ifets.info/journals/16_1/12.pdf
- Leer, R., & Ivanov, S. (2013). Rethinking the future of learning: The possibilities and limitations of technology in education in the 21st century. International Journal of Organizational Innovation, 5(4), 14-20.
- Lei, J., & Zhao, Y. (2007). Technology uses and student achievement: A longitudinal study. Computers & Education, 49(2), 284-296. Récupéré de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013150500120X>
- Li, Q., Dyjur, P., Nicholson, N., & Moorman, L. (2009). Using Videoconferencing to Provide Mentorship in Inquiry-Based Urban and Rural Secondary Classrooms. Canadian Journal of Learning and Technology, 35(3), 22.
- Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. Educational Psychology Review, 22(3), 215-243.
- Liao, Y.-I., & Chen, Y.-W. (2005, juin). Computer simulation and students' achievement in Taiwan: A meta-analysis. Communication présentée à la World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Montréal, Canada.
- Liao, Y. K. C. (2007). Effects of computer-assisted instruction on students' achievement in Taiwan: A meta-analysis. Computers and Education, 48, 216-233. doi:10.1016/j.compedu.2004.12.005

- Lieberman, A., & Grolnick, M. (1996). Networks and reform in American education. *Teachers College Record*, 98(1), 7-45.
- Lieberman, A., & Pointer Mace, D. H. (2010). Making practice public: Teacher learning in the 21st century. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 77-88. doi:10.1177/0022487109347319
- Liu, H.-C., & Chuang, H.-H. (2011). Investigation of the impact of two verbal instruction formats and prior knowledge on student learning in a simulation-based learning environment. *Interactive Learning Environments*, 19(4), 433-446. doi:10.1080/10494820903356940
- Liu, T.-Y., & Chu, Y.-L. (2010). Using Ubiquitous Games in an English Listening and Speaking Course: Impact on Learning Outcomes and Motivation. *Computers & Education*, 55(2), 630-643.
- Lou, Y., Abrami, P. C., & d'Apollonia, S. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 449-521.
- Macaro, E., Handley, Z., & Walter, C. (2012). A systematic review of CALL in English as a second language: Focus on primary and secondary education. *Language Teaching*, 45(1), 1-43. doi:10.1017/S0261444811000395
- MacArthur, C. A. (2009). Reflections on Research on Writing and Technology for Struggling Writers. *Learning Disabilities Research & Practice*, 24(2), 93-103.
- Matthews, K., Janicki, T., He, L., & Patterson, L. (2012). Implementation of an Automated Grading System with an Adaptive Learning Component to Affect Student Feedback and Response Time. *Journal of Information Systems Education*, 23(1), 71-83.
- Mayer, R. E. (2010). Apprentissage et technologie. Dans H. Dumont, D. Instance & F. Benavides, Comment apprend-on? La recherche au service de la pratique (pp. 191-2012). Paris: OCDE. Récupéré de <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/product/9610102e.pdf>
- McQuillan, K., Northcote, M., & Beamish, P. (2012). What Matters Most when Students and Teachers Use Interactive Whiteboards in Mathematics Classrooms? *Australian Primary Mathematics Classroom*, 17(4), 3-7.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2010). Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies (Éd. rév.) (Contract No. ED-04-CO-0040 Task 0006). U.S. Department of Education, Center for Technology in Learning. Récupéré de <http://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>
- Meluso, A., Zheng, M., & Spire, J. L. (2012). Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning. *Computers & Education*, 59(2), 497-504.
- Mercer, N., Warwick, P., Kershner, R., & Staarman, J. K. (2010). Can the interactive whiteboard help to provide "dialogic space" for children's collaborative activity? *Language and Education*, 24(5), 367-384. doi:10.1080/09500781003642460
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40. doi:10.1016/j.compedu.2013.07.033
- Ministère de l'éducation nationale (France). (2013, 13 juin). Point d'étape de l'entrée de l'École dans l'ère du numérique. Récupéré de http://multimedia.education.gouv.fr/2013_strategie_numerique_DP/
- Ministère de l'éducation nationale (France). (2014, 16 janvier). Refonder l'éducation prioritaire. Récupéré de <http://www.education.gouv.fr/cid76427/refonder-education-prioritaire.html>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Morris, R. D. (2011). Web 3.0: Implications for Online Learning. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 55(1), 42-46. doi:10.1007/s11528-011-0469-9

