

The Development of Digital Skills in a Makerspace: The Case of Brilliant Labs

Le développement de compétences numériques lors de fabrication numérique : cas de Labos créatifs

Caitlin Furlong, Université de Moncton

Michel T. Leger, Université de Moncton

Viktor Freiman, Université de Moncton

Abstract

In the 21st century, many school systems are turning to the development of skills as an educational goal, including digital skills. However, the current scientific literature on digital skills remains insufficient, both in terms of their definition and the processes of their development. Our research project aims to examine the presence of digital skills in learning environments that are considered technology-rich, specifically makerspaces. We conducted a multiple case study in three schools in New Brunswick where we observed students in the process of working on a project in a makerspace setting, and our analysis focused on the digital skills demonstrated. The results suggest that the type of activities that young people do in a makerspace, as well their age and the time they spend in the makerspace, can all influence the development of digital skills.

Résumé

Au 21^e siècle, de nombreux systèmes scolaires se tournent vers le développement de compétences comme visée éducative, y compris des compétences numériques. Or, la littérature scientifique actuelle sur ces compétences demeure insuffisante, tant sur le plan de leur définition que sur les processus de leur développement. Notre projet de recherche vise à examiner la présence de compétences numériques dans les environnements d'apprentissage considérés riches en technologies, plus précisément dans les laboratoires de fabrication numérique. Nous avons réalisé une étude de cas multiples, dans trois écoles du Nouveau-Brunswick, où nous avons observé des élèves en processus de travailler sur un projet en contexte de laboratoire de fabrication numérique, et notre analyse portait sur les compétences numériques manifestées. Les résultats suggèrent que le type d'activités que les jeunes font dans un laboratoire de fabrication numérique, ainsi que l'âge et le temps de travail, peuvent tous influencer le développement des compétences numériques.

Introduction

Maintenant, à l'aube de la troisième décennie du 21^e siècle, il est apparent que la technologie fait partie intégrale de la vie courante au Canada. Dans nos milieux de travail, tout comme à la maison, les innovations technologiques continuent d'avancer à un rythme accéléré. En fait, nous vivons aujourd'hui dans une « société numérique » (Fourgous, Cotentin et Saguez, 2012; Granjon, Jouët et Vedel, 2011), où l'information nous arrive surtout par les voies d'Internet et où l'on est appelé à interagir efficacement et de manière responsable à l'aide du numérique sur une base quotidienne. Ainsi, une transformation sociétale profonde et rapide implique un regard plus nuancé et critique, selon Greffet et Wojcik (2014), sur le concept de la citoyenneté numérique. Pour sa part, Lacombed (2013, p. 1) avance que « plus que jamais, [l'être humain] doit trouver ses repères dans ce nouveau monde ». En effet, ce nouveau contexte numérique crée, par le fait même, une large porte d'entrée dans un monde interconnecté, tout en faisant émerger de nouveaux types de comportements citoyens. Néanmoins, cette ouverture sur le monde rend les gens plus vulnérables à des actes de violence, de racisme, de sexisme et à d'autres formes d'intimidation (Freiman, LeBlanc et Léger, 2017). Les jeunes sont donc interpellés par ces dangers bien réels. Comment s'intègrent-ils au numérique ? Comment font-ils face aux nombreux défis qu'il apporte ? Quelles compétences doivent-ils développer ? De quelle façon ? Comment l'école doit-elle être transformée pour favoriser le développement de compétences, notamment des compétences numériques, permettant aux élèves de profiter pleinement des affordances d'une société numérique ?

Il est également apparent qu'une grande proportion des jeunes qui fréquentent les écoles aujourd'hui utilisent régulièrement diverses technologies. D'après l'étude menée par Lenhart, Duggan, Stepler, Rainie et Parker (2015) aux États-Unis, 70 % des adolescents ont aujourd'hui en leur possession au moins quatre appareils ayant accès à Internet, et environ 90 % d'entre eux sont en ligne chaque jour. Un rapport de Statistique Canada (2018) précise que « près de 100 % des jeunes de 15 à 24 ans utilisent Internet chaque jour et possèdent [un] téléphone intelligent » (p. 13) et sont actifs sur les médias sociaux. Or, Helsper et Eynon (2010) apportent une mise en garde suivante : le fait de grandir dans un monde numérique ne garantit pas un niveau plus élevé de compétence ou d'utilisation des technologies. Nous nous demandons, justement, si cette tendance d'être actifs dans le monde numérique se traduit par un développement de compétences liées au numérique. Nous sommes d'avis que l'école a un rôle plus grand à jouer dans la formation de jeunes citoyens bien adaptés au monde numérique du 21^e siècle, ce qui comprend une formation à l'usage compétente, c'est-à-dire un usage efficace, créatif, éthique et responsable des technologies de pointe.

En fait, pour que les jeunes puissent bien exploiter les technologies auxquelles ils ont accès au 21^e siècle, ils ont besoin de compétences numériques, décrites par Ferrari (2012) comme étant :

l'ensemble des connaissances, compétences, attitudes, capacités, stratégies et la sensibilisation nécessaire lors de l'utilisation des TIC et des médias numériques pour effectuer des tâches ; résoudre des problèmes ; communiquer ; gérer l'information ; collaborer ; créer et partager du contenu ; et acquérir des connaissances de manière efficace, efficiente, appropriée, critique, créative,

autonome, flexible, éthique, réfléchi pour le travail, les loisirs, la participation, l'apprentissage et la socialisation (p. 30) (traduction libre).

Selon cette définition, il s'agit alors d'une combinaison complexe d'habiletés dites techniques (c'est-à-dire, celles liées à l'usage de nombreuses fonctionnalités d'outils numériques) et non techniques (aussi appelées *soft-skills*, compétences douces, compétences molles ou compétences du 21^e siècle selon de nombreux auteurs recensés par Freiman et ses collaborateurs en 2017). En outre, selon Ananiadou et Claro (2009), les compétences non techniques sont les « compétences que les jeunes devront acquérir pour devenir des travailleurs et des citoyens efficaces dans la société du 21^e siècle » (p. 8).

Par ailleurs, d'après Statistique Canada (2013), il semble qu'un nombre important de jeunes n'atteignent pas un niveau suffisamment élevé de compétences numériques non techniques à l'obtention du diplôme. Selon Hurrell, Scholarios et Thompson (2013), ainsi que Kechagias (2011), les jeunes seraient particulièrement vulnérables en ce qui a trait aux habiletés interpersonnelles et intrapersonnelles, comme, par exemple, la collaboration et la communication, compétences utiles dans divers contextes sociaux.

Ce faible niveau de compétences non techniques rend difficile l'intégration des jeunes à un marché du travail en pleine croissance numérique. En fait, selon l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE, 2012), avec l'augmentation des technologies dans la vie de tous les jours, les employeurs sont maintenant à la recherche de compétences au niveau de la compréhension, de l'analyse, de la communication et de la résolution de problèmes complexes, toutes des exemples de compétences numériques d'après la description de Ferrari (2012). Encore, le milieu scolaire peut et doit mettre davantage l'accent sur le développement des savoir-être et de savoir-faire numériques pour pleinement profiter à une économie davantage numérique.

