

SORTEZ VOS TABLETTES

*L'impact de la technologie
sur l'apprentissage et l'en-
seignement au Canada*



CTIC, 2020

Préface

En tant que centre national d'expertise sans but lucratif, le CTIC cherche à renforcer l'avantage numérique du Canada dans l'économie mondiale. Grâce à des recherches de confiance, à des conseils stratégiques pratiques et à des programmes créatifs de renforcement des capacités, le CTIC favorise des industries canadiennes novatrices et concurrentielles à l'échelle mondiale, habilitées par des talents numériques novateurs et diversifiés. En partenariat avec un vaste réseau de chefs de file de l'industrie, de partenaires universitaires et de décideurs politiques de partout au Canada, le CTIC favorise une économie numérique inclusive et concurrentielle à l'échelle internationale depuis plus de 25 ans.

Pour citer ce rapport

Ivus, M., Quan, T., Snider, N. *Sortez vos tablettes : L'impact de la technologie sur l'apprentissage et l'enseignement au Canada*. (Janvier 2020). Conseil des technologies de l'information et des communications. Ottawa, Canada.

Recherche et rédaction par Maryna Ivus (analyste principale de la recherche), Trevor Quan (analyste principal de la recherche) et Nathan Snider (gestionnaire, Politiques et sensibilisation), avec le généreux soutien de l'équipe de la recherche et des politiques du CTIC.

Table des matières

Préface	2
Pour citer ce rapport	2
Sommaire	4
Introduction	6
La technologie en classe : Perceptions	7
Impact sur l'apprentissage des élèves	9
Défis de la technologie dans le système d'éducation	10
Méthodes d'intégration de la technologie en classe	10
Situation actuelle de la technologie en classe	12
Aperçu : Les appareils Chromebook dans les écoles	12
Aperçu : Appareils iPad dans les salles de classe du Québec	13
Aperçu : Sphero	14
Aperçu : Raspberry Pi	16
Aperçu : Possibilités liées aux technologies émergentes en réalité virtuelle et réalité augmentée	17
Aperçu : L'intelligence artificielle en éducation	18
Points de vue des éducateurs	21
Formation en technologie destinée aux éducateurs	21
Coûts et accès	24
Connectivité à large bande	25
L'apprentissage numérique en classe au Canada	27
L'apprentissage en ligne et l'apprentissage mixte	27
La technologie dans les classes autochtones	29
Aperçu : Comment la technologie peut aider les élèves ayant une incapacité	31
Conclusion	36
Annexe A : Méthodologie de recherche	37
Recherche primaire	37
Recherche secondaire	37
Limites de la recherche	37
Annexe B : Études de cas internationaux sur l'éducation en classe	38
Bangalore (Inde)	38
Minnesota (États-Unis)	38
Odder (Danemark)	39



Sommaire

La numérisation étant rapide et croissante, **la salle de classe est de plus en plus un endroit où la technologie et les méthodes d'enseignement traditionnelles s'entrechoquent.**

Les connaissances et les compétences numériques continueront d'être cruciales alors que les éducateurs canadiens intègrent les technologies émergentes pour favoriser l'apprentissage et l'accessibilité ainsi que pour mobiliser et inspirer une nouvelle génération de futurs dirigeants. Ce nouveau paysage est riche en possibilités, mais la difficulté demeure de mieux comprendre le croisement entre ces développements et les expériences d'apprentissage des élèves qui évoluent. La présente étude évalue la présence et le rôle accrus de la technologie dans la salle de classe. Évaluant les avantages, les défis et les futures possibilités, cette étude explore les technologies éducatives émergentes et souligne la façon dont ces développements numériques peuvent être exploités pour résoudre les problèmes et améliorer l'expérience d'apprentissage des élèves.

Ancrée dans une série de perspectives découlant de plus de 16 entrevues réalisées auprès d'intervenants clés, cette recherche présente aussi les attitudes et les perspectives des éducateurs à l'égard de l'adoption croissante de matériel informatique et de logiciels dans le système d'éducation canadien de la maternelle à la 12^e année. **L'accessibilité, l'équité, la diversité, la connectivité ainsi que la formation et le soutien des enseignants ont été reconnus comme des concepts fondamentaux de la mise en œuvre à grande échelle de la technologie en classe. La collaboration et les partenariats entre les établissements d'enseignement et l'industrie ainsi que des politiques efficaces en matière d'approvisionnement d'outils numériques sont essentiels à la mise en œuvre optimale de la technologie.**

Étant donné les difficultés et les complexités de naviguer le système d'éducation canadien

de la maternelle à la 12^e année, l'engagement des intervenants sera essentiel pour assurer des efforts coordonnés. Les futurs efforts doivent inclure les décideurs politiques, les districts scolaires, les éducateurs, les parents, les communautés autochtones, les fournisseurs de technologies et le public général pour traiter des questions suivantes relatives aux technologies émergentes en éducation :

- former les éducateurs sur l'utilisation de la technologie;
- intégrer efficacement la technologie en classe;
- traiter des défis relatifs à la connectivité insuffisante à large bande;
- reconnaître les besoins culturels uniques des communautés locales;
- gérer les distractions liées aux technologies;
- évaluer les résultats d'apprentissage et le développement de nouvelles compétences;
- établir des mesures de protection des renseignements personnels des élèves.

La technologie est la trame de notre quotidien et la salle de classe ne fait pas exception. Les technologies nouvelles et transformatrices comme l'intelligence artificielle (IA), la réalité augmentée et la réalité virtuelle altèrent rapidement notre économie et offrent de nouvelles possibilités à l'échelle mondiale. **Sans égard à la méthode d'administration, il s'avère que la fusion entre la technologie et l'éducation favorise les résultats scolaires tout en élargissant l'intérêt des élèves pour des matières comme l'informatique, les médias sociaux interactifs et la préservation culturelle.**

La demande de talents dans l'économie numérique canadienne devrait atteindre quelque 305 000 d'ici 2023¹ dans des secteurs vitaux comme la science des données, la conception d'expérience d'utilisateur, le développement de logiciels et de nombreux autres rôles technologiques. La souplesse, le travail d'équipe, la flexibilité et la nécessité d'apprendre de façon continue constituent des compétences essentielles de cette demande. **L'éducation intégrant la technologie change et accentue l'apprentissage des élèves en permettant les interactions qui peuvent façonner leur futur parcours éducatif et encourager de nouveaux modes de pensée. En développant ces concepts fondamentaux à un jeune âge, l'intégration de la technologie dans la classe est essentielle pour outiller les élèves à réussir dans une économie numérique qui prend rapidement de l'ampleur.**

Introduction

La technologie transforme le quotidien des Canadiens et, surtout, de la plus jeune génération. Bien qu'elle comporte son lot de défis, la mise en œuvre de la technologie dans les classes de la maternelle à la 12^e année offre maintenant des possibilités d'apprentissage uniques auxquelles les générations précédentes n'avaient pas accès.

Étant donné la transformation structurelle de l'économie canadienne et mondiale, la nature du travail lui-même évolue aussi. Les nouvelles façons de travailler dans l'économie du partage et des petits boulots et l'arrivée de technologies transformatrices comme l'IA et la chaîne de blocs guident cette nouvelle réalité. Au cours des prochaines années, les talents de la nouvelle génération du Canada termineront leurs études et travailleront possiblement en dehors des heures normales de travail de 9 h à 17 h du lundi au vendredi. Bon nombre de ces nouveaux emplois nécessiteront dans une certaine mesure des compétences numériques. **En comprenant mieux les approches pédagogiques non traditionnelles et en les exploitant, y compris l'intégration de la technologie, le Canada peut s'adapter et les éducateurs peuvent mieux former les jeunes à l'apprentissage continu dans un environnement qui évolue constamment. Cette façon de faire sera essentielle pour développer les compétences nécessaires, comme l'adaptabilité et la souplesse, pour participer efficacement à la future économie.**

Alors que la technologie joue un rôle essentiel dans cette transition, **il est essentiel d'enseigner aux jeunes à être plus que de simples utilisateurs de la technologie**, ce qui suppose de tirer profit d'une vaste gamme d'outils qui vont de la réflexion conceptuelle de base aux plateformes à base logique, en passant par la ludification et même la réalité augmentée et la réalité virtuelle pour créer des possibilités d'apprentissage individuelles, modulaires, adaptatives et évolutives dont ils profiteront toute leur vie. La recherche de la présente étude découle d'une série d'entrevues clés menées auprès d'éducateurs et d'experts en éducation (maternelle à 12^e année et niveau postsecondaire) de l'ensemble du Canada. Elle comprend une analyse approfondie de la littérature, des données et des études de cas internationales existantes. Cette étude démontre l'impact de la technologie sur l'enseignement des élèves et présente les composantes de base nécessaires pour en faire un parcours positif tant pour les élèves que les éducateurs.



La technologie en classe : Perceptions

Avant de traiter des types de technologies nécessaires, il est d'abord important de comprendre les attitudes générales à l'égard de la technologie et son rôle potentiel en éducation. Pour ce faire, le CTIC a demandé aux experts interrogés dans le cadre de cette étude s'ils étaient d'accord ou non avec les deux énoncés suivants (d'autres questions leur ont aussi été posées plus tard dans les entrevues, mais ces énoncés initiaux ont permis d'évaluer **les attitudes ou croyances immédiates à l'égard de la présence de la technologie en classe**).

Oui ou non : La technologie peut favoriser l'éducation et rendre l'apprentissage plus ludique et plus efficace.

Cette question a reçu une réponse positive dans l'ensemble, alors que 9 des 15 personnes interrogées (60 p. 100) étaient d'accord avec l'énoncé. Trois des autres personnes interrogées étaient également d'accord, mais émettaient des conditions ou des réserves. Par exemple, une personne était d'accord avec l'énoncé seulement *si* l'intégration avait une intention délibérée, alors qu'une autre, bien que d'accord, estimait que l'énoncé pouvait ne pas s'appliquer dans tous les cas. Bien qu'aucune des personnes interrogées n'ait exprimé un franc désaccord avec l'énoncé, trois participants n'étaient ni en accord ni en désaccord.

Oui ou non : La technologie en classe est essentielle pour préparer les élèves à presque toutes les carrières d'aujourd'hui.

Dans l'ensemble, 12 des 15 (80 p. 100) personnes interrogées étaient d'accord avec cet énoncé. La plupart des éducateurs estimaient que la technologie continuerait de prendre de l'ampleur au sein de différentes professions, *notamment celles qui ne l'exigeaient pas traditionnellement*. Deux autres personnes se sont dites préoccupées de la mesure dans laquelle la technologie devrait être intégrée en classe (bien qu'elles n'écartaient pas l'importance de la technologie en éducation, elles estimaient qu'il n'était pas nécessaire de l'utiliser à *tous les cours*). Une personne interrogée était complètement en désaccord avec l'énoncé, se souciant des nombreuses pressions que peuvent subir les élèves pour suivre des parcours professionnels technologiques. Selon elle, bien que la technologie soit une *composante* de bien des emplois, les carrières axées sur la technologie pourraient ne pas convenir à tous les élèves.

Malgré les sentiments mitigés quant à la capacité de la technologie d'améliorer globalement l'éducation, les éducateurs canadiens interrogés étaient persuadés que l'utilisation de la technologie et les compétences numériques permettraient aux élèves de mieux comprendre les futurs besoins professionnels. Les secteurs précisément mentionnés par les éducateurs étaient la citoyenneté numérique, l'utilisation responsable d'Internet (et les risques connexes), la permanence des données numériques et l'éthique. En utilisant les outils technologiques et en développant de nouvelles compétences numériques, les élèves profiteraient non seulement de meilleurs résultats immédiats (c'est-à-dire de meilleurs résultats aux examens), mais pourraient aussi élargir leurs compétences dans des domaines nouveaux et émergents qui connaîtront une hausse de la demande dans l'économie future.



Impact sur l'apprentissage des élèves :

Comment la technologie en classe apprend aux élèves à penser autrement

Plusieurs études ont souligné les avantages potentiels de l'utilisation de la technologie en éducation, certaines suggérant même quelques technologies en particulier capables d'accroître les connaissances et les compétences globales d'un élève². Le modèle d'enseignement traditionnel, fondé sur l'enseignement actif offert par un enseignant et la réception passive de connaissances par un élève, ne permet pas nécessairement encore aux élèves de développer bon nombre des compétences du XXI^e siècle nécessaires pour réussir dans une économie de plus en plus axée sur la technologie³. Dans l'économie numérique d'aujourd'hui, un tel modèle traditionnel offre moins d'occasions aux élèves de s'engager davantage, de stimuler l'innovation, de développer leur créativité et d'apprendre à collaborer avec leurs camarades de classe pour résoudre des problèmes complexes.

L'intégration de la technologie en classe permet de nouvelles formes d'apprentissage qui sont plus interactives et collaboratives que celles précédemment offertes. L'apprentissage multimédia est un exemple simple et fréquemment utilisé. L'apprentissage multimédia combine deux méthodes : écouter un enseignant parler d'un projet de recherche et visionner les résultats de la recherche affichés sur un écran. L'intégration des présentations multimédias à la matière des leçons a permis d'accroître considérablement la rétention de la matière chez les élèves⁴. Autre exemple : la mise en œuvre de modèles exhaustifs de programmes de lecture qui intègrent l'enseignement assisté par ordinateur à d'autres activités. Les élèves qui ont utilisé ces modèles ont obtenu de meilleurs résultats en lecture comparativement à leurs pairs qui n'ont pas bénéficié de cette aide⁵.