- Mullins, D., Rummel, N., & Spada, H. (2011). Are two heads always better than one? Differential effects of collaboration on students' computer-supported learning in mathematics. Part of a Special Issue: Connecting Computer-Supported Collaborative Learning to Policy and Practice, 6(3), 421–443. doi:10.1007/s11412-011-9122-z
- Murcia, K. & Sheffield, R. (2010). Talking about science in interactive whiteboard classrooms. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(4), 417-431. Récupéré de <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet26/murcia.html>
- Nahachewsky, J. (2013). Understanding the importance of ethos in composing the “everyday” new literacies classroom. *Language and Literacy*, 15(1), 74–92.
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: Committee on conceptual framework for the new K-12 science education standards.
- Narciss, S., Sosnovsky, S., Schnaubert, L., Andrès, E., Eichelmann, A., Goguadze, G., & Melis, E. (2014). Exploring feedback and student characteristics relevant for personalizing feedback strategies. *Computers & Education*, 71, 56–76. doi: 10.1016/j.compedu.2013.09.011
- Ndemanu, M. T. (2012). The Contribution of Email Exchanges to Second Language Acquisition: A Case of Cross-Cultural Communication between Africa and North America. *Reading Matrix: An International Online Journal*, 12(1), 1–11.
- Nelson, B. C. (2007). Exploring the Use of Individualized, Reflective Guidance in an Educational Multi-User Virtual Environment. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 83–97.
- Nelson, B. C., & Ketelhut, D. J. (2008). Exploring Embedded Guidance and Self-Efficacy in Educational Multi-User Virtual Environments. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 3(4), 413–427.
- Niu, J., & van Aalst, J. (2009). Participation in Knowledge-Building Discourse: An analysis of online discussions in mainstream and honours social studies courses. *Canadian Journal of Learning Technologies*, 35(1). Récupéré de <http://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/515/245>
- Novak, J. D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2e éd.). New York, NY: Routledge.
- OCDE. (2014). *Environnements pédagogiques et pratiques novatrices. La recherche et l'innovation dans l'enseignement*, Éditions OCDE. doi:10.1787/9789264203587-fr
- O'Day, J., & Garet, M. S. (2014). *Study of Deeper Learning: Opportunities and Outcomes*. Washington, DC : American Institutes for Research (AIR). Récupéré de <http://www.air.org/resource/deeper-learning>
- OECD. (2013). *PISA 2015: Draft collaborative problem solving framework*. Paris, France: [Auteur]. Récupéré de <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf>
- Owston, R., Murphy, S., Wideman, H., (1992). The effects of word processing on students' writing quality and revision strategies. *Research in the Teaching of English*, 26(3), 249-276.
- Paavola, S., & Hakkarainen, K. (2005). The knowledge creation metaphor - An emergent epistemological approach to learning. *Science & Education*, 14, 535–557.
- Pane, J. F., Griffin, B. A., McCaffrey, D. F., & Karam, R. (2014). Effectiveness of Cognitive Tutor Algebra I at Scale. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 36(2), 127–144.
- Partenariat PROTIC-FCAR-TACT (2001). *Gestion de la classe, communauté d'apprentissage*. Récupéré de <http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/fcar/gestion.pdf>
- Pearson, P. D., Ferdig, R. E., Blomeyer, J. R. L., & Moran, J. (2005). The effects of technology on reading performance in the middle-school grades: A meta-analysis with recommendations for policy. Naperville, IL: North Central Regional Educational Laboratory.