Au Nouveau-Brunswick francophone, selon le nouveau *Profil de sortie d'un élève du système scolaire acadien et francophone du Nouveau-Brunswick*, établi par le ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance (MEDPE, 2016), la vision du secteur francophone d'éducation au N.-B. est de former des citoyens engagés qui possèdent des compétences en pensée critique, en pensée créative et novatrice, en communication, en traitement de l'information et en exploitation des médias, qui font toutes partie intégrale de compétences numériques, techniques et non techniques. Au Canada français, le Québec a aussi produit un cadre de référence récent autour de la compétence numérique (du préscolaire à l'enseignement supérieur). D'après le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec (2019), ce cadre de développement de compétences numériques représente une dimension indispensable pour apprendre au 21^e siècle, où il est de plus en plus important de savoir collaborer et communiquer à l'aide du numérique. Le secteur anglophone du ministère de l'Éducation du N.-B. (MEECD) voit, à son tour, l'importance de mieux former les jeunes au numérique. Dans son dernier plan stratégique intitulé *Everyone at their best* (2016), le ministère soulève d'importance d'offrir aux élèves des occasions d'apprentissages riches sur le plan numérique : « Les apprenants doivent avoir accès à l'apprentissage créatif et intellectuel ainsi qu'au codage et à la littératie numérique. » (p. 12, traduction libre). Enfin, semble exister un mouvement d'initiatives en éducation au numérique non seulement au N.-B., mais bien à travers le Canada. Dans un document de discussion du Brookfield Institute for Innovation and

Entrepreneurship (Huynh et Do, 2017, p.7) intitulé *Digital Literacy in a Digital Age*, on précise que plusieurs provinces reconnaissent le besoin d'incorporer le développement de compétences numériques dans les curriculums éducatifs de la maternelle à la 12^e année, et ce, de façon plus systématique.

Au Canada, l'éducation aux compétences numériques est actuellement partagée entre les infrastructures provinciales d'éducation formelle et diverses initiatives d'éducation non formelle offertes par le secteur privé et par certains organismes à but non lucratif (Brookfield Institute, 2017, p. 7). En date d'aujourd'hui, un grand nombre de ces différents milieux éducatifs proposent des environnements riches en technologies. Par exemple, au Nouveau-Brunswick, on a vu l'émergence de laboratoires de fabrication numérique dans les écoles. Ces espaces d'apprentissages flexibles et riches en technologies opèrent actuellement, dans la plupart des cas, en parallèle à la salle de classe traditionnelle et prônent surtout une pédagogie par projet (Freiman, 2019, sous presse). Certes, étant donné la nature même de la pédagogie exploitée dans les laboratoires de fabrications, les élèves qui apprennent dans ces espaces éducatifs sont appelés, par exemple, à résoudre des problèmes à l'aide de technologies et, très souvent, à collaborer avec leurs pairs (Freiman, 2019, sous presse). Cependant, il n'est toujours pas clair comment ces milieux d'apprentissage contribuent (ou même s'ils vraiment contribuent) au développement de telles compétences numériques. Ainsi, en s'inscrivant à un projet de recherche plus large, mené par le réseau *CompéTI.CA* (partenariat stratégique pour comprendre l'écosystème, l'adaptabilité et le transfert de compétences numériques), la présente étude vise à répertorier quelques manifestations de compétences numériques observées à partir de l'analyse de vidéos des élèves au travail sur leurs projets dans les laboratoires de fabrication numérique au Nouveau-Brunswick. La plus grande partie du travail du Réseau *CompéTI.CA* se concentre au N.-B., ce qui explique le choix des écoles dans cette province pour notre étude.

Contexte

Au début des années 2010, il a été question de transformer l'école de sorte qu'elle devienne un lieu d'enseignement-apprentissage continu, notamment dans des environnements riches en technologies numériques. L'idée de transformer les écoles s'est retrouvée au centre de débats à tous les niveaux de sociétés modernes (Groff, 2013). Avec les compétences du 21^e siècle en avant-scène de ces débats, les préoccupations se multiplient à savoir si l'école dite traditionnelle peut répondre au besoin de développer, chez les jeunes, une capacité de prise de conscience de problèmes globaux ; celle de créativité ; et une capacité de résoudre des problèmes de façon collaborative, tout en les rendant des apprenants autonomes. Selon Groff (2013), nous sommes devant un nouveau paradigme éducatif, c'est-à-dire une vision contemporaine de l'école qui mise sur le développement de compétences du 21^e siècle, qui est ancrée dans l'usage de nouvelles technologies, et qui agit comme catalyseurs de transformation et d'innovation dans les pratiques d'enseignement – apprentissage. C'est dans cette perspective que l'équipe de recherche *CompéTI.CA* a adopté une approche partenariale pour (1) mieux comprendre le continuum de compétences numériques ; (2) recenser les pratiques exemplaires de leur développement et (3) entamer, en collaboration avec nos partenaires, un processus de changements systémiques dans divers milieux éducatifs (école M- 12, collèges communautaires, université et enseignement aux adultes).

Selon Kivunia (2014), pour réussir sur le marché du travail au 21^e siècle, les jeunes doivent non seulement être en mesure de se servir des technologies, mais doivent aussi être capables de résoudre des problèmes, de collaborer, de communiquer et de faire preuve d'une pensée critique et de créativité, toutes des compétences non techniques d'après la définition de Ferrari (2012). Cependant, comme nous l'avons évoqué antérieurement, l'école contribue-t-elle efficacement au développement de telles compétences ? Pour leur part, Coiro, Coscarelli, Maykel et Forzani (2015) précisent qu'aux États-Unis, 75 % des élèves de la 7^e année avaient de la difficulté à évaluer la crédibilité d'un site web et que 79 % d'entre eux ne pouvaient pas déterminer le point de vue de l'auteur. Ils semblent donc démontrer ici un manque d'habiletés au niveau de la pensée critique chez les jeunes participants. En effet, dans le contexte scolaire, y compris le milieu postsecondaire, les apprenants doivent mener des recherches et il est donc important pour eux de savoir si une source quelconque est crédible ou non.

Depuis les dernières années, les systèmes éducatifs au Canada mettent l'accent sur l'enseignement des sciences, des technologies, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM) (Ritz et Fan, 2015). Avec la croissance de ce mouvement, plusieurs laboratoires de fabrication numérique ont été créés au Nouveau-Brunswick (LeBlanc, Freiman et Furlong, 2018) sous le nom de *Labos créatifs* (ou, *Brilliant Labs*, en anglais). Toujours selon LeBlanc, Freiman et Furlong (2018), ces laboratoires sont des environnements d'apprentissage où les jeunes travaillent avec une panoplie d'outils technologiques dans une vision pédagogique d'apprentissage par projets. Dans les laboratoires, les jeunes sont donc engagés et travaillent sur divers projets de leur choix, seul ou plus souvent avec des pairs, en exploitant diverses technologies mises à leur disposition (Brilliant Labs, 2016).

Les *Fab Labs* et les *Makerspaces* sont deux autres formes de laboratoires de fabrication numérique que l'on retrouve dans la littérature. Ainsi, le terme *Fab Lab* provient du Massachusetts Institute of Technology (MIT) pour désigner un lieu accessible au public, participatif, où sont fournis des outils de fabrication communs et qui respecte la charte du *Fab Lab* (van Holm, 2014). Selon Colegrove (2013), les *Fab Labs* mettent aussi l'accent sur la fabrication numérique et, ainsi, contiennent des outils tels que des découpeuses au laser, des fraiseuses et des imprimantes 3D. Le terme *Makerspace*, quant à lui, provient du MAKE Magazine (Dougherty, 2005). Un *Makerspace* est donc un environnement collaboratif d'apprentissage où les membres partagent des outils pour des fins professionnelles ou personnelles (van Holm, 2014). Colegrove (2013) prétend qu'un *Fab Lab* est, en fait, un type de *Makerspace*. Pour éviter les subtilités dans les termes, nous utilisons donc le terme général de laboratoire de fabrication numérique, qui englobe l'ensemble des environnements d'apprentissages mentionnés ci-dessus.

Sur le plan des compétences, Alper (2013) suggère que le processus de fabrication, comme celui mis à l'épreuve dans des laboratoires de fabrication numérique, nécessite des compétences numériques techniques. Toutefois, les experts du numérique interrogés dans l'une de nos études du réseau *CompéTI.CA* (Freiman et al., 2016) suggèrent de mettre plus d'accent sur les compétences non techniques qui pourraient également être développées dans ce contexte.

