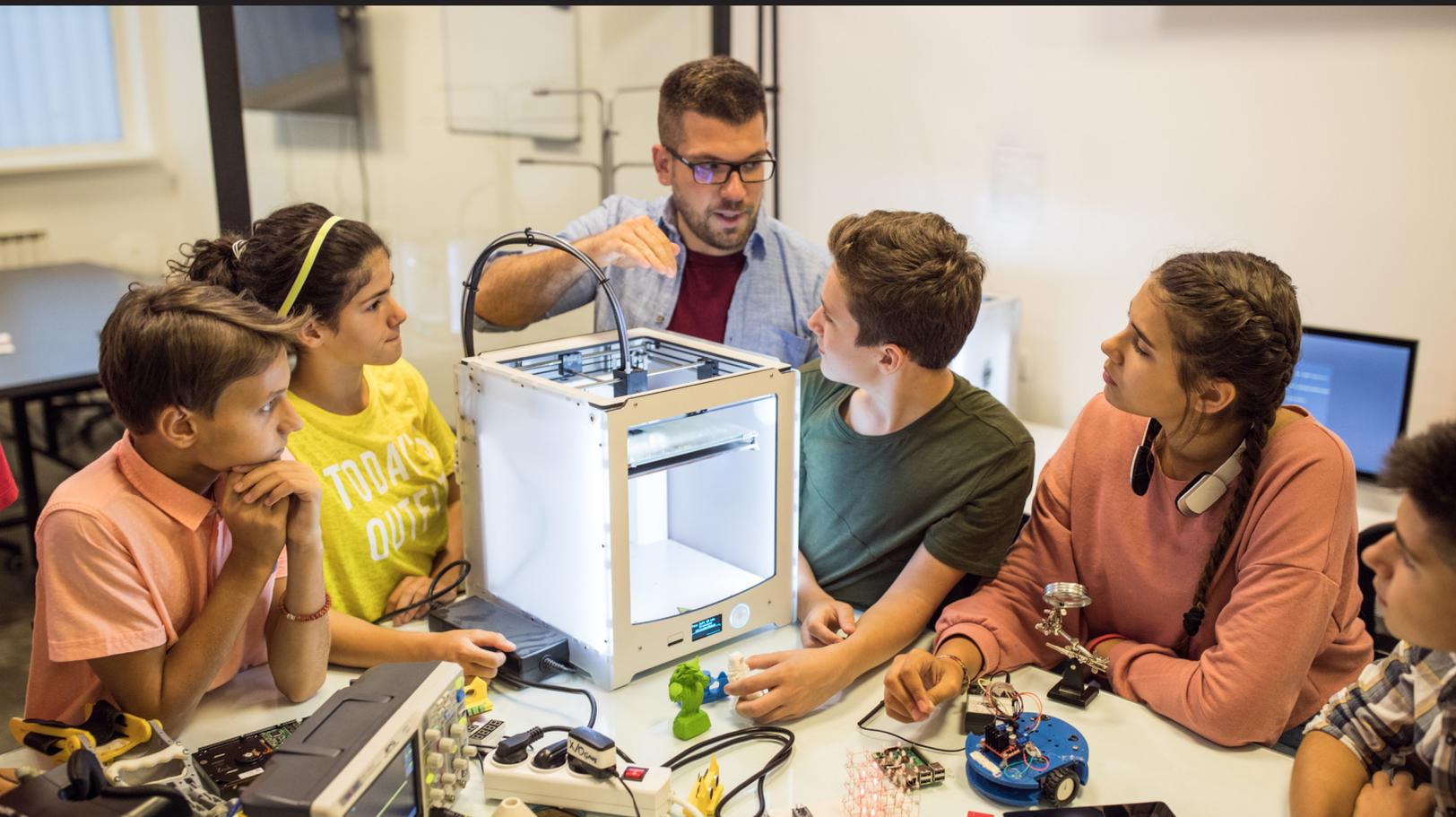


Laboratoires créatifs en milieux scolaires : état des lieux, stratégies pédagogiques et compétences

Rapport de recherche



Ce rapport a été réalisé par le Laboratoire de formation et de recherche sur la littératie numérique de l'Université du Québec à Chicoutimi. Veuillez prendre note que le masculin est employé comme genre neutre dans le texte, c'est-à-dire qu'il désigne aussi bien les femmes que les hommes, afin d'alléger le texte et d'en faciliter la lecture.



Chercheurs:

Patrick Giroux, Professeur, chercheur associé au CRIFPE et au GRIIPTIC

Nicole Monney, Professeure, Chercheuse associé au CRIRES

Assistantes:

Audrey Pépin, M. A., Candidate au doctorat en éducation

Isabelle Brassard, M. A., Candidate au doctorat en éducation

Vicky Savard, Étudiante en éducation au préscolaire et enseignement primaire

Ce projet a reçu l'appui financier du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) du Gouvernement du Québec.