- Pellegrino, J. W., & Hilton, M. L. (dir.). (2012). *Committee on Defining Deeper Learning and 21st Century Skills*. Washington, DC: Center for Education; Division on Behavioral and Social Sciences and Education; National Research Council. Récupéré de https://download.nap.edu/login.php?record_id=13398&page=http%3A%2F%2Fwww.nap.edu%2Fdownload.php%3Frecord_id%3D13398
- Plomp, T., Anderson, R. E., Law, N., & Quale, A. (2009). *Cross-national Information and Communication Technology Policies and Practices in Education* (2e éd.). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Puenteadura, R. (2009). *SAMR for Leadership: Beyond the Basics*. Communication présentée à la VASSA/VEPVA Conférence à Whistler, BC. Récupéré de http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/10/29/SAMRForLeadership_BeyondTheBasics.pdf En français sur le site <http://recit.qc.ca/article/le-modèle-samr-et-la-traduction-automatique-sur-youtube>
- Rabardel, P., & Bourmaud, G. (2003). From computer to instrument system: A developmental perspective. *Interacting with Computers*, 15(5), 665–691.
- Resta, P., & Laferrière, T. (2008). Issues and challenges related to digital equity. Dans J. Voogt & G. Knezek (dir.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 765-778). New York: Springer.
- Resta, P., & Laferrière, T. (2013). *Digital equity and intercultural education: Summary report and action agenda*. Communication présentée au EDUSummit 2013, Washington D.C., États-Unis. Récupéré de http://www.edusummit.nl/fileadmin/contentelementen/kennisnet/EDUSummit/Documenten/2013/TWG4_Working_Summary_report.pdf
- Roschelle, J. (2013). Special Issue on CSCL: Discussion. *Educational Psychologist*, 48(1), 67-70. doi:10.1080/00461520.2012.749445
- Roschelle, J. M., Pea, R. D., Hoadley, C. M., Gordin, D. N., & Means, B. M. (2000). Changing How and What Children Learn in School with Computer-Based Technologies. *The future of children and computer technology*, 10(2), 76–101.
- Roschelle, J., Rafanan, K., Bhanot, R., Estrella, G., Penuel, B., Nussbaum, M., & Claro, S. (2010). Scaffolding group explanation and feedback with handheld technology: impact on students' mathematics learning. *Educational Technology Research & Development*, 58(4), 399–419.
- Rosen, Y., & Salomon, G. (2007). The differential learning achievements of constructivist technology-intensive learning environments as compared with traditional ones: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 36, 1–14. doi:10.2190/R8M4-7762-282U-554J
- Ross, J. A., Bruce, C. D., & Sibbald, T. M. (2011). Sequencing computer-assisted learning of transformations of trigonometric functions. *Teaching Mathematics & Its Applications*, 30(3), 120–137.
- Ross, S. M., Morrison, G. R., & Lowther, D. L. (2010). Educational technology research past and present: Balancing rigor and relevance to impact school learning. *Contemporary Educational Technology*, 1, 17–35. Récupéré de <http://www.cedtech.net/articles/11/112.pdf>
- Rummel, N., Mullins, D., & Spada, H. (2012). Scripted collaborative learning with the cognitive tutor algebra. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7(2), 307–339. doi:10.1007/s11412-012-9146-z
- Sang, G., Martin Valcke, M., van Braak, J., & Tondeur, J. (2010). Student teachers' thinking processes and ICT integration: Predictors of prospective teaching behaviors with educational technology. *Computers & Education*, 54(1), 103-112.
- Sauvé, L. (2014). Des dispositifs en ligne pour personnaliser l'apprentissage tout au long de la vie : quelques recommandations. *Distances et Médiations des Savoirs*, 5. Récupéré de <http://dms.revues.org/629>.
- Savage, R., Abrami, P. C., Piquette, N., Wood, E., Deleveau, G., Sanghera-Sidhu, S., & Burgos, G. (2013). A (Pan-Canadian) cluster randomized control effectiveness trial of the ABRACADABRA web-based literacy program. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 310-328.