En effet, selon Sheridan, Halverson, Litts, Brahms et Jacobs-Priebe (2014), les laboratoires de fabrication numérique facilitent le développement de l'autonomie, de la collaboration et de la création chez les jeunes, tout en leur permettant de devenir des apprenants

actifs. Litts (2015) ajoute que ces environnements d'apprentissage numérique contribuent au développement de la pensée critique et argumentative. Pour leur part, Pepler, Maltese, Keune, Chang et Regalla (2015) avancent que les laboratoires de fabrication numérique facilitent le développement de nombreuses compétences comme la pensée systématique, la résolution de problèmes, l'adaptabilité, l'auto-gestion, la communication, la pensée créative et la collaboration. Or, toutes ces compétences sont, en fait, des compétences non techniques. Il est également pertinent de préciser que Pepler et al. (2015) portent un regard plutôt quantitatif envers le développement des compétences non techniques et n'explicitent pas les activités qui contribueraient au développement de ces compétences. La présente recherche vise l'examen qualitatif du développement de compétences numériques autant techniques que non techniques en s'intéressant plutôt à leur nature et aux types d'activités dans lesquelles ces compétences se manifestent. Plus spécifiquement, notre étude découle des deux questions de recherche suivantes :

1. Quelles sont les formes de compétences numériques (techniques et non techniques) principalement mises en évidence dans les laboratoires de fabrication numérique des écoles du N.-B. ?
2. Quelles sont les activités qui favorisent le développement de ces compétences numériques chez les élèves qui s'engagent dans le travail dans ces laboratoires ?

Cadre de référence

Gewertz (2007), ainsi que Kivunja (2014), expliquent que réussir sur le plan académique n'est pas suffisant pour s'intégrer avec succès dans un monde de plus en plus numérique. Ces auteurs précisent qu'il faut aussi développer des compétences numériques, techniques et non techniques. Selon notre revue de la littérature, il y a encore beaucoup de confusion chez les chercheurs et les praticiens en ce qui concerne la définition des termes « compétences techniques » (en lien avec l'utilisation du numérique, par exemple) et « compétences non techniques » (Ferrari, 2012). En fait, les compétences non techniques comprennent la communication orale, le travail d'équipe, le traitement des clients, l'autoprésentation, pour en nommer que quelques-unes (Hurrell, Scholarios et Thompson, 2013). Ces compétences peuvent aussi être développées dans un contexte numérique ou non numérique. Par exemple, il va de soi que la communication, en tant que compétence du 21^e siècle, peut être manifestée dans un contexte non numérique (par exemple, lors d'une entrevue d'emploi) ou bien, numérique (par exemple, lors d'une recherche d'information sur Internet). Or, dans un contexte numérique, cette compétence peut exiger une application particulière. Par exemple, dans le contexte des réseaux sociaux, la communication est fortement influencée par notre compréhension de symboles émoticônes, un aspect de la communication écrite réservé au monde du numérique, sans parler de l'absence du non verbal dans la compréhension d'un message transmis.

Selon l'étude de Davidson et Price (2017), le Maker Mouvement (mouvement de fabrication en éducation) est lié à un apprentissage plus authentique chez les jeunes, leur permettant de développer des compétences du 21^e siècle (surtout non techniques). Dans leur étude, ces auteurs cherchent à déterminer les caractéristiques des activités d'apprentissage expérientiel avec les technologies qui facilitent ou empêchent le développement des compétences du 21^e siècle. Selon eux, pour transformer les pratiques existantes en éducation, les laboratoires de fabrication numériques doivent permettre l'utilisation des technologies pour résoudre des

problèmes personnels ou collectifs. Ils ont alors créé un petit laboratoire de fabrication numérique, ouvert au public, et ont proposé, comme défi, d'utiliser une imprimante 3D aux participants de tout âge pour développer une manette de jeu pour les personnes atteintes de la maladie de Parkinson. Davidson et Price (2017) ressortent enfin cinq éléments essentiels au succès des activités dans les laboratoires de fabrication numérique, soit l'initiative, l'apprentissage ludique (par le jeu), l'adaptation authentique, l'interdépendance et la multitude de ressources. Dans le même ordre des idées, Martin (2015) ressort quatre conditions pour qu'un laboratoire de fabrication numérique ait sa valeur en éducation : que l'environnement soit ludique, qu'il favorise la collaboration, qu'il soit axé sur les atouts et la croissance, et qu'il accepte l'échec comme partie intégrale du processus

En somme, ces résultats semblent indiquer que les *Labos créatifs*, une forme de laboratoire de fabrication numérique faisant l'objet de notre étude, peuvent servir de contexte d'apprentissage fertile pour le développement de compétences numériques non techniques comme, par exemple, la collaboration et la résolution de problèmes. De plus, ces types d'environnements riches en technologies préconisent une pédagogie par projet où l'erreur est permise et où les productions visées sont authentiques et significatives, ce qui peut également favoriser le développement de compétences non techniques (Cross, 2017).

Le présent article s'appuie également sur le cadre de référence adopté par l'équipe de recherche *CompéTI.CA* pour l'ensemble de ses dix études de cas sur les pratiques exemplaires de développement de compétences numériques dans différents contextes éducatifs comme l'école ou le milieu de formation postsecondaire. Ainsi, le modèle de littératie numérique d'Habilo Médias (2016) (<https://habilomedias.ca>) a été retenu. Selon l'organisme, ce modèle est basé sur le cadre *DigEuLit – a European Framework for Digital Literacy* (Martin, 2005), ainsi que sur le modèle de Jenkins et al. (2006), *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*.

Habilo Médias (2016) définit le développement de la littératie numérique à partir de trois catégories de compétences, soit l'utilisation, la compréhension et la création. La première catégorie, l'utilisation, se réfère au développement de connaissances techniques qui permettent d'utiliser aisément l'ordinateur ou Internet. La deuxième catégorie, la compréhension, se rapporte à un ensemble de compétences requises pour saisir, mettre en contexte ou évaluer, accompagné d'une capacité de reconnaître comment les nouvelles technologies agissent sur notre comportement et nos perceptions, nos croyances et nos sentiments envers le monde qui nous entoure. Comprendre implique aussi une utilisation de compétences numériques qui démontre des aptitudes en gestion afin de trouver, évaluer et utiliser à bon escient l'information, et ce, dans un but de communication, de collaboration et de solution de problèmes. Finalement, la troisième catégorie est plutôt liée à une capacité de produire des contenus et de communiquer efficacement en utilisant divers outils et médias numériques (Habilo Médias, 2016).

Méthodologie

En 2016, en collaboration avec *Brilliant Labs*, le groupe de recherche *CompéTI.CA* a commencé une étude exploratoire du contexte d'apprentissage des *Labos créatifs* (laboratoires de fabrication numérique) dans différentes écoles de la province. La présente recherche découle de ce projet plus large, visant plus spécifiquement à mieux comprendre le développement de

compétences numériques dans les *Labos créatifs* du Nouveau-Brunswick en étudiant certains cas de plus près. Notre étude de cas s’aligne avec la vision de Yin (1994), qui décrit ce type d’étude comme « une recherche empirique qui étudie un phénomène contemporain dans un contexte réel, lorsque les frontières entre le phénomène et le contexte n’apparaissent pas clairement » (p. 25, traduction libre). Pour sa part, Paillé (2007) ajoute que l’étude de cas peut constituer une enquête portant sur plus d’un cas. Yin (1994) mentionne qu’une étude de plusieurs cas peut réaffirmer des résultats par la réplication et ainsi renforcer la théorie. Ainsi, notre recherche est donc, plus spécifiquement, une étude de cas multiples (Creswell, 2007), ce qui permet de mieux saisir la diversité de *Labos créatifs* dans les écoles qu’on a visitées. Nous présentons ainsi les données de trois écoles, donc trois cas distincts.