Table des matières

| | |
|---|----|
| Table des matières..... | 1 |
| 1. Rappel du contexte de l'étude et problématique..... | 4 |
| 2. Objectifs..... | 6 |
| 3. Positionner le concept de laboratoire créatif..... | 7 |
| 3.1. Positionnement du terme laboratoire créatif..... | 7 |
| 3.2. Caractéristiques importantes d'un laboratoire créatif..... | 9 |
| 3.2.1. Philosophie et valeurs..... | 10 |
| 3.2.2. Enseignement et apprentissage..... | 11 |
| 3.2.3. Fondements théoriques..... | 12 |
| 3.2.4. Aménagement du laboratoire créatif..... | 13 |
| 3.3. Proposition d'une nouvelle définition du concept de laboratoire créatif..... | 16 |
| 4. Méthodologie..... | 18 |
| 4.1 Déroulement de la partie 1 et participants..... | 18 |
| 4.2 Déroulement de la partie 2 et participants..... | 19 |
| 4.3. Collecte de données..... | 19 |
| 4.3.1. Questionnaires en ligne..... | 19 |
| 4.3.2. Entretiens semi-dirigés..... | 20 |
| 4.3.3. Observation systématique..... | 20 |
| 4.4. Analyse des données..... | 20 |
| 4.4.1 Analyse du questionnaire en ligne..... | 21 |
| 4.4.2. Analyse des entretiens..... | 21 |
| 4.4.3. Analyse des observations..... | 21 |
| 5. Résultats..... | 22 |
| 5.1. Objectif 1 : Dresser le portrait national des laboratoires créatifs dans les établissements primaires et secondaires du Québec, notamment ceux faisant usage de la programmation. | 22 |

| | |
|---|----|
| 5.1.1. Soutien à la mise en place d'un laboratoire créatif | 24 |
| 5.1.2. Ressources et utilisation..... | 26 |
| 5.1.3 Mesures de sécurité..... | 27 |
| 5.2 Objectif 2 : Dégager les différentes stratégies pédagogiques mises en place par les enseignants pour exploiter ces laboratoires créatifs..... | 28 |
| 5.2.1 Travail en équipe..... | 29 |
| 5.2.2 Apprentissage par projet | 29 |
| 5.2.3 Résolution de problème et «pensée design» | 31 |
| 5.2.4 Autoapprentissage assisté | 32 |
| 5.2.5 Démonstration ou présentation | 32 |
| 5.2.6 Découverte guidée..... | 32 |
| 5.2.7 Laboratoires | 32 |
| 5.2.8 Jeu de simulation..... | 33 |
| 5.2.9 Activités parascolaires | 33 |
| 5.2.10 Valeurs pédagogiques ayant guidés les choix des pédagogues..... | 33 |
| 5.3 Objectif 3: Identifier les compétences mobilisées dans le cadre de l'exploitation des laboratoires créatifs..... | 36 |
| 5.3.1 Les compétences de la science et de la technologie..... | 37 |
| 5.3.2 Les compétences et les apprentissages en arts | 40 |
| 5.3.3 Les compétences et les apprentissages en mathématiques..... | 41 |
| 5.3.4 Les compétences et apprentissages en univers social | 43 |
| 5.3.5 Les compétences et apprentissages en éducation physique et à la santé..... | 43 |
| 5.3.6 Les compétences et les apprentissages en langue (langue maternelle, seconde ou troisième) | 44 |
| 5.3.7 Les compétences transversales..... | 45 |
| 5.3.8 La compétence numérique | 47 |
| 5.3.9 La programmation dans les LC..... | 50 |

| | |
|--|----|
| 5.3.10 Une progression des activités selon les cycles..... | 51 |
| 6. Discussion..... | 53 |
| 6.1. Les liens entre les stratégies pédagogiques, les compétences et les valeurs sous-jacentes à un LC | 53 |
| 6.1.1. Les liens avec le choix des stratégies pédagogiques et les valeurs du LC : une question d'appropriation des outils technologiques | 53 |
| 6.1.2. La résolution de problème et l'approche par problème : deux stratégies liées au développement des compétences au LC | 54 |
| 6.1.3. L'évaluation des apprentissages, le grand absent du LC | 55 |
| 6.2. L'interdisciplinarité pour favoriser l'utilisation optimale du LC..... | 56 |
| 6.3. Penser au processus d'appropriation pédagogique des LC par les enseignants..... | 57 |
| 6.4 Sur le choix des outils présents dans les laboratoires créatifs..... | 59 |
| 6.5 Limites à la portée de cette étude..... | 59 |
| Conclusion | 61 |
| Liste des références..... | 63 |

1. Rappel du contexte de l'étude et problématique

La mesure 2 du Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur (PAN) vise à accroître l'usage pédagogique de la programmation informatique. À plusieurs reprises, le Ministère s'est positionné pour favoriser un usage pédagogique interdisciplinaire de la programmation informatique. Depuis l'année scolaire 2017-2018, le Ministère a soutenu ou initié des projets visant à expérimenter l'usage de la programmation en classe, tout en documentant les retombées de ces expérimentations (p. ex. le projet CodeMTL de la Fondation de la Commission scolaire de Montréal ou le projet pilote Robots 360). En parallèle, le Ministère a aussi soutenu des projets de recherche. Barma et al. (2018) ont, par exemple, mené une recherche visant à documenter l'usage pédagogique de la programmation informatique par neuf (9) études de cas d'enseignants et d'enseignantes du primaire et du secondaire. Le ministère nous a aussi informés qu'une collecte d'information auprès des établissements de l'éducation préscolaire, de l'enseignement primaire et de l'enseignement secondaire a aussi permis de constater que l'usage de la programmation informatique est inégalement développé à l'échelle de la province.