- Savard, A., Freiman, V., Theis, L., & Larose, F. (2013). Discussing virtual tools that simulate probabilities: what are the middle school teachers' concerns? *McGill Journal of Education (Online)*, 48(2), 403–423. Récupéré de <http://www.erudit.org/revue/mje/2013/v48/n2/1020978ar.pdf>
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265–283.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2007). "Fostering communities of learners" and "knowledge building": An interrupted dialogue. Dans J. C. Campione, K. E. Metz & A. S. Palincsar (dir.), *Children's learning in the laboratory and in the classroom: Essays in honor of Ann Brown* (pp. 197–212). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2010). A brief history of knowledge building. *Canadian Journal of Learning Technologies/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 36(1). Récupéré de <http://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/574/276>
- Scardamalia, M., Bransford, J., Kozma, R. B., & Quellmalz, E. (2012). New assessments and environments for knowledge building. Dans P. Griffin, B. McGaw & E. Care (dir.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 231–300). Dordrecht, The Netherlands: Springer Science+Business Media.
- Scardamalia, M., & Bereiter (2013). Voir Bereiter et Scardamalia, 2013.
- Schacter, J., & Fagnano, C. (1999). Does computer technology improve student learning and achievement? How, when, and under what conditions? *Journal of Computing Research*, 20, 329–343.
- Sclater, J., Sicol, F., Abrami, P., & Wade, C. A. (2006). Ubiquitous technology integration in Canadian public schools: Year one study. *Canadian Journal of Learning and Technology/La Revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 32(1). Récupéré de <http://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/80/75VICTOR>
- Seidel, R. J., & Perez, R. S. (1994). An evaluation model for investigating the impact of innovative educational technology. Dans H. F. O'Neil Jr., & E. L. Baker (dir.), *Technology assessment in software applications* (pp. 177–212). Hillsdale: Erlbaum.
- Seng, C. T., So, H. J., & Yeo, J. (dir.). (2014). *Knowledge creation in Education*. New York: Springer.
- Sfard, A. (1998). On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing just One. *Educational Researcher*, 27(2), 4–13.
- Shin, N., Sutherland, L. M., Norris, C. A., & Soloway, E. (2012). Effects of game technology on elementary student learning in mathematics. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 540–560. doi:10.1111/j.1467-8535.2011.01197.x
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Siemens, G. (2013). Learning Analytics: The Emergence of a Discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1380–1400. doi:10.1177/0002764213498851
- Smith, F., Hardman, F., & Higgins, S. (2006). The impact of interactive whiteboards on teacher-pupil interaction in the national literacy and numeracy strategies. *British Educational Research Journal*, 32(3), 443–457.
- Smith, H., & Higgins, S. (2006). Opening classroom interaction: the importance of feedback. *Cambridge Journal of Education*, 36(4), 485–502.
- Soller, A., Martínez-Monés, A., Jermann, P., & Muehlenbrock, M. (2005). From mirroring to guiding: A review of state of the art technology for supporting collaborative learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15, 261–290.
- Spector, J. M., Merrill, M. D., Elen, J., & Bishop, M. J. (2014). *Handbook of research on educational communications and technology* (4e éd.). New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-1-4614-3185-5
- Stahl, G. (2009). *Studying Virtual Math Teams*. New York, NY: Springer.
- Stieff, M. (2011). Improving representational competence using molecular simulations embedded in inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1137–1158. doi:10.1002/tea.20438