Les technologies transformatrices ou en plein développement, comme la réalité augmentée, jouent un rôle de plus en plus important en éducation. La réalité augmentée permet aux élèves d'apprendre à connaître d'autres régions du pays ou du monde, bien assis sur leur chaise. Ils peuvent suivre l'expédition virtuelle d'une équipe de scientifiques à Madagascar pour apprendre à connaître une nouvelle plante et des animaux et explorer différentes cultures. La réalité augmentée peut également transformer une classe en un cosmos, aidant les élèves à comprendre comment fonctionne notre système solaire⁶. Ces connaissances peuvent ensuite être appliquées dans le cadre d'un projet de groupe collaboratif au moyen d'applications infonuagiques pour présenter les conclusions clés. Bien qu'il existe des exemples de l'application pratique de la technologie en classe, **les expériences qu'elle peut offrir, comme observer virtuellement une espèce de plante en voie de disparition à Madagascar, peuvent au bout du compte changer la façon dont les élèves pensent, interagissent avec le monde et résolvent les problèmes.**

Un nombre croissant d'éducateurs ne font plus que simplement mesurer les résultats d'apprentissage en se fondant uniquement sur les résultats aux examens et cherchent plutôt à évaluer des mesures moins tangibles comme la participation des élèves, les interactions en classe, le travail d'équipe, la pensée critique et la résolution de problèmes⁷. Ces compétences sont essentielles dans un avenir de plus en plus numérique, interconnecté et diversifié. Alors que la technologie n'assure pas l'efficacité de

l'enseignement et de l'apprentissage, il s'agit d'un outil utile qui peut redéfinir la façon dont les élèves apprennent, se développent et grandissent⁸.

Défis de la technologie dans le système d'éducation

Lorsqu'il est question des impacts négatifs possibles de l'utilisation de la technologie en classe, les études portent surtout sur la capacité des élèves de faire plusieurs choses à la fois. La technologie favorisant naturellement un mode multitâche, **la présence d'appareils électroniques personnels est souvent citée comme une distraction possible**. Alors que des anecdotes comme celle voulant que la technologie soit une distraction qui gêne l'apprentissage font l'objet d'un grand débat, bon nombre d'éducateurs cherchent des conseils sur la façon dont la technologie peut être utilisée et gérée efficacement en classe.

En tenant compte des possibilités et de la liberté qu'offre Internet⁹, la possibilité de distraction ou de déconcentration est inévitable. Une trop grande exposition numérique, surtout sur les appareils qui permettent les jeux, les textos et les médias sociaux, peut incontestablement nuire au rendement scolaire global. Un récent rapport de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) indique que la technologie a un impact mitigé sur l'éducation ainsi qu'un **potentiel de distraction si elle n'est pas utilisée et mise en place correctement à l'école**¹⁰. C'est là le nœud du problème : **comment les éducateurs peuvent-ils intégrer efficacement la technologie en classe et enseigner aux élèves à l'exploiter comme outil d'apprentissage essentiel?** Cette question sera examinée tout au long de la présente étude.

Méthodes d'intégration de la technologie en classe : Donner aux élèves les outils nécessaires pour réussir

Projets individuels

La technologie peut être intégrée de plusieurs façons dans les pratiques quotidiennes d'enseignement des éducateurs. **Dans le cadre des projets individuels, chaque élève se voit remettre un appareil numérique**. Dans ce cas, les élèves disposent d'un accès individuel à un appareil plutôt que d'avoir à le partager avec leurs camarades ou de devoir apporter le leur. **Bien qu'ils soient coûteux en l'absence de politiques d'approvisionnement efficaces, les projets individuels ont démontré qu'ils produisaient des améliorations appréciables de la motivation et de la participation globales des élèves en matière d'apprentissage**¹¹.

Selon une récente méta-analyse, l'intégration de **principes d'enseignement individuels dans les écoles primaires et secondaires a démontré des impacts particulièrement importants dans certaines matières comme l'anglais, l'écriture, les mathématiques et les sciences**¹². **De plus, les initiatives individuelles se sont avérées utiles pour les élèves à plus faible revenu, les aidant à se sentir inclus tout en acquérant des compétences numériques et des capacités de lecture et d'écriture auxquelles ils auraient autrement un accès limité**. Soulignant ce point, une étude menée dans trois écoles de la Californie a révélé que les jeunes à plus faible revenu avaient démontré des gains importants grâce

à des initiatives de ce type, plus encore que les élèves qui ont déjà accès à leurs propres appareils.

« Apportez votre équipement personnel de communication »

Le principe « Apportez votre équipement personnel de communication » (AVEC) est une autre méthode fréquente d'intégration de la technologie en classe. Utilisé par certaines écoles canadiennes pour accroître l'accès à la technologie sans avoir à engager le coût d'achat d'appareils pour chaque élève, le principe AVEC encourage les élèves à apporter leur propre téléphone intelligent, tablette ou ordinateur portatif à l'école et à les utiliser selon les besoins. Ces appareils leur permettent de créer des présentations, des balados, des cartes interactives et des conceptions graphiques, de participer à des vidéoconférences, et de collaborer avec leurs pairs et leurs enseignants. Une étude réalisée en 2019 par l'organisme People for Education a révélé que **62 p. 100 des écoles primaires et 74 p. 100 des écoles secondaires de l'Ontario encouragent le principe AVEC d'une certaine façon**, que ce soit pour des cours précis, lors de journées en particulier ou pour tous les élèves sans restriction¹³.

Le principe AVEC offre plusieurs avantages et bon nombre de nouvelles possibilités d'apprentissage. Un projet-pilote de huit mois récemment lancé par le ministère de l'Éducation de l'Alberta étudiant l'efficacité du principe AVEC pour les éducateurs a conclu que **ce principe avait amélioré le rendement scolaire et permis aux éducateurs d'interagir plus facilement avec les élèves. Les enseignants ont également indiqué que les élèves qui utilisaient leur propre appareil participaient davantage à leur apprentissage et s'y investissaient encore plus**¹⁴. En utilisant le même appareil à l'école et à la maison, les élèves profitent également de possibilités d'apprentissage élargies. Bien qu'il comporte de nombreux défis, **le principe AVEC permet aussi de rediriger les investissements touchant les technologies à l'école vers des secteurs comme l'amélioration de la vitesse Internet ou la mise en place de capacités technologiques telles que le montage vidéo de pointe et de nouveaux outils ou logiciels**¹⁵. **Aussi, le principe AVEC peut s'avérer extrêmement utile pour les élèves ayant une incapacité, qui peuvent ainsi utiliser leurs technologies d'assistance actuelles pour accéder à des ressources d'apprentissage d'une manière inclusive et ergonomique.**

Malgré tous ses avantages, cette pratique comporte des inconvénients. Tout comme l'utilisation de la technologie en classe en préoccupe plusieurs, les appareils peuvent être une distraction lorsque les élèves les utilisent pour accéder à du contenu non scolaire pendant les heures d'enseignement. Un défi supplémentaire se pose quant à l'intégration de multiples systèmes d'exploitation, laquelle peut créer des obstacles au soutien technique ou à la résolution de problèmes pour les enseignants. **Aussi, et surtout, le principe AVEC peut mettre en évidence les obstacles financiers et les inégalités socioéconomiques dans la salle de classe. Puisque certaines familles n'ont pas les moyens financiers d'acheter les appareils d'apprentissage les plus récents, la mise en lumière de ces distinctions peut entraîner des difficultés à l'école ou créer un stress financier sur les familles.**



Situation actuelle de la technologie en classe

Aperçu : Les appareils Chromebook dans les écoles

Les appareils Chromebook sont essentiellement des ordinateurs portatifs qui emploient le système d'exploitation Chrome de Google. Ces appareils utilisent une connexion Internet, et la plupart des applications et des données sont stockées dans le nuage (auquel le navigateur Web Chrome donne accès)¹⁶. L'intégration de Google et la nature infonuagique de ces appareils constituent leur caractéristique déterminante.

Avantages et popularité croissante

Plusieurs facteurs contribuent à la popularité croissante des appareils Chromebook dans les salles de classe. La similarité de leur aspect physique avec les ordinateurs portatifs est un de ces facteurs. Ce facteur, ainsi que leur similarité de conception et de fonctionnalité avec les ordinateurs portatifs, fait en sorte que certains enseignants sont plus à l'aise d'utiliser ces appareils que les tablettes¹⁷.

Par ailleurs, la nature infonuagique de ces appareils sous-entend une intégration uniforme à la suite de logiciels de Google destinée aux classes, pouvant ainsi réduire le nombre d'étapes requises pour récupérer ou donner des travaux¹⁸. **Le stockage automatique des données dans le nuage a aussi été jugé bénéfique pour les élèves puisqu'ils peuvent avoir accès à leurs travaux en ouvrant une session à partir de n'importe quel appareil.**

Une recherche canadienne portant sur ce sujet a trouvé de nombreux avantages liés aux appareils Chromebook, notamment leurs logiciels stables et durables, ainsi que les possibilités qu'ils offrent concernant l'apprentissage continu en fonction des différents besoins et styles d'apprentissages¹⁹. **Leur faible coût (250 \$) a été un facteur crucial pour favoriser leur adoption à grande échelle**, surtout pour les écoles qui adhèrent au principe de l'apprentissage individuel²⁰. Une étude fait observer que le prix est un facteur déterminant lorsqu'il faut acheter 32 000 appareils²¹.

Défis et autres points à considérer

Les avantages qui ont moussé la popularité des appareils Chromebook dans le domaine

de l'éducation sont nombreux, mais quelques difficultés majeures sont tout de même à prendre en considération. **Comme leur interface est basée sur le Web, les appareils Chromebook (ou d'autres accessoires électroniques) nécessitent une connexion Internet suffisante et fiable, sans laquelle les élèves ne peuvent pas profiter du système d'exploitation infonuagique intégré.**

Des préoccupations entourant la protection des renseignements personnels et l'utilisation des données sont aussi soulevées par rapport à ce type de technologie, des préoccupations qui se sont particulièrement accentuées ces dernières années étant donné l'essor du marketing ciblé et des nouvelles utilisations des données massives. Qui plus est, l'adoption générale et la banalisation de la technologie ont également mené à la conviction croissante voulant que les élèves et leurs parents ne puissent pas véritablement refuser d'utiliser ces appareils en raison d'un manque de solutions de rechange raisonnables²².

Enfin, les sommes que les entreprises technologiques investissent dans les écoles apporteraient des avantages à long terme notamment en guidant les jeunes utilisateurs vers des marques particulières et en les fidélisant²³. C'est pourquoi de nombreuses personnes ont soulevé **des questions visant à déterminer si l'intégration de la technologie dans les salles de classe vise davantage à offrir aux élèves la formation nécessaire ou encore à former des associations positives et solides entre les marques et les jeunes consommateurs**²⁴.

Aperçu : Appareils iPad dans les salles de classe du Québec

Depuis 2013, le Québec étudie l'usage pédagogique des appareils iPad. Une étude menée auprès d'un échantillon de 6 057 élèves et de 302 enseignants s'est penchée sur les avantages et les inconvénients découlant de l'adoption de ces appareils dans les écoles. Comme les avantages l'emportaient sur les inconvénients, l'étude a conclu que **l'adoption des tablettes dans les salles de classe à des fins éducatives était un risque nécessaire, étant donné leur potentiel cognitif élevé** (capacité mentale liée au raisonnement, à la résolution de problèmes, à la planification et à la pensée abstraite)²⁵. **Toutefois, les éducateurs doivent suivre une formation pertinente pour apprendre à gérer le processus de mise en œuvre afin d'assurer une transition harmonieuse.** Lorsqu'ils sont mis en service et utilisés correctement, les appareils iPad s'avèrent extrêmement efficaces dans les espaces d'enseignement.

« J'utilise des appareils iPad avec mes élèves pour les recherches. Ils viennent de terminer un projet sur une carrière, lequel comportait la rédaction d'un texte et une présentation orale. Ils devaient déterminer notamment la formation et les compétences nécessaires, ainsi que le salaire, et ils pouvaient utiliser leur iPad. Comme ce projet se déroulait dans le cadre d'un cours d'anglais langue seconde, les appareils leur ont permis d'utiliser un dictionnaire en ligne, de même que Google Traduction. »

L'utilisation d'appareils iPad en classe apporte des avantages importants. Bien que

l'accès élargi à diverses ressources et l'acquisition de compétences numériques de base soient manifestement des avantages, il a été prouvé que **l'utilisation d'appareils iPad en classe augmente les niveaux de motivation et permet de développer des capacités de bases essentielles comme la collaboration, le travail d'équipe, l'agilité et la créativité.** Dans son Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur²⁶, le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec énonce son objectif de devenir un chef de file mondial en matière de compétences numériques et de méthodes pédagogiques afin de mieux préparer les apprenants d'aujourd'hui. Ce mandat encourage particulièrement l'intégration et l'utilisation de technologies pour favoriser un taux de réussite plus élevé chez les apprenants québécois et souligne l'importance des appareils iPad et des technologies connexes qui contribuent à la réalisation de cette vision²⁷.

« À mon avis, l'intégration des appareils iPad au Québec va continuer de prendre de l'ampleur. Une foule d'applications Apple qui ne sont pas nécessairement conçues pour la classe deviennent populaires elles aussi. Je pense à GarageBand, que nous utilisons pendant le cours de musique. Une autre collègue se sert de GarageBand pour faire de l'animation image par image avec nos élèves. Nous découvrons que des outils qui ne sont pas nécessairement destinés à être utilisés en classe recèlent tout de même des possibilités uniques à des fins éducatives. »

Comme de nombreux outils technologiques, les appareils iPad comportent un potentiel de distraction ou de déconcentration. Au bout du compte, le coût de ces produits représente l'un des plus grands inconvénients. Même si Apple offre des prix concurrentiels à tous les niveaux scolaires (de la maternelle à la 12^e année et au-delà), l'appareil peut tout de même coûter plus de 400 \$. Même si ce prix est inférieur à la moitié du tarif du marché, il est essentiel de mettre en place des politiques d'approvisionnement efficaces qui établissent un partenariat entre les établissements d'enseignement et les fournisseurs de technologies. Ce genre de collaboration peut mieux soutenir les établissements scolaires qui souhaitent acquérir les appareils électroniques dont les élèves d'aujourd'hui ont besoin pour réussir. En dépit de ces préoccupations et d'une concurrence accrue, l'appareil iPad d'Apple demeure l'appareil le plus utilisé dans le monde à des fins éducatives²⁸.

Aperçu : Sphero

La gamme de produits Sphero réunit la robotique physique, des plateformes d'application et des expériences de codage pour de nouveaux types d'apprentissages en classe. L'un des produits les mieux connus de cette gamme de produits est le robot SPRK (acronyme anglais signifiant « élèves, parents, robots et enfants »). Le robot SPRK est conçu pour initier un vaste public aux concepts du codage et de la robotique. Il se branche facilement à un téléphone intelligent ou à une tablette au moyen d'une connexion Bluetooth pour envoyer et recevoir des instructions. Dotés de moteurs qui leur permettent de se mouvoir dans toutes les directions et de sauter, ainsi que de lumières, ces appareils peuvent obéir aux commandes des utilisateurs par le biais d'un codage de base. Dans le cadre de jeux ou de projets éducatifs en classe, les élèves commandent le robot à partir de leurs appareils intelligents.