Ces sources d'information ont permis d'établir différents constats. Par exemple, les enseignants et enseignantes peuvent avoir de la difficulté à établir des liens entre le programme de formation de l'école québécoise et les apprentissages réalisés à l'aide de la programmation informatique. De plus, le recours à des organismes ou personnes externes pour de l'accompagnement en classe ne rend pas systématiquement le milieu autonome pour des usages ultérieurs de la programmation informatique. La mise en oeuvre de la mesure 2 du PAN doit donc s'appuyer sur des ressources humaines, techniques et matérielles qui permettront aux milieux de s'approprier l'usage pédagogique de la programmation informatique. À cet effet, la mise en place de laboratoires créatifs (LC) pourrait être un moyen de favoriser un usage interdisciplinaire de la programmation. Une telle appropriation par les milieux permettrait aussi de contribuer à l'atteinte des objectifs d'équité et de qualification de la Politique de la réussite éducative (PRÉ) en offrant à tous les milieux des ressources utiles à l'apprentissage et facilitant la différenciation. De plus, un accompagnement des enseignants dans le temps sera essentiel pour préserver l'adhésion des enseignants à l'usage de la programmation.

Le Ministère offre des ressources financières aux centres de services scolaires (CSS) désireux d'implanter des LC notamment via des crédits associés à la mesure 29 du Plan d'action numérique (PAN) qui vise à soutenir l'acquisition d'équipement numérique à des fins pédagogiques dans les

établissements. Ces crédits sont ceux des combos numériques où les établissements peuvent choisir de l'équipement dans trois catégories, dont l'une est intitulée «laboratoire créatif ». À l'automne 2018, peu d'établissements ont opté pour du matériel faisant partie de cette catégorie. À cet effet, le Ministère a peu d'informations sur ce qui a motivé les écoles à choisir, ou non, du matériel de cette catégorie. Le nombre de LC à l'échelle de la province demeure aussi méconnu, de même que les usages qui en sont faits. À l'heure actuelle, aucun document ministériel ne peut appuyer les établissements désireux d'implanter un laboratoire créatif.

Dans le cadre de la collecte de besoins des combos numériques en mai 2018, le RÉCIT (2018) a proposé la définition suivante d'un LC : « Un laboratoire créatif désigne un environnement d'apprentissage qui permet de concevoir et de fabriquer des objets intégrant des composantes numériques. Ces environnements peuvent se retrouver dans tous les ordres d'enseignement. Dans un laboratoire créatif, il est notamment possible d'utiliser à la fois des outils numériques de pointe comme le dessin assisté par ordinateur et l'imprimante 3D, de même que des outils et matériaux usuels comme les ciseaux, le carton et la colle ». Cette définition a été utilisée comme point de départ de la présente étude, mais il est important de rappeler que tous les LC ne font pas nécessairement usage du numérique. À cet effet, l'équipe de recherche a proposé au Ministère une définition plus large lors de son rapport d'étape de septembre 2019 pour l'aider à se positionner en identifiant ou proposant des définitions de concepts apparentés, mais qui ne sont pas nécessairement identiques comme ceux de FabLab ou de STEAMlab. Les prochaines sections rappellent d'abord les objectifs fixés pour cette étude. La proposition de définition faite au Ministère en septembre 2019 sera ensuite détaillée en positionnant le concept de laboratoire créatif. Cette définition orientera par la suite notre analyse de la situation et guidera notre discussion. La section 4 présente la méthode déployée pour les différentes parties de cette étude et la section 5 détaille les résultats en fonction des objectifs visés. Notez que l'objectif spécifique 5 a fait l'objet d'un rapport distinct au Ministère intitulé «Laboratoires créatifs en milieux scolaires - Guide d'implantation» (Giroux et al., 2020). La discussion suit la présentation des résultats et aborde autant les limites de la présente étude que les questions soulevées, les perspectives de recherche et les faits intéressants. L'ensemble des références citées dans ce rapport sont présentées à la toute fin.

2. Objectifs

Globalement, la présente étude devait fournir à l'équipe du Ministère certaines informations jugées importantes ou utiles pour le déploiement efficace de ses politiques. Ainsi, l'équipe de recherche voulait d'abord faire l'inventaire des LC présents dans les établissements de l'éducation préscolaire, de l'enseignement primaire et de l'enseignement secondaire (recensement) pour avoir une meilleure idée de la situation et permettre d'améliorer la compréhension de ce qui pousse ou freine certains milieux à mettre en place des laboratoires créatifs. Il serait ainsi plus facile de soutenir les CSS et les écoles en lien avec la mise en place d'un LC. Toujours dans l'optique de mieux se positionner pour soutenir les acteurs scolaires, cette étude devait étudier et documenter les stratégies pédagogiques qui sont actuellement mises en place par les enseignants dans les LC existants et déterminer quelles compétences y sont développées.

Les objectifs spécifiques suivants ont ainsi guidé la réalisation de l'étude :

1. Dresser le portrait national des laboratoires créatifs dans les établissements primaires et secondaires du Québec, notamment ceux faisant usage de la programmation.
2. Dégager les différentes stratégies pédagogiques mises en place par les enseignants pour exploiter ces laboratoires créatifs.
3. Identifier les compétences mobilisées dans le cadre de l'exploitation des laboratoires créatifs.
 - a. Documenter les apprentissages (savoirs et compétences) réalisés dans ces laboratoires ou lors de leur exploitation.
 - b. Positionner les apprentissages observés par rapport au Programme de formation de l'école québécoise et au Cadre de référence de la compétence numérique.
4. Étudier les liens entre le développement de compétences ou l'acquisition de savoirs et les stratégies pédagogiques mobilisées.
5. Rédiger un Guide d'implantation d'un laboratoire créatif en milieu scolaire québécois.