- Strawn, C. (2011). What Does the Research Say? Learning and Leading with *Technology*, 39(2), 38.
- Suhr, K. A., Hernandez, D. A., Grimes, D., & Warschauer, M. (2010). Laptops and Fourth-Grade Literacy: Assisting the Jump over the Fourth-Grade Slump. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 9(5), 46.
- Suthers, D. (2006). Technology affordances for intersubjective meaning-making: A research agenda for CSCL. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 1, 315–337. doi:10.1007/s11412-006-9660-y
- Tam, C., Archer, J., Mays, J., & Skidmore, G. (2005). Measuring the outcomes of word cueing technology. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 72(5), 301-308.
- Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What 40 Years of Research Says about the Impact of Technology on Learning: A Second-Order Meta-Analysis and Validation Study. *Review of Educational Research*, 81(1), 4–28. doi:10.3102/0034654310393361
- Thibert, R. (2012). Pédagogie + Numérique = Apprentissages 2.0. Dossier de veille de l'IFÉ, 79. Récupéré de <http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA-Veille/79-novembre-2012.pdf>
- Tondeur, J., Cooper, M., & Newhouse, C. (2010). From ICT coordination to ICT integration: a longitudinal case study. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 26(4), 296–306. doi:10.1111/j.1365-2729.2010.00351.x
- UNESCO. (2011). TIC UNESCO : Un référentiel de compétences pour les enseignants. Paris: [Auteur]. Récupéré de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002169/216910f.pdf>
- Union européenne (UE). (2006, mise à jour 3 mars 2011). Compétences clés pour l'éducation et la formation tout au long de la vie. Récupéré de http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/lifelong_learning/c11090_fr.htm
- United States Department of Education. (2010). National Education Technology Plan (NETP 2010, Transforming American Education: Learning Powered by Technology). Récupéré de <http://www.ed.gov/technology/netp-2010>
- U.S. Department of Education Office of Educational Technology (2011). Connect and inspire. Récupéré de <http://connectededucators.org/report/files/2011/03/COCP-Connect-report-draft-201103.pdf>
- van der Voet B., Groeneveld, S., & Kuipers, B. S. (2014). Talking the Talk or Walking the Walk? The Leadership of Planned and Emergent Change in a Public Organization. *Journal of Change Management*, 14(2), 171-191.
- Villemonteix, F., & Khaneboubi, M. (2012). Utilisation de tablettes numériques (iPad) dans les établissements primaires et secondaires de l'académie de Créteil. Université Cergy Pontoise pour l'académie de Créteil. Récupéré de <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/telechargement/tablettes/rapport-tablettes-creteil-2012.pdf>
- Villeneuve, S., Karsenti, T., Raby, C., & Meunier, H. (2012). Les futurs enseignants du Québec sont-ils technocompétents? Une analyse de la compétence professionnelle à intégrer les TIC. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 9(1-2), 78–99. Récupéré de http://www.ritpu.org/IMG/pdf/RITPU_v09_n01-02_79.pdf
- Volet, S. E., Summers, M., & Thurman, J. (2009). High-level co-regulation in collaborative learning. How does it emerge and how is it sustained? *Learning and Instruction*, 19, 128–143. doi:10.1016/j.learninstruc.2008.03.001
- Voogt, J., & Knezek, G. (2008). *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. New York: Springer.
- Voogt, J., & Knezek, G. (dir.) (2008). *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. New York: Springer.
- Voogt, J., Westbroek, H., Handelzalts, A., Walraven, A., Mckenney, S., Pieters, J., & De Vries, B. (2011). Teacher learning in collaborative curriculum design. *Teaching and Teacher Education*, 27(8), 1235-1244.