Les produits SPRK de Sphero utilisent un langage C appelé OVAL, lequel peut être compris par les jeunes élèves. Il ne nécessite aucune expérience antérieure en matière de codage et lance le processus éducatif lentement en utilisant un processus glisser-déplacer pour contrôler les fonctionnalités, dont la vitesse, la direction et les changements de couleur²⁹. L'un des points forts de la conception de cet appareil est sa capacité de s'adapter à différents publics, allant des élèves qui s'initient au codage aux élèves du secondaire qui suivent des cours en informatique. Les jeunes élèves peuvent utiliser de simples bulles-commandes « glisser-déposer » pour faire bouger leur robot Sphero et, en faisant glisser un bouton, ils peuvent aussi voir une partie de la syntaxe informatique brute cachée derrière les commandes. Bien que rudimentaire, cette fonctionnalité est essentielle, car elle inculque aux jeunes enfants les notions de transparence et d'explicabilité liées aux technologies, en plus de faciliter l'apprentissage continu et efficace dans cette discipline. À titre d'exemple, la commande « régler le cap sur 178 degrés » devient « ControlSystemTargetYaw = 178 » en langage OVAL³⁰.

Enseignement axé sur la technologie : Les petits génies de la technologie de la 5^e année de l'école primaire de Surrey-Centre

En 2018, le CTIC a assisté au lancement du programme CodeCan financé par le gouvernement fédéral, lequel était organisé par une classe de 5^e année de l'école primaire de Surrey-Centre, en Colombie-Britannique. Les élèves de cette école sont initiés au codage dès la maternelle. En 5^e année, ils possèdent déjà d'importantes connaissances en codage et en robotique. Comme le CTIC a pu le constater directement, les élèves de cette classe étaient capables d'utiliser le robot Sphero pour créer des cartes et de le programmer pour qu'il accomplisse certaines actions. Ils utilisaient d'autres applications, comme Bloxels, pour créer leurs propres plateformes de jeux vidéo. Ces outils étaient utilisés inclusivement et avec enthousiasme tant par les filles que les garçons.

De nombreux avantages ont mené à l'adoption des produits de la gamme Sphero, car ils sont considérés comme des appareils électroniques appropriés pour l'enseignement : le matériel est robuste (résistant à l'eau et aux chocs), une caractéristique essentielle dans une salle de classe; son boîtier transparent expose ses parties internes (comme le gyroscope, le moteur et l'accéléromètre), favorisant la participation des élèves et les encourageant à « fignoler » ou à essayer de régler les problèmes; et le robot se combine à des plateformes mobiles, facilitant le contrôle de l'expérience.

De nombreux éducateurs ont insisté sur la pertinence de ces produits en dehors des cours de robotique ou d'informatique. Ils peuvent être utilisés pour démontrer des concepts ou des principes dans une foule de domaines, dont voici quelques exemples :

- les mathématiques : présentation du concept des angles, des vitesses et des mesures (temps, distance, moyenne, médiane, modes par analyse de données);
- la géographie : latitude et longitude, navigation et cartographie par le biais du jeu de type « Battleship »;
- le langage : lien entre la conception et la narration, montrer aux élèves à « naviguer » une narration pendant que le robot agit comme un personnage ou une perspective en mouvement dans un environnement;
- l'art : utilisation du code pour créer des formes et des images (p. ex. en faisant rouler le robot dans la peinture).

L'intérêt des Canadiens est de plus en plus grand à l'égard de ces produits à des fins éducatives. De nombreux districts scolaires, surtout en Colombie-Britannique, envisagent ce domaine et fournissent des ressources éducatives aux enseignants qui pourraient être intéressés.

Aperçu : Raspberry Pi

Raspberry Pi est une autre application technologique populaire dans les salles de classe. Ce nano-ordinateur de la taille d'une carte de crédit se branche à une télévision ou à un écran et peut être utilisé par les élèves de tous les âges pour apprendre le codage de base et se familiariser avec l'électronique. Coûtant de 25 à 55 \$ selon les modèles, le Raspberry Pi est un ordinateur peu coûteux équipé d'un système d'exploitation à source ouverte bâti dans le but d'encourager l'accès à l'éducation et l'initiation à la technologie dès l'enfance. **Le Raspberry Pi est efficace pour enseigner aux élèves à utiliser la technologie, tout en les leur présentant comme des outils de tous les jours capables de résoudre des problèmes pratiques.**

Voici quelques exemples de projets entrepris par des élèves à l'aide du Raspberry Pi :

- blocage de publicités sur l'ordinateur à l'aide de l'application Pi-hole;
- création d'un robot Twitter au moyen du logiciel Python;
- création d'une page WordPress;
- création d'un jeu sur les feux de circulation à l'aide de voyants à DEL;
- utilisation de la carte d'extension Sense HAT pour créer un écran à réalité augmentée capable de faire des expériences scientifiques, de créer des jeux vidéo, etc.

Mis au point par la Fondation Raspberry Pi, au Royaume-Uni, cet ordinateur a été créé dans le but de donner aux élèves du monde entier accès à l'informatique et à la technologie numérique. Jusqu'à présent, le Raspberry Pi est utilisé dans des salles de classe au Canada, aux États-Unis, en Europe, et même dans certaines régions rurales d'Afrique. En 2017, le Centre informatique de Kuma a dirigé deux laboratoires Raspberry Pi dans des écoles du Togo³¹, offrant une éducation numérique essentielle à des élèves qui n'y avaient jamais eu accès.

Aperçu : Possibilités liées aux technologies émergentes en réalité virtuelle et réalité augmentée

La réalité virtuelle et la réalité augmentée sont des technologies dotées d'un grand potentiel en éducation. La technologie de la réalité virtuelle utilise des casques d'écoute pour générer une image ou un environnement simulé qui peut être exploré ou avec lequel il est possible d'interagir. Cette technologie peut être intégrée à des appareils coûteux et haut de gamme ou modifiée de façon à utiliser du matériel informatique simple (ou même être intégrée à un téléphone intelligent qui sert alors de visiocasque). La réalité augmentée superpose des images générées par ordinateur à une vision du monde de l'utilisateur, soit au moyen d'un casque spécial ou d'un téléphone intelligent. Le jeu sur mobile Pokémon Go est un exemple bien connu de la technologie de la réalité augmentée à l'œuvre. En éducation, les livres d'histoire à réalité augmentée ont prouvé qu'ils donnent de bons résultats en matière de mémorisation et de compréhension de lecture. De plus, les livres à réalité augmentée peuvent aider les élèves qui ont de la difficulté à comprendre le matériel en format texte, tandis que la composante de mouvements physiques de cette technologie peut aider les élèves qui vivent avec un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité. Comme cette technologie jouit d'une popularité croissante en dehors du monde des jeux, surtout en éducation, **il est prévu que plus de 15 p. 100 des écoles américaines seront dotées d'une technologie de réalité virtuelle d'ici 2021**³².

Une étude récente a mis en évidence les avantages des jeux éducatifs à réalité augmentée pour ce qui est de la participation, de l'intérêt, de la capacité de travailler en équipe et de la collaboration des élèves³³. **La réalité augmentée est particulièrement efficace puisqu'elle permet aux élèves de visualiser l'information et les concepts de façons nouvelles, offrant notamment une exploration pratique d'objets auxquels des images virtuelles ont été superposées**, comme lorsque des images virtuelles du système digestif sont superposées à l'image d'un torse humain. **La réalité augmentée peut transformer une salle de classe en un laboratoire plus interactif**³⁴, permettant aux élèves d'acquérir de nouvelles compétences tout en modifiant, au bout du compte, la façon dont ils interagissent avec le monde et résolvent les problèmes.

La technologie de réalité virtuelle est une autre innovation offrant la possibilité d'améliorer l'enseignement. Une étude récente menée par la revue scientifique *Nature Biotechnology* a révélé que les résultats d'apprentissage augmentaient de 76 p. 100 lorsque les élèves utilisaient une simulation ludique en laboratoire amplifiée par réalité virtuelle et de 101 p. 100 lorsque la réalité virtuelle était combinée à des méthodes d'enseignement traditionnelles³⁵. Comme la réalité augmentée, la réalité virtuelle peut susciter l'enthousiasme et la participation des élèves, là où les outils traditionnels d'apprentissage, comme les manuels et les travaux scolaires, ne donnent pas les résultats souhaités.

« Nous utilisons la technologie de réalité virtuelle pour aller à l'intérieur d'un volcan et en apprendre sur les différentes parties d'un volcan. Bon nombre d'écoles communautaires n'ont pas les moyens de voyager aussi loin. La réalité virtuelle facilite réellement l'apprentissage. »

La possibilité d'aider les élèves qui ont des déficiences sensorielles ou un déficit d'attention ou font de l'anxiété est un autre avantage de ces technologies de visualisation immersive³⁶. Ces technologies peuvent aussi être utilisées pour développer de l'empathie et mieux comprendre les autres cultures ou les réalités mondiales pertinentes. **Par exemple, les écoles peuvent utiliser la réalité virtuelle pour montrer à leurs élèves les conditions dans lesquelles vivent les réfugiés syriens qui fuient leur pays³⁷. En offrant un aperçu de première main de la vie de personnes qui vivent cette réalité, dont bon nombre sont des enfants, cette technologie permet aux élèves de mieux comprendre et d'interpréter cette crise internationale et de devenir, au bout du compte, des citoyens du monde plus engagés.** Ce n'est là qu'un exemple, mais cette technologie peut être appliquée à une foule de problèmes et d'événements mondiaux, allant des élections aux changements climatiques.

Aperçu : L'intelligence artificielle en éducation – Éducation intelligente, animateurs virtuels et plus encore

Dans une certaine mesure, les outils éducatifs comme ceux de l'entreprise Sphero utilisent l'automatisation et l'apprentissage machine, deux sous-ensembles de l'IA. De plus en plus présente en éducation, l'IA se prête à tous les contextes, qu'il s'agisse de simplifier les tâches administratives des éducateurs, de transformer les ressources éducatives ou d'aider les enseignants à évaluer les élèves et à élaborer leurs plans de cours. Bien que bon nombre de ces possibilités soient encore à l'étape du développement et de la mise à l'essai, il était estimé déjà en 2017 (il y a 3 ans) que le rôle de l'IA en éducation aux États-Unis pourrait augmenter de presque 50 p. 100 d'ici 2021³⁸. Les possibilités et les défis sont nombreux, et la section suivante présente quelques cas pratiques intéressants de l'IA qui sont actuellement appliqués en classe.

Contenu intelligent et possibilités d'apprentissage personnalisé

En règle générale, le contenu intelligent est un contenu personnalisé qui est mis à jour et actualisé en fonction des interactions de chaque utilisateur. Essentiellement, le contenu intelligent prend en compte des données comportementales, contextuelles et démographiques sur les utilisateurs, lesquelles sont toutes prises en compte dans la décision d'actualiser et de mettre à jour le contenu offert³⁹. L'objectif ultime est de faciliter et de valoriser l'apprentissage de l'utilisateur.

Plusieurs entreprises comme Content Technologies Inc., JustTheFacts 101 et Cram101 ont démontré le potentiel de l'IA par le biais d'un contenu intelligent en classe. Dans le cas de Cram101, l'IA est utilisée pour analyser le contenu de manuels et le décomposer en segments plus assimilables pouvant jouer le rôle de guides d'étude. L'IA de Cram101 allie l'assimilation de contenus à des possibilités pour les apprenants de tester leurs connaissances à mesure qu'ils progressent, en intégrant des tests à choix multiples ou des cartes-éclair après l'étude d'un nouveau concept ou d'un élément d'information essentiel⁴⁰. Facilement applicable dans les classes de la maternelle à la 12^e année, le contenu intelligent est également de plus en plus utilisé pour favoriser l'apprentissage continu et le perfectionnement en cours de carrière.

En outre, l'IA peut faciliter l'apprentissage personnalisé au moyen de logiciels adaptatifs ou de contenus intelligents ou personnalisés, aidant les enseignants à relever certains des défis liés à la difficulté de donner des cours personnalisés à de nombreux élèves. Les didacticiels adaptatifs pourraient aider à cerner les lacunes ou les défis en matière de compétences, puis fournir un contenu et modifier le matériel didactique ou le programme éducatif selon les besoins en vue d'améliorer les résultats d'apprentissage³⁸.

L'intelligence artificielle au service des éducateurs

Même s'il est impossible d'exagérer les immenses avantages que procurent les éducateurs humains, les capacités croissantes de l'IA apportent d'intéressantes possibilités d'aider les enseignants. Les applications très diverses de l'IA peuvent assister les enseignants dans leurs tâches quotidiennes et améliorer les résultats d'apprentissage.

Par exemple, certains projets exploratoires d'IA visent à réduire la charge de travail des enseignants au moyen de la génération automatique de tests et de l'évaluation automatique. Les systèmes d'IA actuels peuvent combiner des données provenant de sources complexes et variées dans le but de dégager des tendances, ce qui pourrait aider à vérifier et à évaluer les devoirs des élèves, en extrayant des informations des antécédents de chaque élève et des réponses des pairs. Il y a lieu de croire que les évaluations accumulées pourraient être mieux adaptées aux différents besoins et rendre inutile l'administration de tests à grands enjeux³⁹. Cette évaluation en temps réel pourrait également aider les enseignants à optimiser leurs plans d'apprentissage coopératif et à tenter de déterminer quels élèves sont susceptibles de ne pas obtenir leur diplôme afin de trouver des solutions proactives.

D'autres logiciels d'IA offrent une aide à l'enseignement grâce à une rétroaction corrective ciblée facilitant l'apprentissage des élèves. Il est d'ailleurs prouvé que cet enseignement assisté par l'IA peut améliorer les résultats d'apprentissage dans les domaines des STIM (sciences, technologie, ingénierie et mathématiques)⁴⁰, en plus d'aider les enseignants à analyser les données des élèves et à adapter leurs plans de cours pour mieux favoriser la réussite de leurs élèves. Au bout du compte, l'IA est un outil prometteur, car il complète les efforts des enseignants plutôt que de les reproduire. Certains ont fait observer qu'il est possible d'aider les enseignants, qui sont de plus en plus nombreux à devoir faire face à une hausse des heures de travail, à la complexité accrue des besoins des élèves et à la croissance du fardeau administratif.