3. Positionner le concept de laboratoire créatif

Le point de départ à la définition du concept a été la définition présentée par le RÉCIT lors de la collecte de besoins pour les combos numériques en mai 2018 (cette définition a été fournie par le Ministère dans le mandat de recherche confié à notre équipe) :

Un laboratoire créatif désigne un environnement d'apprentissage qui permet de concevoir et de fabriquer des objets intégrant des composantes numériques. Ces environnements peuvent se retrouver dans tous les ordres d'enseignement. Dans un laboratoire créatif, il est notamment possible d'utiliser à la fois des outils numériques de pointe comme le dessin assisté par ordinateur et l'imprimante 3D, de même que des outils et matériaux usuels comme les ciseaux, le carton et la colle.

Toutefois, il faut préciser que l'idée générale derrière les LC n'est absolument pas nouvelle et qu'au regard de la recension des écrits, cette définition du terme LC apparaît incomplète. Par exemple, la définition du RÉCIT laisse penser que le numérique est nécessairement utilisé dans le LC, ce qui n'est pas nécessairement vrai, et que seuls le matériel utilisé ainsi que les buts poursuivis (concevoir et fabriquer) caractérisent ce type d'environnement, ce qui est faux. En effet, le matériel utilisé dans le LC n'est pas nécessairement numérique et d'autres aspects le caractérisent, comme la philosophie, les valeurs, la pédagogie, etc.

Dans les paragraphes suivants, il est question de la recension des écrits ayant permis de positionner l'expression LC sur le plan conceptuel et par rapport à d'autres termes faisant référence à des environnements apparentés. Il sera ensuite question de faire ressortir ce qui caractérise les LC selon les écrits et de proposer une définition du terme LC tenant compte des écrits scientifiques, mais aussi des observations de LC qui ont été faites sur le terrain.

3.1. Positionnement du terme laboratoire créatif

« Laboratoire créatif » serait une expression locale pour parler d'un *makerspace* (terme anglais utilisé pour désigner un environnement s'apparentant au LC). À notre connaissance, l'expression *laboratoire créatif* est peu utilisée, sauf au Nouveau-Brunswick et au Québec. Le terme *makerspace* est le terme générique qui est le plus souvent utilisé dans la littérature pour désigner le type d'environnement qui nous intéresse. Selon Blikstein (2018, p. 420) :

The maker movement in education has been a revolution in waiting for 100 years. The conceptual and material pillars upon which it rests – interest-driven

curricula, project-based pedagogies, constructivism, constructionism, critical pedagogy, and rich, expressive, low-cost technological tools – have been engendered and engineered in schools, universities, and research labs for decades.

Dans la dernière partie du 20e siècle, Seymour Papert a contribué à poser les bases définitives du mouvement maker en mettant à l'avant-plan l'importance d'outils et de médias riches pour l'apprentissage. Comme l'explique Blikstein (2018, p.420-421) :

Papert added to constructivist theory the idea that students' interactions and experiences would happen more robustly if learners were engaged in building public, shareable artifacts, such as robots, inventions, sand castles, or computer programs.

Au fil des dernières années, le développement accéléré des technologies numériques a vraiment permis au mouvement maker de prendre son envol. On a ainsi vu apparaître d'autres expressions décrivant des environnements s'inspirant directement ou qui sont conceptuellement très proche du concept de *makerspace*, mais comportant des caractéristiques propres qui les distinguent plus ou moins les uns des autres. Citons à titre d'exemples les *steamlabs*, les *hackspaces*, les *fablabs* et les *medialabs*. Ces mots qui désignent des environnements partageant plusieurs caractéristiques communes ne sont pas des synonymes exacts, car il existe des nuances de sens parfois concrètes et parfois très subtiles entre ces derniers. Ils ne sont donc pas interchangeables.

Tout d'abord, selon Communautique (2016, p. 19), « un makerspace[, c'] est un environnement collaboratif d'apprentissage où les gens partagent du matériel et acquièrent de nouvelles compétences ». Selon Sheffield et al. (2017, p. 149), « Makerspace désigne l'espace, les ressources et les opportunités nécessaires à un collectif pour créer un artefact ou un produit souvent unique au fabricant » [traduction libre]. En d'autres termes, un *makerspace*, c'est un environnement où les gens peuvent interagir et travailler ensemble pour créer sans que cela implique nécessairement la technologie.

D'autres termes encore sont employés pour référer à des *makerspace* ou à des environnements de type *makerspace*, mais ayant des caractéristiques plus spécifiques ou distinctives. Par exemple, Waters (2016, p. 26) fait remarquer que les *makerspaces* sont aussi parfois appelés *steamlabs*. Le *steamlab* est un *makerspace* communautaire axé sur la fabrication numérique, la programmation, la fabrication manuelle et l'électronique (<https://steamlabs.ca/>). Le *steamlab* se retrouve souvent en contexte scolaire ou parascolaire et l'accent y est mis sur les savoirs et les compétences associés aux sciences, aux technologies, à l'ingénierie, aux arts et aux mathématiques.