Description des cas

Notre étude, à caractère longitudinal, a débuté en fin d’année scolaire 2015-2016. Elle avait pour but d’étudier le développement de compétences numériques en contexte scolaire et plus particulièrement, dans les *Labos créatifs*. À ce moment, nous avons brossé le portrait de six écoles qui prennent part dans ce mouvement pédagogique novateur (Freiman, 2019). Dans le cadre de ce présent article, nous partageons les résultats de l’année scolaire 2016-2017 où nous avons porté une attention particulière au développement de compétences techniques et non techniques. Durant cette année scolaire, nous avons effectué deux visites de collecte des données dans chacune des trois écoles de la première cohorte (2015-2016), soit deux écoles primaires et une école secondaire, pendant l’année scolaire.

L’école secondaire anglophone, située au nord-est de la province, offre un cours dédié entièrement à l’apprentissage au laboratoire de fabrication numérique, dans lequel étaient inscrits 22 élèves de 11^e et 12^e années dans le cadre du programme COOP (exploration de choix de carrière). À notre connaissance, cette situation était unique dans la province du N.-B., c’est-à-dire qu’aucune autre école de cette province n’offrait aux élèves un tel cours enseigné quotidiennement dans un laboratoire de fabrication numérique. Les deuxième et troisième cas sont ceux d’écoles primaires francophones, l’une du nord-ouest de la province et l’autre du sud. Pour ces deux écoles, nous avons observé des élèves de la 6^e à la 8^e année qui ont choisi de réaliser des projets dans le *Labo créatif*. Ainsi, comparés au cas de l’école secondaire, les élèves des deux cas du primaire (total de 42 élèves) ont exploité leur laboratoire de fabrication numérique de façon volontaire, comme activité complémentaire aux autres cours. Au labo, ces élèves travaillaient sur des projets récréatifs de leur choix ou complétaient des travaux dans le cadre de leurs autres cours comme, par exemple, un projet qui aurait été assigné dans un cours de sciences (voir Tableau 1 pour le profil des écoles visitées).

Tableau 1

Profil des cas

| École | Nombre de vidéos analysés | Francophone ou anglophone | Primaire ou secondaire | Nombre de visites au laboratoire par semaine | Activités observées |
|-------|---------------------------|---------------------------|---|--|---|
| 1 | 8 | Anglophone | Secondaire | Chaque journée (ils ont un cours de fabrication numérique qui se déroule au laboratoire) | Programmation (manette pour contrôler un iPad). Découpage de vinyle (logos pour chandails). Robotique. Création de jeux de réalité virtuelle. Création d'une peinture numérique (qui s'allume). Conception 3D (voiture 3D, ukulélé). Impression 3D (briquet). Utilisation d'une perceuse électrique (modifier le briquet). |
| 2 | 10 | Francophone | Primaire (7 ^e et 8 ^e année) | Quelques fois par semaine | Programmation. Robotique. Création de jeux de réalité virtuelle. |
| 3 | 5 | Francophone | Primaire (6 ^e année) | Quelques fois par semaine | Programmation (lumière qui consomme moins d'énergie). Circuits électroniques/soudure (guidons chauffants). Impression 3D (maquette qui démontre les effets de la pollution sur l'environnement). Robotique. Animation sur l'iPad (histoire interactive). |

Collecte de données

Ayant reçu un certificat d'éthique nous permettant d'obtenir les consentements des élèves et de leurs parents, nous avons visité, à quelques reprises, chaque école participante. Lors de ces visites, les équipes d'élèves ont été filmées pendant qu'elles travaillaient sur leurs projets dans les *Labos créatifs*. Nous leur avons aussi posé des questions pendant qu'elles travaillaient à leur projet, de sorte à mieux comprendre la nature de leur projet. Sur une liste de 60 vidéos (d'une

durée d'environ cinq minutes chacune) prises en 2016-2017, nous avons seulement retenu des vidéos où les élèves étaient en action. Les 23 vidéos retenues pour l'étude comportent donc des observations des manipulations d'élèves au travail ainsi que des échanges verbaux avec les élèves permettant d'explicitier leur processus de production. Parmi les projets que nous avons observés, il y avait l'invention de guidons chauffants pour vélo en hiver, la construction d'une maquette 3D pour démontrer les effets de la pollution et l'invention d'un jeu de réalité virtuelle, pour en nommer quelques-uns (voir le Tableau 1 pour la liste complète d'activités). Voici les questions que nous avons posées aux élèves en production, pendant les captures de vidéos : 1) Que fais-tu ? 2) Comment sais-tu ce que tu dois faire ? 3) Qu'est-ce que tu as fait jusqu'à présent ? Quels problèmes as-tu rencontrés ? Comment tu fais pour avancer dans ton projet ?

Cadre d'analyse

Pour ce qui est de notre plan d'analyse des vidéos, nous avons construit une grille analytique permettant de repérer des compétences numériques. Cette grille est inspirée de quatre cadres théoriques en littératie numérique, notamment le cadre d'Habilo Média (2012), celui du European Digital Competence Framework for Citizens (Vuorikari, Punie, Gomez et Van Den Brande, 2016), celui du Digital Competence Framework du Pays de Galles (Welsh Government, 2016), et celui de la Commission européenne (Ferrari, 2012). En ce qui concerne les éléments principaux de notre grille d'analyse, c'est-à-dire les compétences numériques spécifiques, nous cherchons deux catégories principales de compétences numériques, soit les compétences numériques techniques et non techniques. Pour les compétences numériques techniques, nous parlons ici de l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) et d'autres outils numériques par rapport au traitement et de la communication de l'information en ligne. Pour ce qui est des compétences numériques non techniques recherchées, nous incluons ici les six catégories thématiques suivantes : créativité, pensée critique, résolution de problèmes, communication, collaboration, ainsi que l'usage éthique et responsable.

Par ailleurs, chaque compétence numérique de notre grille d'analyse, issue des cadres de références précisés plus tôt, est aussi décrite à partir d'indicateurs spécifiques formulés d'après un cadre du ministère de l'Éducation de l'Alberta sur les compétences numériques. Par exemple, toujours selon le cadre d'Education Alberta (2019), on peut reconnaître la présence de créativité par l'application de nouvelles idées chez l'apprenant, ou encore par sa capacité de préciser ses idées. Pour reconnaître la présence de résolution de problèmes, une autre compétence numérique de notre grille d'analyse, on a essayé de voir si l'apprenant sait identifier les éléments d'un problème et poser des questions pour explorer la vraisemblance de solutions possibles. En appliquant de tels indicateurs dans notre grille d'analyse (voir les Tableaux 2, 3 et 4), nous avons pu déterminer la présence, ou l'absence, de compétences numériques chez les apprenants.

Concrètement, en termes de démarche d'analyse, nous avons visionné chaque vidéo d'élèves en contexte d'apprentissage dans un laboratoire de fabrication numérique, en appliquant notre grille d'analyse, afin d'identifier la présence de compétences numériques chez nos participants. Nous avons pris soin de noter si les compétences numériques étaient fortement présentes (forte présence), faiblement présentes (faible présence) ou non observées. Il est à noter qu'une compétence observée à forte présence est une compétence que l'on a observée trois fois ou plus au cours de la vidéo, tandis qu'une compétence observée à faible présence est une compétence qui a seulement été observée une ou deux fois au cours de la vidéo. Nous avons

aussi posé des questions aux élèves pour mieux comprendre le contexte de leur projet et pour ainsi donner un sens à nos observations.

Résultats et analyse

Pour analyser les vidéos, nous avons comptabilisé les observations issues des grilles d'analyse remplies pour chaque vidéo examinée. Nous avons traité un total de 23 grilles individuelles, soit huit pour la première école visitée, dix pour la deuxième école et cinq pour la troisième école. Dans les trois tableaux qui suivent, nous avons répertorié le nombre total de vidéos individuelles analysées dans chaque école participante. Nous avons ensuite classifié cette information dans l'une de trois colonnes précises, soit les compétences observées à faible présence, à forte présente, ou non observée.