Une récente enquête menée par McKinsey a révélé que les enseignants travaillent en moyenne 50 heures par semaine, un nombre qui aurait augmenté de 3 p. 100 au cours des 5 dernières années, selon l'enquête internationale menée par l'OCDE sur l'enseignement et l'apprentissage⁴¹. Même si la plupart des enseignants déclarent aimer leur travail, ils n'aiment pas forcément passer leurs soirées à corriger les travaux des élèves, à préparer leurs plans de cours ou à s'occuper de formalités administratives.

Il existe de nouvelles possibilités pour l'IA et d'autres technologies automatisées de simplifier le flux de travail afin de permettre aux enseignants de se concentrer sur les domaines que la technologie ne peut pas imiter, comme inspirer les élèves, créer des climats propices à l'apprentissage, résoudre les conflits, établir des liens et jouer le rôle de mentors auprès des élèves⁴².

Les possibilités favorables à l'utilisation croissante de l'IA dans les salles de classe sont nombreuses, mais certaines préoccupations devraient être prises en compte. À titre d'exemple, l'utilisation de l'IA pourrait créer de nouveaux défis en matière de protection des renseignements personnels et d'utilisation des données et nécessiter des analyses et des examens continus. Puisque les algorithmes d'apprentissage de l'IA sont fondés sur des données historiques, ils ont tendance à voir le monde comme une répétition du passé, ce qui pourrait soulever des questions éthiques. Des chercheurs ont fait observer que les évaluations fondées sur l'IA s'appuient probablement sur des critères qui pourraient refléter des préjugés culturels ou des indicateurs limités de réussite. Qui plus est, les systèmes d'IA peuvent avoir de la difficulté à composer avec les élèves qui sont créatifs, novateurs et « pas seulement des représentations moyennes de vastes collections d'exemples historiques⁴³ ». Pour le moment, nous ne faisons que commencer à explorer les capacités de l'IA, et d'autres recherches devront être menées au cours des prochaines années pour évaluer et mesurer les résultats, les obstacles et les possibilités.



Points de vue des éducateurs :

Défis et obstacles à l'intégration de la technologie en classe

Formation en technologie destinée aux éducateurs

Lorsqu'il est question d'intégration de la technologie dans les salles de classe, la formation des enseignants est l'un des obstacles le plus souvent soulevés par les éducateurs qui ont participé à la présente étude. Plus précisément, **les personnes interrogées ont pour la plupart convenu que les éducateurs ont besoin d'une formation supplémentaire et d'un perfectionnement professionnel pour intégrer correctement en classe les nouveaux outils numériques et les innovations technologiques.** Parmi les sujets de préoccupation soulevés, mentionnons le niveau d'aisance des éducateurs quant à l'utilisation des technologies numériques et **un manque de possibilités de formation et de ressources pour faciliter cette transition.**

« Je crois que les obstacles pour les enseignants concernent leur degré d'aisance à utiliser les nouvelles technologies et le manque de soutien pour les utiliser correctement. »

Réfléchissant à leurs propres compétences et aptitudes, **la majorité d'entre eux ont fait part d'un niveau mixte de « préparation » quant à leur capacité d'accueillir les changements technologiques. Une petite minorité estimait faire un excellent usage des nouveaux outils numériques et des nouvelles techniques d'enseignement, mais bon nombre d'entre eux ont déclaré éprouver des difficultés.** Les personnes interrogées ont nommé les nombreux domaines dans lesquels il faut posséder de l'expertise pour enseigner (notamment la pédagogie, la gestion de classe, la planification de la structure des cours, le respect des exigences du programme éducatif), précisant que ces domaines constituaient les éléments essentiels du rôle de l'éducateur. **Plusieurs ont dit avoir de la difficulté à ajouter des besoins supplémentaires comme l'intégration des technologies à leurs rôles, surtout sans formation supplémentaire.** De plus, comme la technologie évolue très rapidement, **de nombreux éducateurs ont fait valoir la difficulté d'apprendre à mieux utiliser les nouveaux outils, tout en maintenant un juste équilibre entre leur perfectionnement professionnel et leurs besoins dans d'autres domaines.**

Apple Teacher est un exemple de soutien aux éducateurs dans ce domaine. Apple Teacher est un programme de perfectionnement professionnel gratuit visant à soutenir les éducateurs qui souhaitent intégrer les produits Apple à l'enseignement et à l'apprentissage. Le programme permet aux enseignants **d'apprendre à utiliser les appareils iPad et les ordinateurs Mac, des connaissances qui pourront ensuite être appliquées dans le cadre d'activités avec leurs élèves.** Grâce au programme Apple Teacher, **les éducateurs peuvent également faire reconnaître les nouvelles compétences acquises,** ce qui peut ainsi les encourager à poursuivre leur parcours de formation. Les enseignants qui ont besoin d'apprendre les principes fondamentaux des produits Apple peuvent aussi obtenir un soutien gratuit auprès des spécialistes en perfectionnement professionnel de l'**Apple Teacher Learning Center**⁴⁴.

Pour en revenir au concept d'un programme de « reconnaissance » pour les enseignants qui acquièrent de nouvelles compétences par le biais du programme Apple Teacher, **les personnes interrogées ont mentionné que les microaccréditations représentaient pour les enseignants un moyen d'acquérir de nouvelles compétences et de combler les lacunes. Les microaccréditations sont considérées concrètement comme des formations de courte durée qui permettent à un enseignant non seulement d'améliorer sa maîtrise de nouvelles technologies, mais également de reconnaître à quel moment il convient ou non d'utiliser les nouvelles technologies numériques.** Beaucoup croient qu'il y a un moment et un endroit appropriés pour utiliser la technologie en éducation et qu'il n'existe aucune approche unique.

« Les enseignants devraient être mieux formés afin d'être en mesure de déterminer à quel moment il est approprié, ou non, d'utiliser la technologie. Elle n'est pas toujours utilisée de la façon la plus optimale. »

En plus des microaccréditations, plusieurs personnes interrogées **se sont dites favorables à l'idée de projets ou de partenariats avec l'industrie et des organisations externes, lesquels pourraient contribuer à offrir de la formation et à élaborer des politiques sur d'importantes considérations comme l'approvisionnement.** Cependant, alors que bon

nombre de répondants considéraient ce type de partenariat comme constructif, **certains ont soulevé des préoccupations concernant la présence accrue d'entreprises dans les salles de classe et des conséquences possibles pour les élèves**. Il est essentiel de concilier ces objectifs d'une façon transparente et responsable.

« Je crois que la technologie sera de plus en plus utilisée en classe et que ce n'est pas nécessairement une mauvaise chose. À mon avis, les enseignants ont simplement besoin d'un plus grand soutien et d'aide pour résoudre les problèmes, ainsi que de suivre une formation sur les nouvelles technologies et de mettre leurs connaissances à jour. »

Les opinions exprimées par les personnes interrogées s'harmonisent avec celles obtenues dans le cadre d'autres recherches menées au Canada et aux États-Unis⁴⁵. À titre d'exemple, **une étude de PwC menée en 2018 auprès de 2 000 enseignants de la maternelle à la 12^e année a révélé que seulement 10 p. 100 d'entre eux ont dit avoir confiance en leur capacité d'intégrer des technologies de haut niveau dans leurs salles de classe**. La vaste majorité a exprimé un besoin criant pour des programmes de formation de qualité sur les technologies émergentes⁴⁶. Quant à leur assurance en leur capacité d'utiliser et d'intégrer certaines technologies :

- 12 p. 100 ont déclaré posséder les compétences nécessaires pour utiliser et enseigner la robotique;
- 11 p. 100 ont dit qu'ils connaissaient bien l'analyse des données et le graphisme;
- 8 p. 100 ont dit bien connaître la programmation informatique⁴⁷.

En général, **une formation irrégulière, un soutien imprévisible et un manque de temps et de mesures incitatives pour explorer l'intégration de la technologie en classe ont tous été cités comme des raisons expliquant la transformation limitée de l'enseignement en classe, en dépit des investissements accrus dans les technologies**. Les personnes interrogées ont formulé des suggestions pour favoriser cette transition, dont les suivantes :

- la nécessité d'insister sur la formation permanente ou l'apprentissage continu tout au long des carrières en enseignement (plutôt que seulement sur la formation initiale);
- la nécessité pour les enseignants de déterminer à quel moment il convient, ou non, d'utiliser la technologie en classe et d'éviter de l'utiliser d'une façon superficielle ou élémentaire;
- la nécessité d'offrir une formation sur la façon d'utiliser la technologie pour communiquer efficacement (pas seulement sur les aspects techniques);
- la nécessité d'aider les enseignants à comprendre comment intégrer la technologie plutôt que de simplement exiger l'usage de la technologie;
- la nécessité de présenter les avantages (pour les enseignants) de comprendre les changements technologiques majeurs émergents, comme les données massives, l'apprentissage machine et les chaînes de blocs; l'instauration et la mise au point de microaccréditations pour les enseignants.

« En plus de la formation offerte pendant la première année, il faudrait aussi offrir une formation au cours des années subséquentes. Je crois que les enseignants auraient besoin de suivre plus régulièrement une formation sur la technologie dont nous disposons déjà. »

Coûts et accès

Les coûts et l'accès ont également été soulevés comme des obstacles majeurs à la mise en œuvre de la technologie en éducation. Les coûts et l'accès ont également été soulevés comme des obstacles majeurs à la mise en œuvre de la technologie en éducation, une situation exacerbée par l'évolution rapide des technologies puisque de nombreux appareils ont une durée de vie fonctionnelle limitée et que les coûts nécessaires pour conserver l'équipement à jour et en assurer la protection et le bon état de fonctionnement peuvent être élevés. Les personnes interrogées ont fait remarquer que le problème lié aux coûts nuit autant aux écoles qu'aux élèves.

- **Les districts scolaires ne disposent pas toujours de politiques d'approvisionnement efficaces et, par conséquent, n'ont pas toujours les fonds nécessaires** pour acquérir, entretenir et exploiter la nouvelle technologie. **Dans certains cas, les enseignants paient des appareils électroniques de leur poche.**
- **Les élèves et leur famille ont souvent de la difficulté à trouver l'argent nécessaire pour avoir accès à la maison aux appareils électroniques personnels** qui sont de plus en plus essentiels à leur éducation scolaire.

Ces obstacles ont été signalés par les répondants des petits districts scolaires, qui ont insisté sur l'incapacité de recueillir des fonds pour payer l'équipement utilisé en classe et souligné les difficultés auxquelles font face les familles lorsqu'elles doivent acheter du matériel pour leurs enfants (dans le cadre des programmes AVEC). Dans l'ensemble, **les programmes AVEC ont été cités comme de possibles contributeurs à l'amplification des inégalités et des écarts socioéconomiques** selon lesquels certains élèves peuvent s'offrir des téléphones intelligents, des tablettes et des ordinateurs portatifs haut de gamme, alors que d'autres doivent se limiter aux appareils beaucoup plus rudimentaires fournis par l'école.

Le casse-tête de l'approvisionnement : la nécessité de mettre en place des politiques d'approvisionnement efficaces en matière de technologie éducative

Comme mentionné précédemment, le coût élevé de la technologie est l'un des principaux défis auxquels font face les écoles du Canada et ailleurs dans le monde. Les fonds alloués aux nouvelles technologies devraient être dépensés par les décideurs de la façon la plus stratégique possible, mais les écoles ne disposent pas toujours de l'infrastructure nécessaire, comme des partenariats avec l'industrie ou des politiques d'approvisionnement efficaces, pour adopter les nouvelles technologies. Des politiques et des pratiques d'approvisionnement stratégiques et axées sur les résultats sont essentielles pour que toutes les décisions en matière de dépenses soient aussi efficaces et efficientes que possible. L'objectif des dépenses en technologie devrait être d'obtenir le meilleur produit sur le marché qui offre le maximum d'avantages dans des domaines comme la disponibilité du contenu, la formation des enseignants et le service après-vente de la part des vendeurs. Comme la plupart des écoles manquent actuellement de pratiques exemplaires en matière d'approvisionnement, elles connaissent souvent mal la vaste gamme d'outils offerts sur le marché et leurs avantages pour l'enseignement. Ce problème doit être réglé afin de mettre entre les mains des élèves la meilleure technologie de la façon la plus efficace possible.

Connectivité à large bande

En 2016, le CRTC a jugé que l'accès Internet à large bande était un service de télécommunication de base qui devait être disponible pour tous les Canadiens. **L'accès Internet est essentiel pour soutenir l'apprentissage numérique puisqu'il sert de pilier fondamental à tout système d'éducation prospectif qui démocratise l'accès des élèves à l'information et au contenu éducatif.** L'accès à Internet permet aussi aux enseignants de tirer profit d'outils d'enseignement de pointe, élimine les obstacles géographiques, et facilite les interactions avec les enseignants et les collègues⁴⁸. Les avancées en matière de connectivité ont permis de lancer des initiatives comme le projet sur la langue inuktitut, financé par le Conseil national de recherches du Canada, pour favoriser la préservation des dialectes régionaux. Le projet exploite la connectivité fiable pour offrir des moteurs de recherche propres au dialecte, des programmes de traduction et des correcteurs d'orthographe, tout en défendant les droits autochtones et la préservation culturelle⁴⁹.

Au cours des trois dernières années, les gouvernements provinciaux ont cherché à obtenir des résultats similaires et à offrir l'Internet haute vitesse dans toutes les écoles du Canada.

Par exemple, en 2017, le gouvernement de l'Ontario a annoncé son intention d'améliorer l'accès Internet haute vitesse à large bande dans les écoles en investissant dans une nouvelle infrastructure à fibre optique et la capacité du réseau dans l'ensemble de la province. Cette initiative a pour but d'offrir un accès Internet haute vitesse à tous les élèves d'ici 2021^{50 51}.