En outre, si le *makerspace* est plutôt un environnement physique de collaboration très axé sur l'utilisation d'outils numériques et électroniques, il s'agira souvent d'un *fablab* (Blackley et al., 2018, p. 18). De surcroît, sur le Web, on rencontre le terme *medialab*. Les définitions recueillies par Communautique (2016, p. 19) relèvent bien les différences entre un *fablab* et un *medialab* : « un Fab Lab [, c']est un atelier ouvert de fabrication numérique, mais avant tout une communauté [...] [tandis qu']un Médialab[, c']est un laboratoire d'expérimentation et de production multimédia ». Les différences entre ces deux environnements concernent la nature de ce qui est produit et les outils qui y sont utilisés pour créer. Dans le *fablab*, qui est ouvert au public, on produit toute sorte de choses à l'aide d'outils numériques (des ordinateurs, des logiciels, des appareils numériques, des nano-ordinateurs, des capteurs, etc.) et non numériques. Le plus souvent, le but est de créer un objet concret ou une machine. En outre, il faut noter que l'expression *fablab* est associée à un réseau particulier de *makerspace* et qu'il faut passer par plusieurs étapes et respecter plusieurs critères de la FabFoundation (<https://www.fabfoundation.org/>) pour qu'un environnement soit officiellement qualifié de *fablab*. Dans le *medialab*, qui peut aussi être ouvert au public, on exploite plutôt des outils informatiques (ex. : ordinateurs, logiciels, intelligence artificielle, etc.), des réseaux et des bases de données d'informations numériques accessibles. Le but est de nourrir des réflexions pour la recherche de solutions créatives à des problèmes réels (<https://www.media.mit.edu/about/lab-faqs/#faq-what-is-the-media-lab>, <https://theconversation.com/des-medialabs-pour-apprendre-a-etre-un-media-103271>). Donc, on travaille avec des informations ou des données au lieu d'outils tangibles. Une autre différence entre les deux environnements mentionnés précédemment est que le *medialab* est parfois éphémère (avec une durée d'existence limitée dans le temps) tandis que le *fablab* est le plus souvent pérenne.

Bref, il est possible de constater que ces environnements bien distincts se différencient sous certains aspects : par l'environnement physique ou virtuel, par la nature de ce qu'il est possible de créer, par les outils qui sont disponibles, par l'ouverture à la communauté, etc. Ces environnements distincts ont toutefois des caractéristiques communes. Dans la section qui suit, il sera question de ces caractéristiques principales qui sont communes aux différents types de *makerspace* et donc, selon nous de LC.

3.2. Caractéristiques importantes d'un laboratoire créatif

Dans les paragraphes suivants, il sera question des aspects qui caractérisent les environnements de type *makerspace* ou LC : la philosophie et les valeurs, la façon dont se déroulent les enseignements

et les apprentissages, les fondements théoriques de ce type d'environnement et la façon dont ce type d'environnement est aménagé par rapport à l'espace, au matériel utilisé et au respect des normes de sécurité.

3.2.1. Philosophie et valeurs

Un environnement de type *makerspace* ou un LC, c'est bien plus qu'un lieu physique où les apprenants se servent de technologies ou d'outils pour créer des choses (Waters, 2016). En effet, contrairement à ce qu'on peut croire, ce n'est pas l'utilisation des technologies qui caractérise principalement ce type d'environnement, mais plutôt la philosophie et les valeurs.

La philosophie en place dans les *makerspace* découle du *Maker movement*. Selon Dougherty (2013) cité dans Martin (2015, p. 35), les quatre valeurs importantes qui caractérisent l'état d'esprit en arrière du *Maker movement* sont : (1) l'aspect ludique, (2) le fait que chacun possède ses atouts et peut s'améliorer, (3) la collaboration et (4) la productivité de l'échec. En effet, le *maker movement* postule d'abord que le jeu, le plaisir et l'intérêt sont au cœur de la fabrication et de l'apprentissage. De plus, lors de la fabrication d'objets, il n'y a pas qu'une manière de faire, mais bien une infinité de possibilités. Dans le *Maker movement*, l'accent est donc mis sur la variété des compétences et de ressources que l'on peut mobiliser. Dans cette optique, les apprenants doivent croire qu'ils peuvent arriver à faire n'importe quoi, car tout le monde est capable de créer des choses avec ses propres compétences ou d'acquérir celles nécessaires pour y arriver (Dougherty, 2013 cité dans Martin, 2015, p. 35). En plus, le *maker movement* met de l'avant que le partage des connaissances permet aux apprenants de sophistiquer leur technique et de s'améliorer (Barron et al., 2010). Par exemple, un apprenant pourrait décider d'apprendre à se servir de l'imprimante 3D pour créer des objets par essais et erreurs, mais un pair pourrait aussi lui donner des trucs ou le guider pas à pas dans l'utilisation de l'imprimante et ainsi faciliter (et probablement accélérer) le développement de compétences. Enfin, toujours selon le *maker movement*, fabriquer ou créer favorise la prise de risques (Tucker-Raymond et al., 2016, p. 209), ce qui peut mener à des échecs, mais un échec peut être positif ou productif, car il peut amener les apprenants à mieux comprendre les structures ou les contraintes d'un problème et donc de s'ajuster en conséquence pour mieux apprendre s'ils ont une autre chance (Kapur, 2008). L'échec permet donc d'apprendre. C'est potentiellement d'autant plus vrai dans un environnement où un pédagogue attentif est présent pour faciliter l'analyse et la réflexion par rapport à l'échec.