Puisque les vidéos utilisées pour notre analyse proviennent de trois écoles de différentes régions, nous avons décidé de pousser notre analyse un peu plus loin et analyser les résultats par école pour voir s'il y avait des différences particulières entre les écoles participantes.

École 1

Pour le cas de l'École 1, nous avons remarqué qu'au niveau des compétences non techniques, la plupart des composantes de la grille ont été fortement observées. Par exemple, puisque tous les élèves ont pu faire un projet qui nécessitait la création d'un prototype, la créativité était fortement observée. Cependant, dans le laboratoire de fabrication numérique de cette première école, certains projets nécessitaient l'utilisation de la réalité virtuelle, faisant en sorte que la formation des liens (composante de la collaboration) était moins observée. Il est à noter que dans le cas de certains projets, il y a des jeunes qui travaillaient seuls en raison de l'absence de leur partenaire au moment de la prise de vidéos. Donc, pour cette raison, il était difficile d'observer la formation de liens de collaboration pour ces équipes incomplètes. Les résultats auraient pu être différents si l'autre coéquipier avait été présent et si nous avions observé les jeunes pendant d'autres phases de projet, comme, par exemple, lors de la programmation d'un jeu.

Au niveau des compétences techniques, nous avons remarqué une tendance plus élevée chez les élèves d'utiliser des TIC lors de la recherche d'information. En effet, dans cette école, certains projets nécessitaient plus de recherches. Il est intéressant aussi de mentionner que les élèves de cette école étaient plus âgés que les élèves des deux autres écoles. Il est possible que les élèves fussent plus à l'aise à faire leur propre recherche parce qu'ils avaient plus d'expérience et possédaient d'un répertoire plus large de stratégies de recherche. Par exemple, lorsqu'un élève avait de la difficulté à coder une manette afin de contrôler son iPad, il faisait une recherche en ligne pour déterminer pourquoi son code ne fonctionnait pas. Les élèves plus jeunes des autres écoles n'auraient pas procédé ainsi.

Tableau 2

Grille d'analyse des compétences numériques (École 1)

| Compétences numériques observées en milieux éducatifs riches en technologies | Non observée /8 | Observée à faible présence /8 | Observée à forte présence /8 |
|--|-----------------|-------------------------------|------------------------------|
| Compétences non techniques | | | |
| Créativité | | | |
| Fait preuve de nouvelles idées / d'idées originales | 1 | 0 | 7 |
| Sait élaborer sur ses idées et les idées d'autrui | 1 | 1 | 6 |
| Prend action sur ses idées créatives et innovantes et celles d'autrui | 1 | 0 | 7 |
| Pensée critique | | | |
| Évalue les informations trouvées | 1 | 0 | 7 |
| Fait des liens en évaluant un problème | 2 | 1 | 5 |
| Résolution de problèmes | | | |
| Identifie les éléments d'un problème | 0 | 0 | 8 |
| Résout des problèmes non familiers | 0 | 0 | 8 |
| Pose des questions qui mènent à des solutions | 2 | 0 | 6 |
| Communication | | | |
| Communique clairement ses idées | 0 | 1 | 7 |
| Écoute les idées des autres membres d'un groupe | 2 | 0 | 6 |
| Communique de façon respectueuse ses sentiments | 1 | 0 | 7 |
| Collaboration | | | |
| Interagit constructivement avec les autres dans un groupe | 2 | 0 | 6 |
| Crée des liens interpersonnels avec les autres | 4 | 0 | 4 |
| Éthique et responsabilité | | | |
| Se comporte de façon sécuritaire, tenant compte de la vie privée | 5 | 2 | 1 |
| Se comporte de façon responsable | 0 | 8 | 0 |
| Se comporte de façon éthique, en respect de la loi | 8 | 0 | 0 |
| Se comporte de façon conforme à l'étiquette de l'Internet | 8 | 0 | 0 |
| Compétences techniques | | | |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour trouver des informations | 4 | 1 | 3 |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour organiser des informations | 2 | 1 | 5 |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour partager des informations | 7 | 0 | 1 |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour accomplir une tâche | 2 | 1 | 5 |
| Utilise des TIC pour participer dans des réseaux collaboratifs en ligne | 8 | 0 | 0 |
| Utilise des TIC pour communiquer en ligne | 8 | 0 | 0 |

École 2

Pour le cas de l'École 2, on a remarqué que les composantes de la créativité étaient moins présentes (Tableau 3). Ceci peut être expliqué par le fait que plusieurs des projets des élèves étaient en lien avec la robotique. Par exemple, l'une des équipes avait programmé ses robots pour une manœuvre spécifique dans le cadre d'une partie de hockey. Plusieurs autres élèves, qui ne travaillaient pas en robotique, créaient, quant à eux, des jeux de réalité virtuelle. Dans ce type de tâches, les élèves étaient plutôt en mode de programmation d'un robot ou d'un jeu virtuel, ce qui correspond moins à l'aspect de fabrication technologique présent dans les autres projets où la créativité des élèves a pu être exprimée de façon plus articulée comparée à la collaboration et la communication, les deux observées à forte présence.

Tableau 3

Grille d'analyse des compétences numériques (École 2)

| Compétences numériques observées en milieux éducatifs riches en technologies | Non Observée /10 | Observée à faible présence /10 | Observée à forte présence /10 |
|--|------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Compétences non techniques | | | |
| Créativité | | | |
| Fait preuve de nouvelles idées / d'idées originales | 5 | 0 | 5 |
| Sait élaborer sur ses idées et les idées d'autrui | 2 | 2 | 6 |
| Prend action sur ses idées créatives et innovantes et celles d'autrui | 4 | 0 | 6 |
| Pensée critique | | | |
| Évalue les informations trouvées | 2 | 0 | 8 |
| Fait des liens en évaluant un problème | 4 | 1 | 5 |
| Résolution de problème | | | |
| Identifie les éléments d'un problème | 1 | 0 | 9 |
| Résout des problèmes non familiers | 2 | 1 | 7 |
| Pose des questions qui mènent à des solutions | 5 | 0 | 5 |
| Communication | | | |
| Communique clairement ses idées | 0 | 2 | 8 |
| Écoute les idées des autres membres d'un groupe | 0 | 0 | 10 |
| Communique de façon respectueuse ses sentiments | 0 | 0 | 10 |
| Collaboration | | | |
| Interagit constructivement avec les autres dans un groupe | 0 | 0 | 10 |
| Crée des liens interpersonnels avec les autres | 0 | 0 | 10 |
| Éthique et responsabilité | | | |
| Se comporte de façon sécuritaire, tenant compte de la vie privée | 9 | 1 | 0 |
| Se comporte de façon responsable | 0 | 9 | 1 |
| Se comporte de façon éthique, en respect de la loi | 10 | 0 | 0 |
| Se comporte de façon conforme à l'étiquette de l'Internet | 10 | 0 | 0 |
| Compétences techniques | | | |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour trouver des Informations | 9 | 0 | 1 |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour organiser des informations | 6 | 0 | 4 |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour partager des informations | 6 | 1 | 3 |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour accomplir une tâche | 0 | 0 | 10 |
| Utilise des TIC pour participer dans des réseaux collaboratifs en ligne | 10 | 0 | 0 |
| Utilise des TIC pour communiquer en ligne | 10 | 0 | 0 |

École 3

Pour terminer, dans le cas de l'École 3 (Tableau 4), nous avons remarqué que des liens interpersonnels étaient moins présents lors de nos observations. Les élèves passaient plus de temps à interagir avec l'enseignant. Dans ce laboratoire, un expert en technologies numériques était aussi présent avec l'enseignante pour aider les élèves dans la réalisation de leurs projets. Les élèves avaient alors tendance de faire appel à cette personne, plutôt que d'essayer de discuter de leurs problèmes entre eux. Dans les vidéos, on entendait souvent les élèves solliciter de l'aide : « Madame, viens ici » ou « Monsieur, viens ici » pour faire valider leurs actions ce qui pourrait limiter les occasions de collaboration. Les élèves semblaient aussi avoir plus de difficulté à élaborer sur leurs idées. Encore une fois, quand les élèves avaient une idée, ils appelaient des adultes qui disaient : « Ah, donc tu veux faire ça? Ça veut dire que tu veux... ». Ceci pourrait être attribuable à l'âge des élèves de ce groupe, un groupe plus jeune que ceux des deux autres écoles. La créativité aussi était moins observée chez les équipes qui faisaient de la robotique. Cependant, pour les autres groupes de cette école, le niveau de créativité observé était très élevé. Par exemple, un groupe travaillait sur des guidons de bicyclette chauffants pour les mois d'hiver.