Cependant, **l'accès à Internet au Canada est loin d'être universel ou uniforme**. Dans le cadre des discussions, les éducateurs ont mentionné que **bon nombre des communautés n'ont pas accès à une large bande de qualité, les privant dans certains cas d'occasions d'utiliser et d'intégrer la technologie dans leur pratique. La connectivité à large bande est l'un des principaux obstacles relevés à l'accroissement de la présence de la technologie en classe**. La disponibilité de connexions Internet rapides et fiables est essentielle pour bon nombre d'applications, surtout celles permettant de communiquer, de diffuser des vidéos et d'utiliser des logiciels infonuagiques.

Bon nombre d'éducateurs ont fait remarquer que les **communautés plus petites ou plus isolées doivent souvent composer avec une large bande limitée, des technologies Internet par satellite lentes ou un service intermittent**. Bien que les importants problèmes de connectivité dans le nord du Canada soient bien connus, plusieurs des personnes interrogées ont indiqué que **la connectivité déficiente était un problème majeur dans les réserves autochtones et les régions rurales, ce qui a un impact autant sur les élèves que les éducateurs**.

Une des personnes interrogées a ajouté que **dans les régions ayant des problèmes de connectivité, le niveau d'aisance des éducateurs à utiliser des plateformes communes comme PowerPoint de Microsoft était aussi limité**. Cependant, puisque certaines écoles et régions doivent composer avec des difficultés sociales plus urgentes relatives à l'eau potable et aux compétences numériques de base, la formation des éducateurs sur les plateformes de pointe n'est donc pas une grande priorité.



L'apprentissage numérique en classe au Canada : de la maternelle à la 12^e année et au-delà

Alors que les outils numériques continuent de perturber et d'altérer le système d'éducation traditionnel, il n'existe aucune solution uniforme pouvant instantanément nous permettre de repenser le processus d'apprentissage. La transformation du système d'éducation est un processus long et complexe qui devrait se fonder sur une approche stratégique collaborative et itérative axée sur les résultats attendus des élèves et des objectifs à long terme.

Les éducateurs doivent combler l'écart de rendement et s'assurer que tous les élèves sont prêts à rivaliser sur le marché et à contribuer à l'économie numérique et qu'ils possèdent les compétences et les connaissances requises⁵². Réaffirmant ce besoin, une étude révèle que **56 p. 100 des parents ayant des enfants d'âge scolaire représentant les communautés urbaines, rurales et suburbaines au Canada sont inquiets à l'idée que leurs enfants n'acquièrent pas les bonnes compétences pour réussir dans l'économie émergente⁵³**. Parallèlement, **plus de 78 p. 100 des parents estiment que la meilleure façon pour leurs enfants de développer les connaissances nécessaires pour réussir est d'intégrer la technologie à l'école⁵⁴**. Une vision du succès pour les éducateurs intégrerait des parcours d'apprentissage comme le développement de compétences en vue du collège, d'une carrière ou d'une citoyenneté éclairée⁵⁵ à des approches d'apprentissage personnalisé qui répondent aux besoins éducatifs uniques des enfants. **De plus en plus, ce parcours d'apprentissage holistique est considéré comme inséparable de la technologie.**

L'apprentissage en ligne et l'apprentissage mixte

Au cours de la dernière décennie, les principes de *l'apprentissage en ligne*⁵⁶ et de *l'apprentissage mixte*⁵⁷ ont été adoptés dans l'ensemble des 13 provinces et territoires du

Canada. En fait, **le nombre d'élèves de la maternelle à la 12^e année participant à des cours d'apprentissage à distance et en ligne est demeuré relativement stable au cours des 6 dernières années, alors que les activités d'apprentissage mixte ont connu une hausse marquée.** Selon les données sur les inscriptions pour 2017-2018, le nombre d'élèves inscrits en apprentissage mixte de la maternelle à la 12^e année était d'environ 12,8 p. 100 de l'ensemble des élèves de la maternelle à la 12^e année au Canada. Bien que le taux de participation variait d'une province à une autre, **la Nouvelle-Écosse enregistrait le plus haut taux d'inscription en apprentissage mixte, soit 81,7 p. 100.**

Bien qu'ils ne soient encore qu'en phase initiale, l'apprentissage en ligne et l'apprentissage mixte concèdent des avantages déjà très clairs. Selon une récente recherche, **les élèves qui choisissent de suivre des cours en ligne se sentent mieux préparés à l'apprentissage postsecondaire puisqu'ils sont mieux outillés en tant qu'apprenants indépendants**⁵⁸. Les élèves ayant déjà suivi des cours d'apprentissage en ligne tendent à démontrer des niveaux de motivation supérieurs à l'égard de ces matières, lesquels se reflètent dans leurs notes finales plus élevées⁵⁹. Les recherches **indiquent aussi que l'apprentissage en ligne peut servir à réduire les taux de décrochage et à accroître les taux d'achèvement des études secondaires chez les élèves ayant une incapacité et des communautés autochtones**⁶⁰. Dans les régions rurales de Terre-Neuve-et-Labrador, grâce à l'éducation en ligne, des élèves autochtones ont indiqué qu'ils avaient **pris confiance en eux après avoir terminé et réussi le même cours que d'autres élèves ailleurs dans la province.** En ayant accès à l'apprentissage en ligne, ils estimaient que davantage de possibilités postsecondaires s'offraient à eux⁶¹.

Étude de cas : L'apprentissage en ligne en Ontario

La province de l'Ontario met présentement à l'essai diverses initiatives intéressantes sur l'intégration de la technologie dans les salles de classe. Un important changement dans la façon dont l'éducation est livrée a mené à l'élaboration de **cours en ligne à unités offerts aux élèves des écoles secondaires de l'Ontario. En 2006, la Stratégie d'apprentissage électronique de l'Ontario a été lancée dans 11 conseils scolaires de la province afin d'offrir des occasions d'apprentissage illimitées dans un environnement numérique changeant.** Selon des sondages menés par l'organisme People for Education, en 2019, **87 p. 100 des écoles secondaires de l'Ontario comptaient des élèves inscrits à des cours d'apprentissage en ligne.** Bien que ces cours s'adressent principalement aux élèves qui veulent accélérer leur parcours ou récupérer des crédits, **l'apprentissage en ligne peut aussi servir à répondre à des besoins d'apprentissage spéciaux ou à accéder à des cours qui ne seraient autrement pas offerts dans certaines communautés.**

Mettant davantage l'accent sur l'intégration de la technologie en classe, le gouvernement de l'Ontario a annoncé, en mars 2019, sa nouvelle vision du système d'éducation intitulée « L'éducation à l'œuvre pour vous ». Ces efforts comprendront le développement continu d'un nouveau système d'apprentissage en ligne⁶².

Le gouvernement ontarien croit fermement que les cours en ligne permettent aux élèves d'acquérir les compétences et les connaissances technologiques nécessaires pour le marché du travail⁶³. Les buts de la politique sont vastes : enseigner aux élèves à apprendre

de façon efficace dans de nouveaux environnements et les préparer à la formation en ligne au travail en font partie⁶⁴. D'autres districts scolaires, comme le Michigan, la Floride, l'Alabama, la Virginie et l'Arkansas, intègrent aussi l'apprentissage en ligne à leur programme éducatif.

La technologie dans les classes autochtones

Étude de cas : Saskatoon et l'utilisation de la technologie numérique dans l'enseignement aux Autochtones

L'Université de la Saskatchewan et le Programme d'éducation des enseignants autochtones ont récemment fait équipe pour intégrer des leçons historiques et traditionnelles dans les programmes et classes modernes. La sage pratique des Aînés qui consiste à toujours laisser un œuf dans le nid lorsqu'ils ramassent des œufs de canard peut être intégrée à la biologie, et **la réalité virtuelle et l'animation favorisent l'inclusion d'autres enseignements dans les écoles, permettant ainsi aux élèves de vivre des expériences plus interactives tout en participant aux pratiques autochtones et en respectant les traditions**⁶⁵.

La formation technologique offerte dans le cadre de ce programme porte sur l'inclusion du savoir local et des langues traditionnelles des élèves autochtones, ainsi que la collecte d'histoires auprès d'Aînés pour guider les plans de leçon. **Cette initiative a notamment pour but de fournir du contenu sur un site Web que les enseignants peuvent télécharger et insérer dans le programme.** Bien qu'elle n'en soit qu'à ses premières étapes, cette intégration de leçons locales et traditionnelles devrait favoriser la participation des élèves autochtones.

Étude de cas : Communautés autochtones et Connected North

Connected North, un programme de pointe exploité par TakingITGlobal, offre des possibilités de collaboration numérique aux éducateurs, aux professionnels de l'industrie et aux gouvernements de l'ensemble du Canada afin de créer des liens avec des jeunes autochtones de communautés éloignées. Initialement créé par Cisco, Connected North **encourage la participation des élèves des communautés autochtones éloignées en mettant à profit la technologie vidéo TelePresence bidirectionnelle de Cisco**⁶⁶. Cette technologie est conçue pour susciter **des occasions d'apprentissage du monde réel grâce à des « sorties scolaires » virtuelles, facilitant les discussions en personne, les visites et la formation qui ne seraient autrement pas accessibles dans les régions éloignées.**

« Grâce à Connected North, nous avons pu entrer en contact avec deux représentants de la Banque Scotia du centre-ville de Toronto. Nos élèves autochtones commençaient les mathématiques financières et ont eu l'occasion de parler directement avec des employés de la banque sur des sujets comme les hypothèques, le financement et les cartes de crédit. La matière ne venait donc pas juste de moi, mais aussi de personnes qui sont sur le terrain. »

Un des cofondateurs de TakingITGlobal explique que Connected North « **donne aux élèves accès à du contenu stimulant et novateur dans l'espoir d'accroître leur sentiment d'habilitation à l'école et dans la vie**⁶⁷ ». Son approche intègre des piliers clés qui harmonisent les technologies éducatives, notamment l'établissement de relations, l'habilitation au moyen de modèles de rôle, le contenu personnalisé, la réflexion au-delà de la classe, l'adaptation des attentes et l'inclusion de voix diversifiées⁶⁸.

Étude de cas : Éducation, codage et développement économique dans les communautés autochtones du nord du Canada

Le projet CODERSNORTH 2.0, lancé dans le nord du Canada et financé en partie par Innovation, Sciences et Développement économique Canada par le biais de l'organisation Elephant Thoughts, **combine la programmation informatique et du contenu pertinent sur le plan culturel pour les élèves autochtones**. Le programme **encourage également la participation des filles au secteur des technologies en offrant des camps de codage pour filles seulement et des occasions de stages numériques destinés aux filles**⁶⁹. Le programme fusionne des éléments de la culture autochtone avec des programmes de codage pour débutants qui utilisent la robotique Blockly et Lego. Les niveaux plus avancés du programme CODERSNORTH 2.0 utilisent Apple Swift, WordPress, Adobe Captivate et Scratch.

« Nous avons commencé par présenter à nos élèves le codage Scratch afin qu'ils comprennent le codage de bloc, puis nous leur avons montré les trousseaux Makey. C'est vraiment intéressant de combiner les deux. Nous avons même ces petites balles Sphero SPRK qu'ils doivent coder pour les faire bouger. »

Elephant Thoughts explique que « **les éducateurs considèrent le codage comme un instrument de développement et de croissance de l'emploi là où les possibilités sont limitées. Ces plateformes incitent les élèves à participer et répriment les taux d'absentéisme élevés. Nous y voyons aussi une occasion pour les Premières Nations de se faire entendre par le biais de la technologie. Nous y voyons des solutions aux pénuries d'enseignants, et bien plus**⁷⁰. » La valeur du programme repose sur l'exploitation des thèmes culturels régionaux et la programmation informatique tout en encourageant l'éducation continue dans un format accessible et respectueux.

Étude de cas : L'apprentissage de la technologie chez les Autochtones et les programmes d'apprentissage de langue orale

Au Canada, l'intégration de la technologie à des programmes d'apprentissage d'une langue autochtone orale est significative. Par exemple, l'outil holistique et interactif « Help Me Tell My Story » évalue le développement du langage oral chez un enfant. Lancé en 2011, l'outil a été mis à jour et remanié en 2017. Il se fonde sur le contenu et le savoir associés aux Premières Nations et aux Métis et est offert à tous les enfants de prématernelle et de maternelle en Saskatchewan pour améliorer l'apprentissage précoce⁷¹. Il comprend

l'utilisation d'appareils iPad, de portails virtuels et d'un site Web public. L'outil a été adopté par 4 900 élèves (1 691 élèves autodéclarés des Premières Nations et des Métis) dans 116 écoles⁷² et recueille des données auprès des élèves, des fournisseurs de soins, des enseignants et des Aînés dans la communauté locale. Les données sont téléchargées à partir d'un appareil iPad vers un portail Web afin d'y accéder immédiatement à des fins d'évaluation dans le cadre d'une approche communautaire axée sur les forces de l'apprentissage⁷³.

L'utilisation d'une approche stimulante et interactive qui tient compte des perspectives des Premières Nations et des Métis est considérée par les intervenants comme une occasion de favoriser la participation des familles et des élèves et les taux de diplomation et d'encourager l'adoption d'une approche holistique de l'éducation au moyen de pratiques d'enseignement pertinentes sur le plan culturel. Les possibilités d'améliorer les évaluations faites par les enseignants et d'accroître la participation des parents ne sont que quelques-uns des avantages découlant de ce programme. Les enseignants qui mènent ces évaluations sont à l'aise d'utiliser le portail des éducateurs et ont suivi une formation en la matière. Le portail offre des commentaires opportuns aux enseignants et aux fournisseurs de soins. Par conséquent, la rétroaction des participants était positive, et des impacts positifs initiaux sur la réussite scolaire ont été observés⁷⁴.

La technologie a aussi été utilisée pour l'apprentissage précoce des langues en Nouvelle-Écosse grâce à l'outil d'évaluation de l'alphabétisation « Antle Discovers His Voice ». Dans le cadre d'efforts pour protéger la langue mi'kmaq, l'organisme Mi'kmaw Kina'matnewey a fait équipe avec Sprig Learning et le ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance de la Nouvelle-Écosse pour créer ce programme⁷⁵. Il a été lancé en 2017 dans le cadre d'une approche holistique de l'apprentissage et de l'évaluation en vue de soutenir l'apprentissage de la langue orale chez les enfants âgés de 3 à 6 ans. Le programme combine l'utilisation d'un appareil iPad et d'une marionnette original appelée Antle afin d'évaluer l'utilisation des langues et leur maîtrise à la maison, à l'école et dans la communauté élargie. Ces marionnettes inclusives sur le plan culturel portent différents vêtements micmacs et font face à différents problèmes et cadres familiaux. Le programme peut aussi être utilisé pour d'autres langues et par tous les enseignants⁷⁶.