Même si l'utilisation des technologies est très présente dans ces environnements, elle est secondaire puisqu'elle est au service de l'actualisation de la philosophie du *Maker movement* et des valeurs présentées précédemment. Donc, un environnement dans lequel il n'y aurait aucune technologie pourrait être qualifié de LC ou de *makerspace* si la philosophie et les valeurs du *Maker movement* sont en place dans ce dernier. Les prochains paragraphes apporteront quelques précisions quant à l'enseignement dans ce contexte, les fondements théoriques auxquels on peut rattacher cette philosophie en termes d'apprentissage et l'environnement physique d'un *makerspace* ou d'un LC.

3.2.2. Enseignement et apprentissage

Les LC et les *makerspace* ne sont pas nécessairement utilisés en contexte pédagogique, mais c'est ce contexte qui nous intéresse dans le cadre de cette étude. Cette section discutera donc sommairement de l'enseignement et de l'apprentissage.

En plus d'être caractérisés par une philosophie et des valeurs bien précises, les *makerspace* et les environnements du même type, comme les LC, placent les apprenants en activités le plus possible. L'apprenant doit être actif, engagé et créatif. Il a donc une responsabilité importante, soit celle de se prendre en charge et de se mettre en action.

L'enseignant, de son côté, planifie l'environnement, les horaires, et les objectifs pour la présence au LC. Il doit d'abord créer le contexte propice à l'engagement des apprenants. Il peut proposer une multitude de projets et lancer une variété de défis aux apprenants. Dans tous les cas, son défi personnel et son rôle sont d'accompagner les apprenants pour qu'ils mobilisent leurs compétences, en développent de nouvelles, qu'ils osent prendre des risques et qu'il résulte des apprentissages de ce processus. En général, il va proposer un défi ou un projet relativement ouvert, c.-à-d. qui laisse de la liberté aux apprenants ou qui leur demande de prendre des décisions. L'apprenant doit avoir de la liberté et assez d'espace décisionnel pour être créatif par rapport au produit fini, mais aussi de la méthode, des outils, etc. Les objectifs visés par l'enseignant peuvent être formels et en lien avec le programme, mais aussi informels et viser uniquement l'aspect découverte par l'apprenant. Par exemple, un enseignant pourrait planifier une activité découverte de l'imprimante 3D et du logiciel qui permet de créer le fichier à imprimer avec comme but premier que les apprenants s'approprient cet outil et puissent l'utiliser plus tard dans d'autres projets. Les apprenants auraient ainsi pu développer de nouvelles compétences et acquérir de nouveaux savoirs en plus d'en mobiliser et potentiellement en améliorer d'autres, plaçant ainsi les apprenants en meilleure position selon le point de vue de l'enseignant pour relever des défis futurs plus en lien avec une discipline comme,

par exemple, un projet utilisant la pensée design pour créer une lampe en science (électricité, prototypage, etc.).

Le rôle de l'enseignant est de s'assurer que les apprenants sont en situation d'apprentissage en les questionnant ou en mettant en place une stratégie qui les amène à réfléchir aux compétences mobilisées, aux outils exploités, à leurs avancées, à leurs doutes, etc. L'enseignant doit accompagner les apprenants pour qu'ils mobilisent des compétences pertinentes, utilisent un langage propre à la discipline visée, etc. Le défi pour l'enseignant consiste à faire cela tout en permettant aux apprenants de travailler sur le projet à leur manière, en fonction de leurs choix et de leurs compétences, tout en partageant et en collaborant et, peut-être, en faisant des erreurs qui ne devront pas être pénalisées, mais plutôt utilisées comme source de réflexion et comme occasion de perfectionnement et d'apprentissage.

Les enseignants sont parfois plus directifs. Les apprenants pourraient, par exemple, avoir à reproduire ou construire un objet précis à partir d'un modèle ou en suivant des étapes prédéfinies lorsque l'enseignant a une intention pédagogique précise. Notons qu'il s'agit certainement d'un usage possible d'un LC, mais qu'on s'éloigne de la philosophie du LC qui veut favoriser la créativité et le travail selon les intérêts de chacun. Idéalement, tout en prenant en compte les intentions de l'enseignant, l'apprenant devrait avoir la liberté de modifier ou d'améliorer l'objet (Blackley et al., 2018) ou pouvoir imaginer son propre processus de fabrication selon ses intérêts et ses compétences ou pouvoir tester différents matériaux. C'est à l'enseignant de prévoir un contexte flexible et de guider l'apprenant.

3.2.3. Fondements théoriques

La philosophie et les valeurs du *Maker movement* sont souvent associées à deux approches théoriques principales qui se ressemblent sur certains points : l'apprentissage par problème selon une vision socioconstructivisme et le constructionnisme. Ces deux théories peuvent être mobilisées autant dans la conception que dans l'utilisation quotidienne ou dans l'évaluation du LC.