Tableau 4

Grille d'analyse des compétences numériques (École 3)

| Compétences numériques observées en milieux éducatifs riches en technologies | Non observée /5 | Observée à faible présence /5 | Observée à forte présence /5 |
|--|-----------------|-------------------------------|------------------------------|
| Compétences non techniques | | | |
| Créativité | | | |
| Fait preuve de nouvelles idées / d'idées originales | 2 | 0 | 3 |
| Sait élaborer sur ses idées et les idées d'autrui | 2 | 1 | 2 |
| Prend action sur ses idées créatives et innovantes et celles d'autrui | 1 | 0 | 4 |
| Pensée critique | | | |
| Évalue les informations trouvées | 1 | 0 | 4 |
| Fait des liens en évaluant un problème | 0 | 2 | 3 |
| Résolution de problème | | | |
| Identifie les éléments d'un problème | 1 | 0 | 4 |
| Résout des problèmes non familiers | 1 | 0 | 4 |
| Pose des questions qui mènent à des solutions | 1 | 0 | 4 |
| Communication | | | |
| Communique clairement ses idées | 0 | 2 | 3 |
| Écoute les idées des autres membres d'un groupe | 0 | 0 | 5 |
| Communique de façon respectueuse ses sentiments | 0 | 1 | 4 |
| Collaboration | | | |
| Interagit constructivement avec les autres dans un groupe | 1 | 1 | 3 |
| Crée des liens interpersonnels avec les autres | 3 | 0 | 2 |
| Éthique et responsabilité | | | |
| Se comporte de façon sécuritaire, tenant compte de la vie privée | 4 | 0 | 1 |
| Se comporte de façon responsable | 0 | 5 | 0 |
| Se comporte de façon éthique, en respect de la loi | 5 | 0 | 0 |
| Se comporte de façon conforme à l'étiquette de l'Internet | 5 | 0 | 0 |
| Compétences techniques | | | |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour trouver des Informations | 5 | 0 | 0 |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour organiser des informations | 1 | 0 | 4 |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour partager des informations | 4 | 0 | 1 |
| Utilise des TIC / autres outils numériques pour accomplir une tâche | 0 | 0 | 5 |
| Utilise des TIC pour participer dans des réseaux collaboratifs en ligne | 4 | 0 | 1 |
| Utilise des TIC pour communiquer en ligne | 4 | 0 | 1 |

En examinant les trois tableaux d'analyse présentés, nous pouvons remarquer que cinq des six compétences non techniques étaient observées à forte présence, et ce, dans les trois écoles participantes. De plus, pour chacune de ces compétences, les tableaux d'analyse nous permettaient de comparer la présence d'un indicateur par rapport aux autres indicateurs. Pour ce qui est de la compétence non technique la moins observée, celle nommée Éthique et responsabilité, tous les indicateurs de cette compétence à l'exception du comportement responsable (qui était généralement observée à faible présence) ne se sont presque pas manifestés. Selon nous, ceci pourrait s'expliquer, en partie, par le fait que l'Internet semblait être moins utilisé dans les projets observés au laboratoire de fabrication numérique. Ainsi, certains indicateurs comme « se comporter de façon conforme à l'étiquette de l'Internet » se manifestaient moins souvent. Cependant, nous avons observé que plusieurs logiciels comme Tinkercad (impression 3D) et EV3 (robotique) ont été utilisés par les élèves pour programmer et organiser les informations pertinentes. Ceci était le cas des projets qui impliquaient le codage ou l'utilisation d'une imprimante 3D.

Discussion et conclusion

Comme but de recherche, le présent projet cherchait à savoir si les laboratoires de fabrication numérique pouvaient représenter un milieu de développement de compétences numériques techniques et non techniques dans nos écoles. L'interprétation de nos résultats montre que la compétence non technique de la créativité semble être explicitement manifestée dans presque tous les projets analysés. Dans l'ensemble des projets que les élèves réalisaient, lors de nos visites, une grande variété de technologies a été documentée, soit l'animation et programmation sur l'iPad, l'impression 3D, la robotique, création de logos pour le découpage de vinyle, la création de jeux virtuels et l'utilisation de circuits électriques, ce qui pourrait donner lieu au développement de compétences numériques plutôt techniques. Nos analyses nous ont aussi permis de repérer une forte présence des compétences non techniques, telles que la pensée critique, la communication et la résolution de problèmes. En ce qui concerne la compétence de la collaboration, cette composante nous a paru moins présente dans le contexte de jeux de réalité virtuelle, car on voyait plutôt les élèves en train manipuler de divers aspects du jeu. Ils expliquaient ce qu'ils faisaient, mais ne précisaient pas explicitement comment ils collaboraient entre eux dans leur travail. Les élèves faisaient toutefois référence au processus de création du jeu faisant allusion à une collaboration possible au niveau de partage d'expertise et de la mise à l'essai. Également, il y avait moins de manifestations de compétences de résolution de problèmes à cette étape, ce qui ne veut toutefois pas dire que ces composantes ne soient pas développées pendant la programmation du jeu. La manifestation de la résolution de problème était donc principalement mise en évidence dans les activités qui nécessitaient de l'expérience et de l'expérimentation directe, ce que Martinez et Stager (2013) appellent le *tinkering*. De façon générale, nos résultats semblent valider les propos de Pepler et al. (2015) avançant que les laboratoires de fabrication numérique permettent le développement de la résolution de problèmes, de la communication, de la collaboration, ainsi que de la créativité. Nos résultats s'alignent aussi avec les propos de Litts (2015) qui parle du développement d'une pensée critique dans ces milieux d'apprentissage.

D'autre part, nous n'avons pas observé la compétence non technique de l'éthique numérique dans la majorité de projets examinés. En fait, ceci peut être expliqué par le fait que les laboratoires de fabrication numérique soient plus centrés sur les activités de design, de

construction et de codage avec les outils numériques. Or, nous avons appris que dans le secteur anglophone, les compétences d'ordre éthique sont plutôt intégrées dans d'autres cours de technologies, faisant partie du curriculum de *Broad-Based Technology Education* qui contient le module de cyberéthique.

Aussi, l'usage de *Labo créatif* dans l'école anglophone qui a fait partie de cette analyse était dans le cadre d'un cours scolaire, ce qui a sans doute influencé la fréquentation plus constante du laboratoire par ces élèves. Pour le cas des deux écoles francophones, les élèves n'ont pas de cours de laboratoire créatif comme tel, donc ils visitent le laboratoire pendant divers cours. Cette particularité peut aussi expliquer la présence plus forte ou plus faible de certaines compétences dans chacune des écoles.

Sur le plan des compétences techniques liées à l'usage de TIC pour organiser de l'information et pour accomplir une tâche, ces dernières étaient présentes dans l'ensemble des projets observés. Nous avons également observé une utilisation accrue des TIC surtout pour partager de l'information, communiquer en ligne et participer à des réseaux collaboratifs en ligne. Ces résultats confirment les propos de Hague et Payton (2011) qui ressortent ces éléments dans leur curriculum de littératie numérique.