- Walkington, C. A. (2013). Using Adaptive Learning Technologies to Personalize Instruction to Student Interests: The Impact of Relevant Contexts on Performance and Learning Outcomes. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 932–945. doi:10.1037/a0031882
- Wall, A. E., Breuleux, A., Heo, G. M., Bilodeau, P., Rye, K., Bennett, N., Foreman, T., Lemay, V., & Verreault, M. (2012). Promoting ICT- supported Learning: Lessons from the BCT Network. Québec: CEFRIO. Récupéré de <http://www.cefrio.qc.ca/media/uploader/BCTNeBookletAugust2012.pdf>
- Wanzek, J., Vaughn, S., Wexler, J., Swanson, E. A., Edmonds, M., & Kim, A.-H. (2006). A Synthesis of Spelling and Reading Interventions and Their Effects on the Spelling Outcomes of Students with LD. *Journal of Learning Disabilities*, 39(6), 528–543. Récupéré de www.ingentaconnect.com/content/proedcw/jld/2006/00000039/00000006/art00005
- Washington, K. N., Warr-Leeper, G., & Thomas-Stonell, N. (2011). Exploring the Outcomes of a Novel Computer-Assisted Treatment Program Targeting Expressive-Grammar Deficits in Preschoolers with SLI. *Journal of Communication Disorders*, 44(3), 315–330.
- Waxman, H. C., Lin, M.-F., & Michko, G. M. (2003). A meta-analysis of the effectiveness of teaching and learning with technology on student outcomes (Contrat no ED-01-CO-0011). Naperville, IL: Learning Point Associates. Récupéré de <http://treeves.coe.uga.edu/edit6900/metaanalysisNCREL.pdf>
- Weston, M. E., & Bain, A. (2010). The End of Techno-Critique: The Naked Truth about 1 : 1 Laptop Initiatives and Educational Change. *Journal of Technology, Learning and Assessment*, 9(6). Récupéré de <https://ejournals.bc.edu/ojs/index.php/jtla/article/view/1611/1458>
- Winne, P. H., Hadwin, A. F., & Perry, N. E. (2012). Metacognition and computer-supported collaborative learning. Dans C. Hmelo-Silver, A. O'Donnell, C. Chan, & C. Chinn (dir.), *International handbook of collaborative learning*. New York, NY: Taylor & Francis.
- Wiske, M. S. (dir.) (1998). *Teaching for understanding: Linking research with practice*. San Francisco: Jossey-Bass Inc.
- Wiske, M.S., Franz, K.R., & Breit, L. (2005). *Teaching for understanding with technology*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Yang, R. (2014, mars). Infusing ICT into K-12 Teacher Education: From China's Perspective. Communication présentée à la Society for Information Technology and Teacher Education Conference. Jacksonville, FL.
- Yeh, T.-K., Tseng, K.-Y., Cho, C.-W., Barufaldi, J. P., Lin, M.-S., & Chang, C.-Y. (2012). Exploring the Impact of Prior Knowledge and Appropriate Feedback on Students' Perceived Cognitive Load and Learning Outcomes: Animation-Based Earthquakes Instruction. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1555–1570.
- Zeiser, K. L., Taylor, J., Rickles, J., & Garet, M. S. (2014). Evidence of Deeper Learning Outcomes: Report #3 Findings From the Study of Deeper Learning: Opportunities and Outcomes. Récupéré de http://www.air.org/sites/default/files/downloads/report/Report_3_Evidence_of_Deeper_Learning_Outcomes.pdf
- Zertuche, A., Gerard, L., & Linn, M. C. (2012). How do Openers Contribute to Student Learning? *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4(4), 79–92.
- Zhang, J., Scardamalia, M., Reeve, R., & Messina, R. (2009). Designs for collective cognitive responsibility in knowledge building communities. *Journal of the Learning Sciences*, 18, 7–44. doi:10.1080/10508400802581676

ANNEXE 1

MÉTHODOLOGIE

Les descripteurs « technologie » et « apprentissage » ont été à la base de cette recension des écrits en utilisant les bases de données EBSCO et ProQuest disponibles par l'entremise de la bibliothèque de l'Université Laval⁵¹. Sur EBSCO, quatre bases de données ont été sélectionnées pour mener la recherche : Education Source, Education Full Text, ERIC et Psychology and Behavioral Collection. Les mots-clés suivants ont été utilisés : « learning outcomes » (champ : All Text) AND technology (champ : All Text) AND impact (champ : Abstract). Les résultats ont été limités à la période allant de janvier 2007 à mai 2014. Pour les bases de données Education Source et Education Full Text, deux types de publication ont été retenus : Academic Journal et Review. En date du 29 janvier 2014, la recherche au moyen de ces critères générait 1372 résultats. Sur ProQuest, sept bases de données ont été sélectionnées : Canadian Research Index, CBCA Complete, CBCA Education, ERIC, FRANCIS, Dissertations & Theses @ Université Laval et ProQuest Dissertations & Theses Full Text. Les mots-clés suivants ont été utilisés : « learning outcomes » (champ : Partout) AND technology (champ : Partout) AND impact (champ : Partout). Les résultats ont été limités aux articles (type de document) revus par les pairs et publiés après le 1^{er} janvier 2007. Au 14 février 2014, cette recherche avait généré 238 résultats.