L'apprentissage par problème selon une vision socioconstructiviste est une approche centrée sur l'apprenant (Chan & Blikstein, 2018) qui peut être utilisée comme méthode d'enseignement dans les LC. Dans cette approche, les apprenants sont confrontés à une situation qui représente un problème à résoudre et doivent trouver une solution viable. Ainsi, ils sont amenés à développer leur capacité à résoudre des problèmes, mais aussi leur créativité lorsqu'ils élaborent des solutions. Ils sont également amenés à développer leurs compétences en communication (Awang & Ramly

(2008) et Major & Palmer (2001) cités dans Chan & Blikstein, 2018), car l'apprentissage par problème peut se faire en collaboration avec les pairs et l'enseignant. C'est donc dans une vision socioconstructiviste que l'approche par problème est définie dans un LC. De plus, il est important de noter que cette collaboration est une valeur importante de la philosophie du *Maker movement* (Dougherty, 2013 cité dans Martin, 2015). Grâce à elle, les apprenants sont amenés à construire leurs connaissances, à développer leurs compétences et à mettre en œuvre les capacités qu'ils possèdent déjà en interagissant avec leurs pairs et leur enseignant. Bref, l'apprentissage par problème permet aux apprenants de développer plusieurs compétences. Cela concorde avec la vision de Blackley et al. (2018) pour qui un LC est un espace où les apprenants sont amenés à mettre en œuvre et à développer de nombreuses compétences (Blackley et al., 2018) et à s'engager dans une démarche créative de résolution de problèmes (Union européenne, 2015 citée dans Blackley et al., 2018, p. 18). Dans l'apprentissage par problème, c'est aux apprenants de définir leurs propres objectifs d'apprentissage. L'apprentissage par problème peut se subdiviser en quatre phases : présentation du problème, examen du problème, résolution du problème et évaluation du processus selon Awang & Ramly (2008) cités dans Chan et Blikstein (2018). Ces phases ressemblent beaucoup aux trois phases du *Makerspace approach* présentées par Blackley et al. (2018, pp. 19-21) : l'exposition (on présente le problème ou l'objet qui devra être reproduit), l'engagement et l'expérimentation (les apprenants se posent des questions sur le problème et tentent de le résoudre) ainsi que l'évaluation et l'extension (évaluation du produit et proposition d'améliorations).

Le constructionnisme est une théorie de l'apprentissage développée par Papert en se fondant sur les travaux de Piaget. Dans cette théorie, Papert définit ou repense la manière d'apprendre à l'école. Brennan (2015) cité dans Chan et Blikstein (2018) a défini quatre aspects essentiels qu'un environnement d'apprentissage constructionniste doit comporter : la possibilité de concevoir, de personnaliser, de partager et de réfléchir. Cette approche valorise l'apprentissage par la fabrication, la mise en œuvre de la pensée critique, la créativité et la réflexion itérative selon Brennan (2015) et Papert & Harel (1991) cités dans Chan et Blikstein (2018).

3.2.4. Aménagement du laboratoire créatif

À la lumière des précédents paragraphes, un LC est un environnement qui favorise l'aspect ludique, le développement des habiletés de chacun, la mise en évidence des atouts de chacun, la collaboration et la productivité de l'échec et dans lequel l'apprenant est actif. Son but est d'amener les apprenants à créer. Cet environnement doit donc être pensé de sorte à favoriser la création. On

le veut donc le plus souvent ouvert et mettant à disposition plusieurs types d'outils. Les prochains paragraphes présenteront les éléments qui peuvent caractériser l'environnement physique des LC : l'espace, le matériel et les normes de sécurité. Il faut noter qu'il est possible que les éléments traités dans les paragraphes ci-dessous ne soient pas tous présents dans un LC ou que d'autres éléments le soient. Cela s'explique du fait que vous n'avez pas vraiment à respecter des normes précises dans la création de votre LC à moins que vous vouliez être accrédité par un organisme comme la Fab Foundation, par exemple. La seule exception réside probablement dans les normes de sécurité qui sont considérées comme incontournables. Dans les faits, l'organisation de chaque LC dépend des individus qui l'utilisent, des projets que l'on veut y mettre en branle et des intentions pédagogiques que l'on veut soutenir.

3.2.4.1. Espace

Un LC peut être un espace formel, c'est-à-dire un ou plusieurs locaux entièrement dédiés au LC. Cet espace peut parfois être créé par la transformation ou l'adaptation d'un autre espace tel que la bibliothèque (Waters, 2016) ou des locaux d'arts. Il peut aussi être un espace informel que l'on transforme momentanément. Dans ce cas, le LC peut être entièrement portable (Kjällander et al., 2018), c'est-à-dire que tout le matériel du laboratoire peut être déplacé d'une classe à l'autre. Il peut être partiellement portable, c'est-à-dire que le matériel peut être déplacé en modules. Lorsque le laboratoire est partiellement portable, l'enseignant peut choisir le module dont il aura besoin pour la réalisation d'un projet précis. Ce faisant, il limite la liberté des apprenants à mobiliser les compétences de leur choix et cela va à l'encontre de la philosophie et des valeurs du LC. Enfin, il se peut qu'un espace ne soit pas entièrement dédié au LC, le matériel pourrait par exemple être rangé dans une classe. Que l'espace dédié au LC soit formel ou informel, pour être en ligne avec les valeurs et la philosophie des LC ou *makerspace*, il doit être flexible et ouvert (Waters, 2016). Bref, l'espace doit être organisé de sorte que les apprenants accèdent facilement au matériel mis à leur disposition afin qu'ils réalisent des apprentissages pratiques en donnant libre cours à leur créativité pour concevoir ou fabriquer des objets (Waters, 2016). Cet espace doit aussi être pensé de façon à faciliter le mouvement, la réorganisation spontanée de l'espace et la collaboration entre les apprenants.