Somme toute, la présente étude semble montrer que des apprenants qui réalisent divers projets dans des laboratoires de fabrication numérique développent non seulement plusieurs compétences numériques techniques, mais aussi diverses compétences non techniques, ce qui semble être recherché par la société de plus en plus dépendante du numérique, tant comme mode de travail que comme mode de vie en général. Plus spécifiquement, sur le plan de compétences techniques, nous trouvons ces résultats particulièrement intéressants puisque plusieurs auteurs comme Hughes (2012), et Kuznetsov et Paulos (2010) rapportent que ces compétences sont nécessaires dans le processus de fabrication avec le numérique. Au niveau de compétences non techniques, nos résultats démontrent également leur présence accentuée dans le contexte de *Labos créatifs*, ce qui confirme, entre autres, les constants faits par Litts (2015) et Pepler et al. (2015). Nous trouvons toutefois qu'il faut étudier cet aspect davantage, surtout en ce qui a trait à l'évaluation de compétences observées.

Nous sommes conscients que cette recherche comporte des limites. En premier lieu, puisque nous avons fait une étude de cas (trois écoles), il n'est pas possible de généraliser nos résultats. Deuxièmement, nous avons seulement pu faire deux visites par école. Il va de soi qu'un plus grand nombre de visites aurait contribué à des résultats plus transférables (Laperrière, 1997). D'autre part, nos résultats proviennent de deux sources de données, soit des données issues d'observations en salle de classe et celles issues d'entrevues conversationnelles avec les élèves pendant leur travail. Comme prochaine étape, nous prévoyons étudier d'autres laboratoires de fabrication numérique, en ajoutant des entrevues semi-dirigées aux deux autres outils de collectes de données (conversations informelles et grille d'observation), afin d'arriver à des résultats plus fiables, validant ainsi les résultats préliminaires présentés ici, en les mettant, en plus, sur une perspective longitudinale.

Remerciements

Nous remercions le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada pour le soutien du Réseau des partenaires *CompeTI.CA* (subvention de développement de partenariat, 2014-2017) et *Brilliant Labs*, notre partenaire dans la recherche présentée dans l'article.

Références bibliographiques

- Alberta Education (2019). *Les compétences pour les élèves*. Repéré à <https://education.alberta.ca/compétences/les-compétences-pour-les-élèves/>
- Alper, M. (2013). Developmentally appropriate new media literacies: Supporting cultural competencies and social skills in early childhood education. *Journal of Early Childhood Literacy*, 13(2), 175-196. doi:10.1177/1468798411430101
- Ananiadou, K. et M. Claro (2009). *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries*, OECD Education Working Papers, No. 41, OECD Publishing. doi:/10.1787/218525261154
- Brilliant Labs (2016). *Maker Education*. Repéré à <https://www.brilliantlabs.ca/makerspaces>
- Bullock, S. M. et Sator, A. J. (2015). Maker pedagogy and science teacher education. *Journal of the Canadian Association for Curriculum Studies*, 13(1), 60-87. Repéré à <https://jcacs.journals.yorku.ca/index.php/jcacs/article/download/40246/36047>
- Coiro, J., Coscarelli, C., Maykel, C. et Forzani, E. (2015). Investigating criteria that seventh graders use to evaluate the quality of online information. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 59(3), 287-297. doi:10.1002/jaal.448
- Colegrove, P. (2013). Editorial board thoughts: Libraries as makerspace? *Information Technology and Libraries*, 32(1), 2-5. doi:10.6017/ital.v32i1.3793
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Cross, A. (2017). *Tinkering in k-12: an exploratory mixed methods study of makerspaces in schools as an application of constructivist learning* (Thèse de doctorat, Pepperdine University). Accessible par ProQuest Dissertations & Theses. (10265494)
- Davidson, A. L. et Price, D. W. (2017). Does your school have the maker fever? An experiential learning approach to developing maker competencies. *LEARNing Landscapes*, 11(1), 103-120. Repéré à <https://www.learninglandscapes.ca/index.php/learnland/article/view/926>
- Ferrari, A. (2012). *Digital competence in practice: An analysis of frameworks*. Séville, Espagne: Institute for Prospective Technological Studies, Commission européenne. Repéré à http://jiscdesignstudio.pbworks.com/w/file/fetch/55823162/FinalCSReport_%20PDFPA_RAWEB.pdf

- Fourgous, J. M., Cotentin, P. et Saguez, V. (2012). « *Apprendre autrement* » à l'ère numérique. *Se former, collaborer, innover : Un nouveau modèle éducatif pour une égalité des chances*. Paris, France: Mission parlementaire Fourgous. Repéré à www.missionfourgoustice.fr/missionfourgous2/IMG/pdf/Rapport_Mission_Fourgous_2_V2.pdf
- Freiman, V. (2019, sous presse). *Issues of teaching in new technology-rich environment: Investigating the case of New Brunswick (Canada) school makerspaces*. Dans Y. B.-D. Kolikant, D. Martinovic, et M. Milner-Bolotin (dir.), *STEM teachers and teaching in the era of change: Professional expectations and advancement in 21st Century Schools*. Dordrecht, Pays-Bas : Springer.
- Freiman, V., Larose, F., Chukalovsky, R., LeBlanc, M., Léger, M., Bourgeois, Y. et Godin, J. (2016). Defining and developing life-long digital competences: Partnership building approach. Dans L. G. Chova, A. L. Martínez, et I. C. Torres (dir.), *Actes de EDULEARN 2016 International conference* (p. 3500-3508), Barcelone, Espagne: IATED. doi:10.21125/edulearn.2016.1772
- Freiman, V., LeBlanc, M. et Léger, M. T. (2017). *Citoyenneté numérique : Éduquer les jeunes Canadiennes et Canadiens à la citoyenneté numérique dans un contexte global : enjeux, défis, tendances, pratiques*. Rapport de synthèse de connaissances sur la citoyenneté numérique pour le CRSH. Moncton, NB: Université de Moncton, Groupe de recherche CompéTI.CA.
- Gewertz, C. (2007). Soft skills in big demand. *Education Week*, 26(40), 25-27. Repéré à <https://www.edweek.org/ew/articles/2007/06/12/40soft.h26.html>
- Granjon F., Jouet J. et Vedel T. (2011). Actualités et citoyenneté à l'ère numérique. *Réseaux*, 29(170).
- Greffet, F. et Wojcik, S. (2014). La citoyenneté numérique. *Réseaux*, 184-185(2), 125-159. doi:10.3917/res.184.0125
- Habilo Médias. (2016). *Utiliser, comprendre et créer : Un cadre de littératie numérique pour les écoles canadiennes*. Ottawa, ON : Le Centre canadien d'éducation aux médias et de littératie numérique.
- Hague, C. et Payton, S. (2010). *Digital literacy across the curriculum*. Bristol, Royaume-Uni: Futurelab. Repéré à <https://www.nfer.ac.uk/publications/FUTL06/FUTL06.pdf>
- Helsper, E. et Eynon, R. (2010) Digital natives: Where is the evidence? *British Educational Research Journal*, 36(3), 503-520. doi:10.1080/01411920902989227
- Hughes, I. (2012). Virtual worlds, augmented reality, blended reality. *Computer Networks*, 56(18), 3879-3885 doi:10.1016/j.comnet.2012.09.016