Les données sont recueillies et partagées sur une plateforme infonuagique à laquelle les enseignants et les élèves peuvent se connecter pour obtenir des activités d'apprentissage personnalisé en vue de faciliter le développement langagier en mi'kmaq et en anglais⁷⁷. Les activités ont été bien accueillies par les enfants, alors que les enseignants et les parents profitent de la qualité accrue des renseignements sur les évaluations pour promouvoir la littératie à un jeune âge⁷⁸.

Aperçu : Comment la technologie peut aider les élèves ayant une incapacité

Les entrevues réalisées auprès d'éducateurs de partout au Canada ont mis en lumière plusieurs possibilités uniques d'utilisation des technologies en classe pour aider les élèves ayant une incapacité. Bien que la définition ne soit pas uniforme, l'« incapacité » renvoie aux déficiences physiques, mentales, intellectuelles ou sensorielles épisodiques ou à

long terme qui altèrent les mouvements, les sens ou les activités d'une personne. Elles peuvent être présentes dès la naissance ou découler d'une blessure ou d'une maladie. Les incapacités incluent les suivantes :

- les problèmes de mobilité;
- la perte de vision;
- la perte d'audition;
- les problèmes de communication;
- le trouble du spectre de l'autisme;
- les troubles du développement (p. ex. syndrome de Down, trouble du spectre de l'alcoolisation fœtale, déficiences intellectuelles);
- les difficultés d'apprentissage (p. ex. trouble déficitaire de l'attention, TDAH, dyslexie, dyscalculie, dysgraphie);
- les problèmes de santé mentale;
- les problèmes liés à la douleur;
- les problèmes de flexibilité et de dextérité.

Certains éducateurs ont précisé que la technologie a favorisé le partage du matériel pédagogique et le suivi des affectations. Par exemple, le recours aux programmes d'apprentissage individuel permet aux élèves de travailler à leur propre rythme. Ainsi, ils peuvent relire les leçons grâce à des indices écrits et visuels pour s'assurer de bien comprendre le matériel et de bien l'assimiler. Ce type de solution est particulièrement intéressant pour les personnes ayant de légères difficultés d'apprentissage, surtout en lecture et en écriture.

La technologie d'assistance démontre aussi clairement dans quelle mesure son utilisation par les élèves ayant une incapacité peut être bénéfique. **Les personnes interrogées ont constaté que l'intégration élargie de la technologie en classe élimine la stigmatisation associée à la technologie d'assistance pour les élèves ayant des besoins fonctionnels en matière d'éducation.** Alors qu'il y a 10 ans la technologie pouvait mener à l'identification d'un élève ayant une incapacité, aujourd'hui, elle peut rassembler et rapprocher les élèves.

Les logiciels de conversion de texte en parole, qui peuvent aider les élèves ayant de la difficulté à lire les caractères normaux, en sont un exemple⁷⁹. Les logiciels éducatifs qu'offrent les grandes entreprises technologiques de ce secteur cherchent également à accroître l'accessibilité au moyen de diverses fonctionnalités comme les modes à fort contraste, les options de résolution d'écran ou de grossissement des caractères, la saisie intuitive, et l'accès guidé pour les personnes souffrant d'autisme ou d'autres déficits d'attention ou déficiences sensorielles^{80 81}. Un éducateur canadien qui en a personnellement fait l'expérience dans le cadre de cette étude a fait remarquer que **la traduction orale (au moyen d'un logiciel de conversion de la parole en texte) a permis de combler le fossé de communication pour un élève sourd qui apprenait également l'anglais.**

« Chaque semaine, je donne à mes élèves du contenu à lire, à regarder ou à écouter pour lequel ils peuvent utiliser différentes technologies. Les réactions sont très positives. Ils apprécient disposer d'autres façons d'accéder au contenu puisque leurs styles d'apprentissage et les obstacles qu'ils rencontrent varient. Un volet est évalué alors ils n'ont pas le choix de participer, mais il est facile de les amener à répondre aux enjeux examinés chaque semaine. »

Optimiser la conception universelle

La conception universelle (aussi parfois appelée *conception inclusive* ou *équitable*) désigne des principes de conception qui visent à améliorer les produits ou les lieux afin que tous et toutes, sans égard à l'âge ou à la capacité, les comprennent, y aient accès et les utilisent⁸². Les éléments de la conception universelle qui favorisent l'accessibilité peuvent aider de nombreux groupes qui rencontrent des difficultés. Par exemple, **les technologies numériques et le sous-titrage en direct aidant les personnes ayant des déficiences auditives peuvent aussi aider d'autres groupes qui sont confrontés à des barrières linguistique.**

« L'avantage de la technologie, c'est qu'elle permet aux élèves adoptant différents styles d'apprentissage, ayant différentes capacités d'apprentissage et provenant de différents milieux culturels d'adapter leur apprentissage au niveau qu'ils désirent tout en trouvant en même temps du contenu qu'ils aiment. »

Déficiences auditives

Selon l'Association des Sourds du Canada, environ 1 Canadien sur 10 connaît une perte auditive dans une certaine mesure⁸³. Alors que la technologie est de plus en plus présente dans les salles de classe, sa capacité d'aider ces élèves s'accroît grandement. Par exemple, **la technologie peut aider les personnes ayant une perte auditive grâce à l'utilisation du sous-titrage du texte audio, du sous-titrage en direct⁸⁴ ou de la conversion texte-parole ou parole-texte, ou encore à l'intégration d'appareils électroniques et d'appareils auditifs** (offrant différents modes pour rehausser certaines fréquences ou utilisations)⁸⁵. Autre exemple : les options permettant de passer à l'audio mono (plutôt qu'à l'audio stéréo), qui peuvent donc jouer le même son dans les deux écouteurs ou haut-parleurs, aident les utilisateurs souffrant d'une perte auditive ou malentendants d'une oreille à vivre une meilleure expérience auditive. Dans un monde de plus en plus diversifié et connecté à l'échelle internationale, la capacité de répondre à de multiples besoins auditifs peut aider les élèves à s'adapter à de nouveaux cadres d'apprentissage.

Déficiences visuelles

Les applications et possibilités technologiques peuvent également aider les personnes ayant une déficience visuelle, telle qu'elle est désignée par l'Organisation mondiale de la Santé. Il peut s'agir d'une déficience visuelle (toute perte ou anomalie de la structure anatomique ou d'une fonction physiologique ou psychologique) qui ne peut pas être corrigée par les moyens habituels (comme des lunettes), de daltonisme (qui peut compliquer la lecture ou d'autres activités) ou de cécité (perte partielle ou totale de la vision, engendrant des désavantages sociaux)⁸⁶. Compte tenu de ces difficultés, de nombreuses solutions ou fonctionnalités ont été conçues pour remédier à des obstacles précis. **Les fonctionnalités d'accès fréquentes pour les personnes ayant une déficience visuelle incluent l'ajustement de la taille du texte, le grossissement des caractères, les lecteurs d'écran (parole synthétisée) pour la description, le rajustement de la taille du curseur de souris, les modes à fort contraste (facilitant la visibilité), les options de couleur (pour le daltonisme) et le soutien aux convertisseurs en braille.** Les saisies sélectives sont également possibles pour souligner le texte grâce à des fonctionnalités de type « sélectionner pour parler » ou faciliter la navigation et les descriptions du contenu affiché à l'écran (même pour ceux qui sont incapables de voir)⁸⁷.

Déficiences physiques

La technologie peut aider les élèves qui ont des déficiences physiques ou des problèmes de coordination qui les empêchent de participer pleinement en classe⁸⁸. Alors que les écrans tactiles peuvent nécessiter un certain niveau de dextérité, **les facteurs relatifs à la conception d'interfaces et d'expériences utilisateurs sont de plus en plus envisagés pour améliorer la convivialité. Le développement d'écrans tactiles qui peuvent être contrôlés par un interrupteur externe ou un toucher général à l'écran, des mouvements de la tête ou des expressions faciales en sont quelques exemples⁸⁹.** Le « contacteur au souffle » est une technologie d'assistance utilisée pour envoyer des signaux vers un appareil, à l'aide de la pression d'air, en « aspirant » ou « soufflant » dans une paille ou un tube. Elle est surtout utilisée par des personnes dont la dextérité manuelle est réduite.

Les gestes tactiles personnalisés, les autres méthodes de saisie ou les contrôles adaptatifs qui remplacent les écrans tactiles sont également de plus en plus répandus. Même au niveau de base, la possibilité de rajuster les contrôles tactiles et la sensibilité de l'écran peut faciliter la navigation et l'utilisation des appareils. Remplacer un clic physique sur une souris (qui peut représenter un défi en matière de dextérité) par un clic automatique lorsque le curseur arrête de bouger en est un bon exemple⁹⁰.

Difficultés d'apprentissage ou troubles du développement

Les technologies numériques offrent aussi de nombreuses applications pour aider les élèves ayant des difficultés d'apprentissage ou des troubles du développement et réduire la différence perçue entre pairs. Un rapport révèle qu'entre **80 et 85 p. 100 des élèves en éducation spécialisée peuvent atteindre les mêmes normes de réussites que les autres élèves⁹¹ s'ils disposent d'un enseignement spécialement adapté, d'un accès approprié et**

de mesures d'adaptation⁹². L'utilisation appropriée et réfléchie de la technologie éducative peut faire partie d'une stratégie globale visant à soutenir les élèves ayant une incapacité et à réduire les écarts de réussite.

L'autisme désigne un éventail de conditions découlant des difficultés associées à la socialisation, au comportement et à la parole. L'application de la technologie à ces difficultés est tout aussi diversifiée⁹³. La technologie a aidé des élèves ayant besoin, par exemple, de réponses immédiates à des questions ou à des commentaires. Les appareils qui offrent des communications en temps réel (sans interrompre les leçons présentées en classe) leur facilitent la tâche⁹⁴. Des logiciels peuvent également être utilisés pour aider les élèves à se concentrer sur les tâches assignées, la fonctionnalité Accès guidé d'Apple étant un exemple clé. **Cette fonctionnalité aide les personnes souffrant d'autisme ou de déficiences sensorielles en limitant l'accès ou la saisie dans les appareils électroniques, limitant ainsi les distractions**⁹⁵. D'autres fonctionnalités logicielles peuvent aider à condenser de longs textes afin de les rendre plus faciles à comprendre pour différents publics⁹⁶. Les avantages engendrés par l'enseignement assisté par ordinateur et les logiciels destinés aux élèves ayant une incapacité sont essentiels pour créer un milieu éducatif où tous les élèves peuvent exceller.



Conclusion

Des efforts pour mieux intégrer la technologie dans les classes de maternelle à la 12^e année sont déployés depuis des décennies, mais de nouvelles possibilités continuent de se manifester grâce à la puissance et à l'omniprésence des appareils électroniques modernes. Guidée par les points de vue de première main d'experts en éducation de partout au Canada, la notion de la technologie en classe est perçue comme grandement positive. Il est reconnu depuis longtemps que la présence de la technologie en classe donne accès à du matériel d'apprentissage, à des connaissances et à des contacts de partout dans le monde. Les produits et les services continuant d'évoluer, de simples logiciels en nuage aux applications de pointe de réalité augmentée et de réalité virtuelle aux fins de l'apprentissage, la technologie peut stimuler la participation en favorisant l'apprentissage des élèves de la manière qui convient le mieux aux styles et aux besoins de chacun.

Internet a rapproché le monde grâce aux relations et aux communications mondiales accrues qui permettent une meilleure distribution des connaissances. La technologie offre des occasions uniques d'aider à réduire les inégalités éducatives et les écarts de réussite chez les élèves, y compris ceux provenant de milieux différents ou ayant des capacités différentes. Parallèlement, l'utilisation de la nouvelle technologie encourage les élèves à changer leur façon de penser, de collaborer et de résoudre les problèmes.

Bien que l'intégration efficace de la technologie en classe présente des défis, notamment les coûts marginaux, l'accès à large bande, les nuances culturelles, la formation des éducateurs et la nécessité d'établir des politiques et des pratiques efficaces en matière d'approvisionnement, elle est aussi essentielle pour que les élèves acquièrent les compétences dont ils auront besoin pour l'avenir. Des connaissances et des compétences numériques sont de plus en plus nécessaires pour composer avec bon nombre de défis mondiaux, et les élèves doivent développer ces compétences tôt dans leur parcours éducatif.

Annexe A : Méthodologie de recherche

La méthodologie de recherche utilisée dans la préparation du présent rapport consistait en une combinaison de recherches primaires et secondaires.

Recherche primaire

La recherche primaire pour cette étude comportait une série de 16 entrevues menées auprès d'éducateurs et d'experts en éducation de partout au pays. Les entrevues ont joué un rôle important dans la collecte de points de vue sur les tendances et les besoins en matière d'éducation de la maternelle à la 12^e année. Les personnes interrogées ont été choisies selon leur emplacement (régions urbaines et rurales, ainsi que les communautés autochtones), leur rôle ou responsabilité, leur lien avec la technologie, leur leadership administratif, ou l'influence qu'ils exercent sur la formation des enseignants et l'utilisation de l'équipement.

Une série de questions d'entrevue structurées ont été conçues pour déterminer la relation préexistante des personnes interrogées avec la technologie, l'apprentissage des élèves, leur influence sur les programmes et les politiques, leur utilisation actuelle des technologies éducatives, et leurs points de vue indépendants à l'égard des tendances technologiques. Les données qualitatives découlant de ces entrevues ont été extraites de façon agrégée pour établir le fondement de cette étude.

Recherche secondaire

La recherche secondaire pour cette étude portait sur une analyse de la littérature disponible. Un examen approfondi de la littérature a été mené et utilisé pour souligner ou clarifier des thèmes, des tendances et des réalités émergentes clés.