Une attention particulière (sous-descripteur « métaanalyse ») a été portée aux métaanalyses, tout en se rappelant que les métaanalyses tendent à ne retenir que les études avec « groupe contrôle »⁵² ou qui ont appliqué un devis quasi-expérimental (Campbell & Stanley, 1963) puisque les essais cliniques randomisés, « règle d'or » en recherche médicale, sont rarement possibles. La plus vaste métaanalyse, celle de Tamim et al. (2011), constatait que les élèves apprennent plus lorsque les enseignants utilisent la technologie comme outil d'apprentissage et suggérait de porter dorénavant l'attention sur les pratiques d'enseignement en lien avec les résultats d'apprentissage des élèves. La recension des écrits s'est ainsi orientée. Les métaanalyses et les autres recherches consultées ont présenté des conclusions encore peu convergentes. Parmi les écueils méthodologiques, mentionnons le nécessaire alignement objectifs curriculaires – processus/dynamique de classe – résultats et celui du « lieu protégé de

⁵¹ Les fouilles préliminaires avec les descripteurs apprentissage au 21^e siècle, enseignement efficace + TIC, programmes + TIC et transformation + TIC ne se sont pas avérées particulièrement substantielles.

⁵² Les études de ce type peuvent rendre compte des résultats en calculant l'ampleur de l'effet (la différence entre la moyenne du groupe traitement et la moyenne du groupe contrôle, divisée par l'écart-type commun) qui compare et normalise les scores moyens des deux groupes comparés. Une métaanalyse peut tirer une taille de l'effet composé des résultats de nombreuses études pour évaluer l'impact global de l'usage de la technologie sur les résultats d'apprentissage.

proximité », soit une recherche réalisée avec un fort petit nombre de classes, sinon une seule, et où l'effet enseignant n'est guère contrôlable. Les « expérimentations de devis », vues comme davantage propices à générer de l'innovation en éducation par leurs itérations successives, ont été considérées (sous-descripteurs variés) même si elles sont encore vues par nombre de chercheurs en éducation comme inférieures aux expériences rigoureusement contrôlées avec assignation aléatoire des sujets⁵³.

Puisque le contexte d'apprentissage importe dans les effets observables de l'accès à la technologie, qu'il s'agisse d'un TNI, d'une tablette ou d'un ordinateur portable selon le modèle un-pour-un, d'un ilot d'ordinateurs en classe ou d'un laboratoire informatique, nous accorderons de l'importance aux recherches qui considèrent les différents éléments d'un système éducatif en changement, et leurs interactions, plutôt qu'à celles qui se concentrent sur la présence d'une technologie donnée, voire ses « affordances ». Les chercheurs étudient l'apport des technologies de l'information et de la communication (TIC) à l'enseignement et à l'apprentissage dans plusieurs contextes différents⁵⁴, et c'est ce qui permet de faire avancer la connaissance en matière d'intégration et d'usage des technologies de l'apprentissage (Schacter & Fagnano, 1999; Ross, Morrison, & Lowther, 2010; Winzenried, Dalgarno, & Tinkler, 2010; etc.)

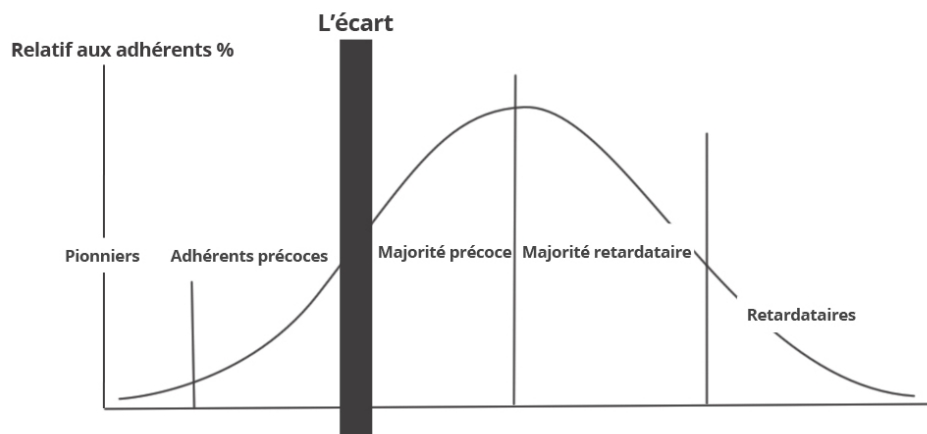
En matière de documentation grise et concernant les plans ministériels adoptés à l'international comme dans les provinces canadiennes en matière d'intégration des technologies en éducation, une recherche a été menée sur Google à l'aide des mots-clés suivants : technology plan education “nom de la province en anglais”. Si aucun résultat pertinent n'était généré, une recherche était effectuée directement sur le site Web du ministère de l'éducation de la province. De plus, une recherche des expériences hors du commun mises en œuvre au Québec a été conduite sur le site RÉCIT. Les numéros de la *Revue des sciences de l'éducation* de 2008 à 2012 ont également été examinés à cette fin.