- Hurrell, S. A., Scholarios, D. et Thompson, P. (2013) More than a “Humpty Dumpty” Term: strengthening the conceptualization of soft skills. *Economic and Industrial Democracy*, 34, 161-182. doi:10.1177/0143831X12444934
- Huynh, A. et Do, A. (2017). *Digital literacy in a digital age: A discussion paper*. Toronto, ON: Brookfield Institute for Innovation and Entrepreneurship. Repéré à https://brookfieldinstitute.ca/wp-content/uploads/BrookfieldInstitute_DigitalLiteracy_DigitalAge.pdf
- Jenkins, H. (2007). Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century (Part One). *Nordic Journal of Digital Literacy*, 2(01), 23-33. Repéré à https://www.idunn.no/dk/2007/01/confronting_the_challenges_of_participatory_culture_media_education_for_the
- Jones, B. et Flannigan, S. L. (2006). Connecting the digital dots: Literacy of the 21st century. *Educause Quarterly*, 29(2), 8-10. Repéré à <https://er.educause.edu/~media/files/article-downloads/eqm0621.pdf>
- Karsenti, T. et Collin, S. (2013). Quand les TIC font mouche: leur impact sur l’engagement scolaire des élèves. *Éducation Canada*, 53(1), 26-28. Repéré à <https://www.edcan.ca/articles/quand-les-tic-font-mouche/?lang=fr>
- Kechagias, K. (2011). *Teaching and assessing soft skills* (MASS project report). Neapoli, Greece: School of Thessaloniki. Repéré à https://www.researchgate.net/profile/Behrouz_Ahmadi-Nedushan/post/Is_there_an_assessment_model_of_specifically_for_measuring_soft_skills_of_students_in_college_university/attachment/59d63a3079197b8077997625/AS:405122485112832@1473600135834/download/Teaching+and+%250D%250AAssessing+Soft+Skills%250D%250AK.+Kechagias+%28Ed.%29.pdf
- Kivunja, C. (2014). Innovative pedagogies in higher education to become effective teachers of 21st century skills: unpacking the learning and innovations skills domain of the new learning paradigm, *International Journal of Higher Education*, 3(4), 37-48. doi:10.5430/ijhe.v3n4p37
- Kuznetsov, S. et Paulos, E. (2010). Rise of the expert amateur: DIY projects, communities, and cultures. Reykjavik, Iceland. Dans *NordCHI'10 Proceeding of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction* (295-304). New York, NY: ACM.
- Lacombled, D. (2013). *Digital citizen: Manifeste pour une citoyenneté numérique*. Paris, France : Plon.
- Laperrière, A. (1997). Les critères de scientificité des méthodes qualitatives. *La recherche qualitative. Enjeux épistémologiques et méthodologiques*, 1, 365-389.
- LeBlanc, M., Freiman, V. et Furlong, C. (2018). STEAMing soft-skills in makerspaces: What are the mathematical connections? Dans C. Michelsen, A. Beckmann, V. Freiman et U. T.

- Jankvist (dir.), *Actes de l'International Symposium MACAS* (p. 87-97) Copenhagen, Denmark : Laboratorium for Sammenhængende Undervisnings og Læring (LSUL).
- Lenhart, A., Duggan, M., Perrin, A., Stepler, R., Rainie, H. et Parker, K. (2015). *Teens, social media and technology overview*. Washington, DC: Pew Research Center.
- Litts, B. K. (2015). *Making learning: Makerspaces as learning environments* (thèse de doctorat, University of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin). Repéré à www.informalscience.org/sites/default/files/Litts_2015_Dissertation_Published.pdf
- Martin, A. (2005). DigEuLit—a European framework for digital literacy: A progress report. *Journal of eLiteracy*, 2(2), 130-136. Repéré à <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.469.1923&rep=rep1&type=pdf>
- Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), 4. doi:10.7771/2157-9288.1099
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn*. Torrance, CA: Constructing modern knowledge press.
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. Québec, QC : Gouvernement du Québec. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/Cadre-referance-competece-num.pdf
- Ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance (MEDPE). (2012). *Programmes d'études Mathématiques au primaire (7^e année)*. Repéré à <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/ed/pdf/K12/servped/Mathematiques/Mathematiques-7eAnnee.pdf>
- Ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance (MEDPE). (2016). *Profil de sortie d'un élève du système scolaire acadien et francophone du Nouveau-Brunswick*. Frédéricton, NB: Gouvernement du Nouveau-Brunswick. Repéré à <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/ed/pdf/K12/Francophone/Profil%20de%20sortie%20dun%20eleve.pdf>
- Ministry of Education and Early Childhood Development (MEECD). (2016). *10-year education plan. Everyone at their best (anglophone sector)*. Frédéricton, NB: Gouvernement du Nouveau-Brunswick. Repéré à <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/ed/pdf/K12/EveryoneAtTheirBest.pdf>
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). (2012). *Literacy, numeracy and problem solving in technology-rich environments: framework for the OECD survey of adult skills*. Paris, France : OECD Publishing. doi:10.1787/9789264128859-en.

- Peppler, K., Maltese, A., Keune, A., Chang, S. et Regalla, L. (2015). *The maker ed open portfolio project: Survey of Makerspaces, Part II*. Dans S. Chang, A. Keune, K. Peppler, and L. Regalla (dir.), *Open Portfolio Project Research Brief Series* (p.47-53). San Francisco, CA: Maker Education Initiative. Repéré de https://makered.org/wp-content/uploads/2015/03/Open-Portfolio-Project-Research-Brief-Series_FULL_final-small.pdf
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. Repéré à doi.org/10.1108/10748120110424816
- Ritz, J. M. et Fan, S. C. (2015). STEM and technology education: International state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 429-451. doi:10.1007/s10798-014-9290-z
- Sharma, G. et Sharma, P. (2010). Importance of soft skills development in 21st century Curriculum. *International Journal of Education & Allied Sciences*, 2(2).
- Sheridan, K., Halverson, E.R., Litts, B., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., et Owens, T. (2014) Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces. *Harvard Educational Review* 84(4), 505-531. Repéré à <https://www.makersempire.com/wp-content/uploads/2018/02/Learning-in-the-Making-A-Comparative-Case-Study-of-Three-Makerspaces-Sheridan-14.pdf>
- Statistique Canada. (2013). Skills in Canada: First Results from the Program for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC). Repéré à <https://www.statcan.gc.ca/pub/89-555-x/89-555-x2013001-eng.htm>
- Statistique Canada (2018). Un portrait des jeunes Canadiens. Repéré à <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-631-x/11-631-x2018001-fra.htm>
- van Holm, E. (2014). What are makerspaces, hackerspaces, and fab labs? *SSRN Electronic Journal*. doi:10.2139/ssrn.2548211
- Vuorikari, R., Punie, Y., Gomez, S. C. et Van Den Brande, G. (2016). *DigComp 2.0: The digital competence framework for citizens. Update phase 1: The conceptual reference model* (No. JRC101254) Luxembourg, Luxembourg: Publication Office of the European Union. doi:10.2791/11517
- Welsh Government. (2016). *Digital Competence Framework guidance*. Repéré à <http://learning.gov.wales/docs/learningwales/publications/160831-dcf-guidance-en-v2.pdf>

Auteurs

Caitlin Furlong est candidate au doctorat en éducation et chargée de cours à faculté des sciences de l'éducation de l'Université de Moncton. Ses recherches portent notamment sur la résolution de problèmes dans les environnements riches en technologies, l'impact des jeux technologique dans l'apprentissage des mathématiques et le développement de compétences numériques.

Courriel : caitlin.furlong@umoncton.ca

Michel T. Léger est professeur agrégé au département d'éducation primaire et de psychologie pédagogique de l'Université de Moncton, où il enseigne les méthodes d'éducation et de recherche en environnement. Ses recherches portent notamment sur le rôle de la technologie dans l'éducation environnementale et le développement des compétences numériques et environnementales.

Courriel : michel.leger@umoncton.ca

Viktor Freiman est professeur à l'Université de Moncton en didactique des mathématiques et des TIC. Il s'intéresse aux pratiques éducatives innovantes visant le développement du plein potentiel de chaque élève, à la résolution de problèmes dans un environnement virtuel et au développement de compétences numériques. Il dirige le Réseau des partenaires CompéTI.CA (Compétences en TIC en Atlantique) et il co-dirige une collection de livres chez Springer Mathematics Education in the Digital Era, étant en plus co-directeur de deux ouvrages récents de cette collection. Courriel : viktor.freiman@umoncton.ca



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial CC-BY-NC 4.0 International license.