Limites de la recherche

Bien que le CTIC ait tenté de s'assurer que le processus de recherche pour cette étude soit aussi exhaustif que possible, il existe tout de même certaines limites. L'échantillon relativement petit de personnes interrogées (16) en est une. Ces réponses, bien qu'intéressantes, doivent être examinées comme des points de vue et non comme des « tendances » objectives représentant l'ensemble du pays.

Le présent rapport traite aussi des obstacles perçus à l'éducation pour les personnes ayant une incapacité, lesquels sont liés à l'intégration de la technologie dans les pratiques éducatives. Des efforts ont été déployés pour s'assurer que le langage utilisé est conforme à la Convention des Nations Unies relative aux droits des personnes handicapées, mais le CTIC reconnaît que le langage et la terminologie utilisés pourraient devenir désuets.

Lors de la préparation de ce contenu, le CTIC a cherché à utiliser les termes les plus respectueux possible (tout en reconnaissant que la terminologie la plus appropriée peut changer au fil du temps) et a réalisé cette recherche avec l'intention de respecter la dignité et les droits inhérents de tous et toutes.

Annexe B : Études de cas internationaux sur l'éducation en classe

Bangalore (Inde)

Dans une école publique de Bangalore, des technologies grand public ont été utilisées pour encourager les élèves de la 4^e à la 8^e année à participer à diverses matières comme les mathématiques et l'anglais, notamment des ordinateurs portatifs, le casque Google Cardboard et le périphérique Kinect afin de proposer de nouvelles activités et d'explorer divers sujets. Ces différents appareils de réalité virtuelle et de réalité augmentée ont été intégrés aux plans de leçon afin d'offrir divers avantages.

Le but premier de ces efforts était de rendre la classe et les leçons plus intéressantes et ludiques en permettant aux élèves d'explorer virtuellement, par exemple, des tombes égyptiennes anciennes pendant des leçons d'histoire⁹⁷. La réalité virtuelle permet de faire des sorties scolaires virtuelles ou de visionner des vidéos immersives sur des lieux internationaux, comme New York, l'Ukraine, la Syrie et le Soudan, afin d'aider les élèves à mieux comprendre le monde autour d'eux, un outil particulièrement utile puisque la plupart des élèves n'ont jamais voyagé en dehors de leur communauté locale.

Ces efforts ont favorisé la participation des élèves et élargi l'utilisation des jeux de détection de mouvement en mathématiques (lesquels encouragent les élèves à bouger) et des outils de réalité augmentée dans d'autres matières. Cet intérêt accru des élèves pour ces appareils offre certains avantages : leur curiosité est stimulée, leur vocabulaire se développe, et leur participation augmente. Au bout du compte, ces développements permettent aux élèves de se sentir plus à l'aise d'utiliser les technologies et les outils numériques, les préparant ainsi à l'avenir. Les enseignants utilisant cette technologie ont fait remarquer que les élèves ont pu utiliser les ordinateurs et les appareils mobiles pour s'exprimer eux-mêmes au moyen de vidéos et de présentations numériques⁹⁸.

Minnesota (États-Unis)

L'école primaire Parkview/Center Point située à Maplewood, au Minnesota, représente un bon exemple d'intégration de la technologie en classe et des avantages de la « ludification ». L'enseignant de troisième année Ananth Pai est considéré comme un pionnier de la ludification : afin d'offrir une expérience d'apprentissage différente à ses élèves, il a utilisé ses propres économies et diverses subventions pour acheter des ordinateurs portatifs, des ordinateurs de bureau, des appareils Nintendo DS, des

enregistreurs vocaux numériques et 18 jeux éducatifs⁹⁹.

Ces appareils et jeux éducatifs permettent aux élèves de participer aux leçons à leur propre rythme (ou selon leur degré d'aisance). Les élèves d'Ananth Pai ont participé à des jeux éducatifs avec d'autres enfants ailleurs dans le monde ou fait des apprentissages de façon autonome¹⁰⁰. Par exemple, l'apprentissage des fractions et des décimales au moyen d'un train fantôme virtuel, la culture virtuelle de fleurs ou des jeux présentant des concepts civiques faisaient partie de ces projets imaginatifs. À son avis, dans une classe axée sur la ludification, le temps alloué à chaque sujet varie, mais l'apprentissage est continu : les élèves avancent à leur propre rythme, mais ils avancent quand même¹⁰¹. Particulièrement, alors que les élèves ont accès à ces appareils et jeux, ils doivent tout de même compter sur un site Web pour organiser la matière.

Les résultats scolaires en lecture et mathématiques, qui étaient inférieurs à la moyenne, se sont améliorés chez les élèves de la 3^e année à la moitié de la 4^e année. Cet impact positif a été démontré dans la majeure partie de la population étudiante, les élèves conservant certains de ces avantages lorsqu'ils retournaient dans une classe traditionnelle plus tard¹⁰².

Odder (Danemark)

La petite municipalité danoise d'Odder a élaboré une nouvelle stratégie d'enseignement public (la stratégie pour l'école publique future 2012-2016) dans le but de créer un environnement d'apprentissage diversifié et stimulant au moyen d'outils numériques.

Les écoles locales désiraient demeurer à l'affût des développements dans la société et cherchaient à accroître la présence de la technologie en classe. Dans le cadre de cette stratégie, 2 500 appareils numériques ont été distribués¹⁰³. Une motivation accrue, un engagement renforcé et de meilleurs résultats d'apprentissage ont été observés lorsque ces appareils étaient intégrés aux plans de leçon et correctement évalués, alors que les classes dont le soutien et la planification étaient insuffisants ont récolté peu d'avantages et ont même subi des impacts négatifs découlant de l'intégration de cette technologie¹⁰⁴.

L'utilisation de tablettes pour remplacer les instruments de musique en classe démontre bien l'intégration de ces outils. L'accessibilité accrue et la grande variété de sons et d'instruments (numériques), ainsi que la capacité d'inclure des extraits de mélodies à partir de sources en ligne¹⁰⁵, représentent l'un des nombreux avantages. L'intégration de ces appareils avait pour but de favoriser le travail collaboratif, d'explorer différents modèles d'apprentissage et d'illustrer des résultats d'apprentissage flexibles.

- 1 Cutean, A., Hamoni, R., McLaughlin, R., Ye, Z. *Tendance de croissance au Canada – Aperçu des talents numériques pour 2023*. Conseil des technologies de l'information et des communications (CTIC), 2019.
- 2 Devlin, T.J., Feldhaus, C.R., et Bentrem, K.M. « The Evolving classroom: A study of 77 traditional and technology-based instruction in a STEM classroom ». *Journal of Technology Education*, 2013.
- 3 « Transforming learning through the use of educational technology: Challenges and Opportunities in Latin America ». *The Dialogue*, 2019 : <https://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2019/12/Resumen-Ejecutivo-ENG-12.4.2019.pdf>.
- 4 Sawyer, J.E., Obeid, R., Bublitz, D., Schwartz, A.M., Brooks, P.J., et Richmond, A.S. « Which forms of active learning are most effective: Cooperative learning, writing-to-learn, multimedia instruction, or some combination? ». *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 3(4), 257-271, 2017.
- 5 Cheung, A., et Slavin, R.. « The effectiveness of educational technology applications for enhancing reading achievement in K-12 classrooms. A meta-analysis ». Baltimore, Maryland : Université Johns-Hopkins, Center for Research and Reform in Education, 2012.
- 6 « Augmented Reality in Education ». Apple.com, 2019 : <https://www.apple.com/education/docs/ar-in-edu-lesson-ideas.pdf>.
- 7 « Trends in Digital Learning: Empowering Innovative Classroom Models for Learning ». Project Tomorrow, 2015.
- 8 Himmelsbach, V. « How Does Technology Impact Student Learning? ». Top Hat, 2019 : <https://tophat.com/blog/how-does-technology-impact-student-learning/>.
- 9 Storz, M., et Hoffman, A. « Examining response to a one-to-one computer initiative: student and teacher voices ». *Research in Middle Level Education*, 36(6), 2013.
- 10 « Computers in classroom have 'mixed' impact on learning ». *The Globe and Mail*, 2015 : <https://www.theglobeandmail.com/news/national/education/computers-in-classroom-have-mixed-impact-on-learning-oecd-report/article26373533/>.
- 11 Fleisher, H. « What is our current understanding of one-to-one computer projects: A systematic narrative research review ». *Educational Research Review*, 2012.
- 12 Zheng B., Warschauer M., Lin C.H., et Chang C. « Learning in one-to-one laptop environments: A meta-analysis and research synthesis ». *Review of Educational Research* 86(4):1052-84, 2016.
- 13 « Connecting to success: Technology in Ontario schools ». People for Education, 2019.
- 14 « Are Classrooms Ready For BYOD? ». Samsung, 2017 : <https://www.samsung.com/ca/business/insights/others/are-classrooms-ready-for-byod/>.
- 15 « Technology Briefing ». Gouvernement de l'Alberta, 2014 : <https://education.alberta.ca/media/3115434/byod-tech-briefing.pdf>.
- 16 Speranza, A. « The Rise of the Chromebook ». *Education Technology Solutions*, 23 février 2016 : <https://educationtechnologysolutions.com/2016/02/the-rise-of-the-chromebook/>.
- 17 Liao, S. « Teachers weigh in on Apple's push for more iPads in school ». *The Verge*, 30 mars 2018 : <https://www.theverge.com/2018/3/30/17172566/apple-ipad-google-classrooms-chromebooks-teachers-education>.
- 18 Speranza, op. cit. : <https://educationtechnologysolutions.com/2016/02/the-rise-of-the-chromebook/>.
- 19 Nie, L. « Utilizing Chromebook in Ontario Elementary Schools: Teachers' Perspectives ». Université Brock, Faculté d'éducation, 2019 : http://dr.library.brocku.ca/bitstream/handle/10464/14457/Brock_Nie_Larry_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- 20 Clark, M. « Ohio High Schools Hand Out Chromebooks to 4,000 Students ». Center for Digital Education, 2019 : <https://www.govtech.com/education/Ohio-High-Schools-Hand-Out-Chromebooks-to-4000-Students.html>.
- 21 Schaffhauser, D. « 3 Reasons Chromebooks Are Shining in Education ». *The Journal*, 2015 : <https://thejournal.com/articles/2015/04/14/3-reasons-chromebooks-are-shining-in-education.aspx>.
- 22 « Spying on Students: School-Issued Devices and Student Privacy ». Electronic Frontier Foundation, 2017 : <https://www EFF.org/wp/school-issued-devices-and-student-privacy#case-study-parent>.
- 23 Cavanagh, S. « Amazon, Apple, Google, and Microsoft Battle for K-12 Market, and Loyalties of Educators ». EDWEEK Market Brief, 2017 : <https://marketbrief.edweek.org/special-report/amazon-apple-google-and-microsoft-battle-for-k-12-market-and-loyalties-of-educators/>.
- 24 Petrone, J. « Google's Got Our Kids ». *The Outline*, 2018 : <https://theoutline.com/post/4436/google-classroom-education-free-software-children-school-tech?zd=1&zi=nxrtf5i>.
- 25 Fievez, A., et Karsenti, T. « L'iPad à l'école : usages, avantages et défis – Résultats d'une enquête auprès de 6057 élèves et 302 enseignants du Québec (Canada), Rapport préliminaire des principaux résultats ». CRIFPE, 2013 : http://www.karsenti.ca/ipad/pdf/rapport_iPad_Karsenti-Fievez_FR.pdf.
- 26 « Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur ». Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2018 : <http://www.education.gouv.qc.ca/dossiers-thematiques/plan-daction-numerique/plan-daction-numerique/> (p. 9).
- 27 « An Ambitious Plan for Our Education System: The Orientations », 2018 : <http://www.education.gouv.qc.ca/en/current-initiatives/digital-action-plan/digital-action-plan/>.
- 28 <https://www.simbainformation.com/Content/Blog/2017/08/07/Apples-iPad-is-Most-Popular-Tablet-in-Schools>.
- 29 Osborne, Charlie. « Sphero SPRK: The Robot ball which teaches you how to code ». ZDNet, 11 avril 2016 : <https://www.zdnet.com/product/sphero-sprk-edition/>.
- 30 Max, D.T. « A Whole New Ball Game ». *The New Yorker*, 9 mai 2016 : <https://www.newyorker.com/magazine/2016/05/16/sphero-teaches-kids-to-code>.
- 31 Churcher, Rachel. « More Raspberry Pi labs in West Africa ». Raspberry Pi, 17 octobre 2017 : <https://www.raspberrypi.org/blog/pi-based-ict-west-africa/>.