⁵³ Rappelons que les innovations en médecine, comme dans d'autres domaines appliqués fondés sur la recherche, sont généralement développés par la voie des expérimentations de devis. La « règle d'or » n'est appliquée qu'après qu'une innovation ait été développée et que l'on soit rendu au point de vouloir en généraliser l'application. La « pilule » ou le traitement est alors testé afin de savoir si des effets semblables seront obtenus dans des corps d'individus différents qui vivent dans des environnements sociaux et physiques qui sont aussi différents.

⁵⁴ Les chercheurs qui procèdent de manière quantitative le font par voie de montage d'un modèle statistique, qui comprendra différents facteurs individuels et de contexte dont l'usage de la technologie.

ANNEXE 2

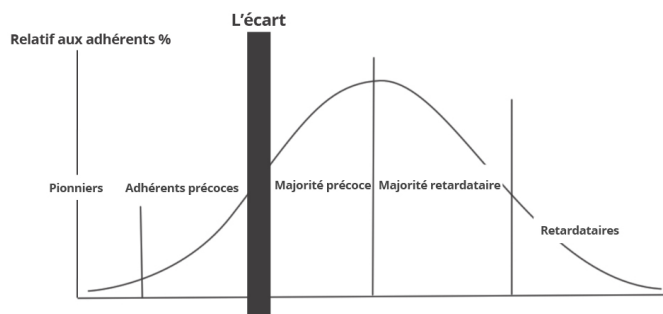
LA COURBE D'ADOPTION DE L'INNOVATION



Courbe d'adoption de l'innovation (Rogers, 2005)

L'écart à franchir est considéré comme critique. Lorsque la majorité précoce des acteurs adhère, l'adoption par la majorité tardive a tendance à se produire.

Travail créatif avec les idées



Innovation pédagogique

Le travail créatif avec les idées, qui participe de la compétence des enseignants (UNESCO, 2011), est un exemple de l'usage des technologies et des ressources numériques par l'enseignant et les élèves afin de faire des apprentissages qui n'auraient pas été possibles sans celles-ci. Voir http://ikit.org/kb_resources/?cat=101; voir <http://eer.qc.ca/petits-chercheurs>.

Le CEFRIO est le centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations à l'aide des technologies de l'information et des communications. Depuis plus de 25 ans, il accompagne les organisations publiques et privées dans la transformation de leurs processus et de leurs pratiques d'affaires par l'appropriation et l'utilisation du numérique. Centre de liaison et de transfert reconnu, le CEFRIO est mandaté par le gouvernement du Québec afin de contribuer à l'avancement de la société québécoise par le numérique. Il recherche, expérimente, enquête et fait connaître les usages du numérique dans tous les volets de la société : éducation, formation professionnelle, santé, gouvernance des institutions, services aux citoyens, PME et grandes entreprises, transformation organisationnelle, transfert des connaissances, et autres. Son action s'appuie sur une équipe expérimentée, un réseau de quelque 80 chercheurs associés et invités ainsi que l'engagement de près de 150 membres. Visitez www.cefrio.qc.ca pour découvrir l'étendue de nos projets et la richesse de nos enquêtes.

Québec

Siège social
888, rue Saint-Jean, bureau 575
Québec (Québec)
G1R 5H6
Tél. : 418 523-3746
Télec. : 418 523-2329

Montréal

550, rue Sherbrooke Ouest
Tour Ouest, bureau 1770
Montréal (Québec)
H3A 1B9
Tél. : 514 840-1245
Télec. : 514 840-1275

www.cefrio.qc.ca – info@cefrio.qc.ca

Principal partenaire financier