- 32 Molnar, Michele. « Virtual Reality 'Class Kits' Expected to Gain Foothold in US Schools ». EdWeek Market Brief, 26 janvier 2018 : <https://marketbrief.edweek.org/marketplace-k-12/virtual-reality-class-kits-expected-gain-foothold-u-s-schools/>.
- 33 Misty Antonioli, Corinne Blake, et Kelly Sparks. *Augmented Reality Applications in Education. The Journal of Technology Studies*, vol. 40, n° 1/2 (printemps/automne 2014), p. 97 : https://www.jstor.org/stable/43604312?seq=2#metadata_info_tab_contents.
- 34 *Ibidem*, p. 98.
- 35 Snelling, Jennifer. « Virtual Reality in K-12 Education: How Helpful Is It? ». Centre for Digital Education, 28 juillet 2016 : <https://www.govtech.com/education/k-12/virtual-reality-in-k-12-education-is-it-really-helpful.html>.
- 36 Zimmerman, Eli. « AR/VR in K-12: Schools use Immersive Technology for Assistive Learning ». EdTech, 2019 : <https://edtechmagazine.com/k12/article/2019/08/arvr-k-12-schools-use-immersive-technology-assistive-learning-perfcon>.
- 37 Butcher, Mike. « UN Launches Powerful, First Ever, VR Film following Syrian Refugee Girl ». TechCrunch, 23 janvier 2015 : <https://techcrunch.com/2015/01/23/un-launches-powerful-oculus-virtual-reality-film-following-syrian-refugee-girl/>.
- 38 Scharton, Hilary. « AI, Personalized Learning Are a Dynamic Duo for K-12 Classrooms ». *EdTech Magazine*, 20 septembre 2018 : <https://edtechmagazine.com/k12/article/2018/09/ai-personalized-learning-are-dynamic-duo-k-12-classrooms>.
- 39 Tuomi, Ilkka. « The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education: Policies for the Future ». Offices des publications de l'Union européenne, 2018.
- 40 Zimmerman, Eli. « Teachers Are Turning to AI Solutions for Assistance ». *EdTech Magazine*, 21 juin 2018 : <https://edtechmagazine.com/k12/article/2018/06/teachers-are-turning-ai-solutions-assistance>.
- 41 Bryant, Jake et autres. « How artificial intelligence will impact K-12 teachers ». McKinsey & Company, janvier 2020 : <https://www.mckinsey.com/industries/social-sector/our-insights/how-artificial-intelligence-will-impact-k-12-teachers>.
- 42 Bryant, Jake et autres. « How artificial intelligence will impact K-12 teachers ». McKinsey & Company, janvier 2020 : <https://www.mckinsey.com/industries/social-sector/our-insights/how-artificial-intelligence-will-impact-k-12-teachers>.
- 43 Tuomi, Ilkka. « The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education: Policies for the Future ». Office des publications de l'Union européenne, 2018.
- 44 Apple Teacher : <https://www.apple.com/education/apple-teacher/>.
- 45 Fievez, A., et Karsenti, T. « L'iPad à l'école : usages, avantages et défis – Résultats d'une enquête auprès de 6057 élèves et 302 enseignants du Québec (Canada), Rapport préliminaire des principaux résultats ». CRIFPE, 2013 : http://www.karsenti.ca/ipad/pdf/rapport_ipad_karsenti-fievez_FR.pdf.
- 46 Hayes, H. « K-12 Experts Weigh In on Training Teachers to Use Education Technology ». EdTech Focus on K-12, 2018 : <https://edtechmagazine.com/k12/article/2018/10/k-12-experts-weigh-training-teachers-use-education-technology>.
- 47 « Technology in US schools: Are we preparing our kids for the jobs of tomorrow? ». PWC : <https://www.pwc.com/us/en/about-us/corporate-responsibility/assets/pwc-are-we-preparing-our-kids-for-the-jobs-of-tomorrow.pdf>.
- 48 « Schools must look to the future when connecting students to the Internet ». World Economic Forum, 2019 : <https://www.weforum.org/agenda/2019/02/schools-must-look-to-the-future-when-connecting-students-to-the-internet/>.
- 49 « Création de logiciels pour l'inuktitut et nouvelle concordance de texte pour les débats de l'Assemblée législative du Nunavut ». Conseil national de recherches du Canada, 2019 : <https://nrc.canada.ca/fr/recherche-developpement/recherche-collaboration/programmes/creation-logiciels-linuktitut-nouvelle-concordance-texte-debats-lassemblee-legislative-nunavut>.
- 50 « Connexion Internet plus rapide pour les élèves de l'Ontario ». Gouvernement de l'Ontario, 2017 : <https://news.ontario.ca/edu/fr/2017/05/connexion-internet-plus-rapide-pour-les-eleves-de-lontario.html>.
- 51 « All students to have high-speed internet by 2021, says education minister ». CBC news, 2018 : <https://www.cbc.ca/news/canada/kitchener-waterloo/high-speed-internet-school-students-1.4535015>.
- 52 « Trends in Digital Learning: Empowering Innovative Classroom Models for Learning ». Project Tomorrow, 2015.
- 53 « Trends in Digital Learning: Empowering Innovative Classroom Models for Learning ». Project Tomorrow, 2015.
- 54 « Trends in Digital Learning: Empowering Innovative Classroom Models for Learning ». Project Tomorrow, 2015.
- 55 Généralement, il s'agit des principes généraux pour lesquels les élèves devraient être prêts : la capacité de vivre des expériences de formation ou d'éducation postsecondaire, d'avoir une carrière plutôt que de simplement occuper un travail sans possibilité d'avancement ou de mobilité, et de faire partie d'une communauté (leadership, bénévolat, éducation civique, etc.). Pour de plus amples renseignements : https://ccrcenter.org/sites/default/files/CCRS%20Defintions%20Brief_REV_1.pdf, <http://sbo.nn.k12.va.us/cccl/> et <https://www.achieve.org/what-college-and-career-ready>.
- 56 L'apprentissage virtuel inclut toutes les formes d'apprentissage à distance et en ligne.
- 57 L'apprentissage mixte intègre des activités en classe en personne traditionnelles et en ligne.
- 58 Kirby, D., Sharpe, D., Bourgeois, M., et Greene, M. « Graduates of the new learning environment: A follow-up study of high school distance e-learners ». *Quarterly Review of Distance Education*, 11(3), 161-194, 2010.
- 59 Wang, C., Shannon, D.M., et Ross, M.E. « Students' characteristics, self-regulated learning, technology self-efficacy, and course outcomes in online learning ». *Distance Education*, 34(3), 2013 : <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01587919.2013.835779>.
- 60 Sublett, C., et Chang, Y. « Logging in to press on: An examination of high school dropout and completion among students with disabilities in online courses ». *Journal of Special Education Technology*, 34(2), 106-119, 2019.
- 61 Philpott, D., Sharpe, D., et Neville, R. « The effectiveness of web-delivered learning with aboriginal students: Findings from a study in coastal Labrador ». *La Revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 2009 : <https://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/26386>.
- 62 « Ontario reducing online learning requirement for high schoolers from four courses to two ». *The Globe and Mail*, 2019 : <https://www.theglobeandmail.com/canada/education/article-ontario-reducing-online-learning-requirement-for-high-schoolers-from/>.
- 63 Alphonso, C. « Ontario reducing online learning requirement for high schoolers from four courses to two ». *The*

Globe and Mail, 2019 : <https://www.theglobeandmail.com/canada/education/article-ontario-reducing-online-learning-requirement-for-high-schoolers-from/>.

64 « Connecting to success: Technology in Ontario schools ». People for Education, 2019.

65 Kerslake, D. « Teachers use tech to share Indigenous lessons ». CBC News, 2018 : <https://www.cbc.ca/news/canada/saskatoon/teachers-use-tech-to-share-indigenous-lessons-1.4635092>.

66 « La Canada Vie aide à offrir un enseignement révolutionnaire aux jeunes des collectivités autochtones éloignées du Manitoba. » Canada Vie, 2019 : <https://www.canadalife.com/fr/a-propos-de-nous/nouvelles-faits-saillants/nouvelles/la-canada-vie-aide-a-offrir-un-enseignement-revolutionnaire-aux-jeunes-des-collectivites-autochtones-eloignees-du-manitoba.html>.

67 *Ibidem*. [traduction]

68 « Connected North: Program Principals ». Connected North : <https://www.connectednorth.org/en/>.

69 « Elephant Thoughts: CODERSNORTH 2.0 ». Gouvernement du Canada : Initiatives financées par CodeCan, 2019 : <https://www.ic.gc.ca/eic/site/121.nsf/fra/00003.html>.

70 « Elephant Thoughts: Why We Do It ». Elephant Thoughts : <https://www.elephantthoughts.com/steam-education/codersnorth/>. [traduction]

71 « Help Me Tell My Story Re-Launched to Better Support Students from the Start ». Province de la Saskatchewan, 18 octobre 2018 : <https://www.saskatchewan.ca/government/news-and-media/2017/october/18/help-me-tell-my-story>.

72 « Help Me Tell My Story Re-Launched to Better Support Students from the Start ». Province de la Saskatchewan, 18 octobre 2018 : <https://www.saskatchewan.ca/government/news-and-media/2017/october/18/help-me-tell-my-story>.

73 « Help Me Tell My Story Info for New Teachers ». Saskatchewan Rivers Public School Division. Consulté en janvier 2020 : <https://www.srsd119.ca/departments/teacherinformation/ILD/Kindergarten/HelpMeTellMyStoryinfofornewteachers.pdf>.

74 Laughlin, Jarrett. « Help Me Tell My Story Riverside Community School ». Indspire, novembre 2014 : <https://indspire.ca/wp-content/uploads/2016/09/indspire-nurturing-capacity-help-me-tell-my-story-2014-en-DESIGN-v2.pdf>.

75 Burton, Kevin. « First Nations networks help protect Indigenous languages and culture ». Northern Public Affairs, octobre 2018 : http://www.northernpublicaffairs.ca/index/wp-content/uploads/2018/10/NPA_6_2_Special_Issue_Oct_2018_pg46-49.pdf, p. 49.

76 Hardy, Laura. « Puppets and iPads are teaching children language skills ». The Signal, 14 février 2019 : <https://signalhfx.ca/puppets-and-ipads-are-teaching-children-language-skills/>.

77 Burton, Kevin. « First Nations networks help protect Indigenous languages and culture ». Northern Public Affairs, octobre 2018 : http://www.northernpublicaffairs.ca/index/wp-content/uploads/2018/10/NPA_6_2_Special_Issue_Oct_2018_pg46-49.pdf, p. 49.

78 « Sprig Learning in Mi'kmaw Kina'matnewey ». Spring Learning, 16 février 2018 : <https://vimeo.com/256123183>.

79 « 15 Assistive Technology Tools & Resources For Students With Disabilities ». TechThought, 2019 : <https://www.teachthought.com/technology/15-assistive-technology-tools-resources-for-students-with-disabilities/>.

80 <https://www.apple.com/ca/education/special-education/ios/>.

81 <https://support.google.com/chromebook/answer/177893?hl=en>.

82 « Universal Design 101 ». Rick Hansen Foundation : <https://www.rickhansen.com/news-stories/blog/universal-design-101>.

83 « Statistiques portant sur les Sourds canadiens ». Association des Sourds du Canada, 3 juillet 2015 : <http://cad.ca/fr/dossiers-sur-la-surdite/statistiques-portant-sur-les-sourds-canadiens/>.

84 Kelmer, B. « If it has audio, now it can have captions ». Google: The Keyword, 16 octobre 2019 : <https://blog.google/products/android/live-caption/>.

85 Deperre, K. « Apple spotlights how accessible tech helps people with disabilities thrive ». Braceworks, 16 mai 2018 : <https://braceworks.ca/2018/05/19/health-tech/apple-spotlights-how-accessible-tech-helps-people-with-disabilities-thrive/>.

86 Freeman, K., et autres. « Care of the Patient with Visual Impairment (Low Vision Rehabilitation) ». American Optometric Association, 18 octobre 2007 : <https://www.aoa.org/documents/optometrists/CPG-14.pdf>, p. 6.

87 « Different ways to learn. For every kind of learner ». Apple : <https://www.apple.com/ca/education/special-education/ios/>.

88 « Guide fédéral de référence sur l'incapacité ». Ressources humaines et Développement des compétences Canada, 2013 : https://www.canada.ca/content/dam/esdc-edsc/migration/documents/fra/invalidite/cra/guide_reference.pdf, p. 2.

89 « Accessibility ». Samsung : <https://www.samsung.com/uk/accessibility/mobile/>.

90 « A Guide to Your Chromebook's Accessibility Features ». How-To-Geek : <https://www.howtogeek.com/415909/a-guide-to-your-chromebooks-accessibility-features>.

91 Thurlow, M., Quenemoen, R., et Lazarus, S. « Meeting the Needs of Special Education Students: Recommendations for the Race to the Top Consortia and States ». https://nceo.umn.edu/docs/OnlinePubs/Martha_Thurlow-Meeting_the_Needs_of_Special_Education_Students.pdf.

92 « How Teachers Can Make Their Classrooms More Accessible for Students with Disabilities ». American University, School of Education, 24 mai 2018 : <https://soeonline.american.edu/blog/disability-guide>.

93 « Qu'est-ce que l'autisme? ». Autism Speaks Canada : <http://fr.autismspeaks.ca/about-autism/facts-about-autism/>.

94 Berghoff, L. « How classroom tech brings accessibility with dignity ». Google : The Keyword, 7 octobre 2019 : <https://blog.google/outreach-initiatives/education/disability-awareness-month/>.

95 « iOS. More possibilities for every ability ». Apple : <https://www.apple.com/ca/education/special-education/ios/>.

96 « OS X. Putting the power in student's hands ». Apple : <https://www.apple.com/ca/education/special-education/osx/>.

97 Gossett, Stephen. « Virtual Reality in Education: An Overview ». Built In, 13 décembre 2019 : <https://builtin.com/edtech/virtual-reality-in-education>.

98 « Teaching and technology: case studies from India ». British Council and Central Square Foundation, 2017 :

https://www.teachingenglish.org.uk/sites/teacheng/files/pub_Teaching%20and%20technology%20case%20studies%20from%20India_FINAL_low_res_NEW.pdf.

99 Barseghian, T. « Case Studies: How Teachers Use Tech to Support Learning ». KQED, 2013 : <https://www.kqed.org/mindshift/26245/case-studies-how-teachers-use-tech-to-support-learning>.

100 Fortier, Marc. « The Power of a Gamified Classroom ». Ontario Tech University, 2019 : <https://techandcurr2019.pressbooks.com/chapter/gamified-classroom/>.

101 « School Experiment Uses Games and No Homework ». NBC News, 2011 : http://www.nbcnews.com/id/44584083/ns/technology_and_science-innovation/tschool-experiment-uses-games-no-homework/#.XZJVgmZIDb0.

102 « School Experiment Uses Games and No Homework ». NBC News, 2011 : http://www.nbcnews.com/id/44584083/ns/technology_and_science-innovation/t/school-experiment-uses-games-no-homework/#.XZJVgmZIDb0.

103 Jahnke, I., Norqvist, L., et Olsson, A. « New Ways of Teaching Using Media Tablets – Lessons learned from Odder ». Umeå University, Sweden, 2013 : <https://iml.edusci.umu.se/ictml/files/2013/12/Odder-newspaperstyle-V3.pdf>.

104 Jahnke, I., Norqvist, L., et Olsson, A. « New Ways of Teaching Using Media Tablets – Lessons learned from Odder ». Umeå University, Sweden, 2013 : <https://iml.edusci.umu.se/ictml/files/2013/12/Odder-newspaperstyle-V3.pdf>.

105 Bateman, K. « Case study: How technology has transformed education in Denmark ». Computer Weekly, 2013 : <https://iml.edusci.umu.se/ictml/files/2013/12/Odder-newspaperstyle-V3.pdf>.