3.2.4.2. Matériel

Dans ces environnements, les apprenants sont encouragés à expérimenter, à inventer et à bricoler avec différents matériaux et différentes technologies (Waters, 2016, p. 26). Dans les LC, on

retrouve le plus souvent des outils numériques et non numériques ainsi que du matériel de bricolage (Tucker-Raymond et al., 2016, p. 207). En ce qui concerne les outils numériques, Martin (2015, pp. 32-33) les classe en deux catégories : outils physiques numériques et outils logiques numériques. Dans la première catégorie, on retrouve les outils programmables qui permettent de façonner des matériaux et d'obtenir une belle finition ainsi que la possibilité de rapidement dupliquer les objets obtenus, comme les imprimantes 3D, les brodeuses numériques, les découpeuses au laser, etc. Pour ce qui est de la seconde catégorie, elle inclut les microcontrôleurs et nano ordinateurs, comme Arduino, BeagleBone et Raspberry Pi, qui s'apparentent à de petits ordinateurs lesquels, une fois programmés ou codés, permettent de réaliser certaines actions grâce à une multitude de capteurs et de moteurs : exécuter un mouvement, mesurer la rapidité ou de l'amplitude d'un mouvement ou d'un déplacement, allumer une lumière, faire un son, etc. On peut aussi retrouver d'autres outils numériques tels que les tablettes numériques, les ordinateurs, les casques de réalité virtuelle, etc.

En ce qui concerne le matériel et les technologies non numériques, les LC peuvent mettre toute une gamme de ressources à la disposition de la créativité des utilisateurs allant des outils de bricolages (ex. : des ciseaux, de la colle, des règles, des crayons, des pinceaux, etc.), à ceux qui sont plutôt associés au travail du bois (ex. : perceuses, scie, scie à ruban, ciseaux à bois, tournevis, poinçons, meuleuse, fraiseuse, etc.), en passant par la soudure, la sérigraphie, le tissage, la couture ou le travail du verre. Évidemment, les ressources mises à disposition seront souvent associées aux types d'outils et de projets que l'on veut soutenir (ex. : papier, paillettes, cartons, peintures et vernis, décapants, produits de nettoyage, tissus, bois, feuille d'aluminium, bouteilles et pots en verre, fils électriques, etc.). Waters (2016) explique qu'un *makerspace* peut ressembler à la combinaison d'une menuiserie, d'un laboratoire informatique et d'un studio d'art. Selon vos besoins, il pourrait aussi inclure des outils comme des écrans verts ou du matériel d'enregistrement et de montage audio et vidéo qui sont plus caractéristiques d'un studio d'enregistrement ou d'une classe de musique ou de cinéma. Le « look and feel » d'un LC dépend ainsi de ses utilisateurs et de leurs projets!

3.2.4.3. Normes de sécurité

En fonction de la nature de l'espace (formel ou informel) et du matériel mis à la disponibilité des apprenants, il peut y avoir plusieurs normes de sécurité à suivre. Bien sûr, ces dernières doivent être prises en compte bien avant l'implantation d'un LC. Il faut notamment penser à établir des règles de fonctionnement, des procédures pour l'utilisation des divers outils et des procédures en

cas d'urgence. Il faut aussi veiller à ce qu'il y ait une ventilation adéquate dans le local pour évacuer, par exemple, la fumée de la soudure et la poussière de la sciure de bois. Il faut aussi que les espaces de rangement soient adaptés et sécuritaires. Par exemple, pour les produits inflammables ou les outils dangereux, il faudrait penser à installer des armoires verrouillables. De plus, en cas d'incendie, il faut veiller à ce que des détecteurs de fumée et gicleurs soient installés près et qu'il y ait un extincteur à portée de main. Quant à l'utilisation de produits ou d'outils dangereux, il faut fournir l'équipement de protection nécessaire, comme les lunettes de protection et les gants. Il faut aussi que des douches et des douches oculaires soient installées si les apprenants ont à manipuler des produits chimiques. Enfin, en ce qui a trait à l'aménagement de l'espace, il faut que des paramètres de sécurité soient établis autour des outils, que l'espace respecte les normes de capacité d'occupation, que les issues de secours soient bien identifiées et qu'un interrupteur d'alimentation de secours soit placé près de chaque sortie (Love & Roy, 2018).

3.3. Proposition d'une nouvelle définition du concept de laboratoire créatif

À partir de la recension des écrits et des observations de terrain faites dans quatre LC au Québec faisant partie de quatre Centres des services scolaire¹, une définition du terme laboratoire créatif a été élaborée.

Un LC est un environnement flexible, physique (fixe ou mobile) ou virtuel de création, de conception, de fabrication qui peut être présent à tous les ordres d'enseignement. L'espace réservé à cet environnement peut être formel, c'est-à-dire que des locaux sont dédiés entièrement au LC, ou informel, c'est-à-dire que l'on transforme momentanément un espace tel que la bibliothèque ou les locaux d'arts pour le LC. Quoi qu'il en soit, l'espace doit être organisé de sorte à favoriser la créativité, mais aussi la collaboration, car c'est aussi un environnement où les différents acteurs scolaires (enseignants, apprenants, techniciens en travaux pratiques, etc.) collaborent pour atteindre des objectifs. Cette collaboration peut également s'étendre à l'extérieur de l'école, soit à la communauté (famille, entreprises, organismes, institutions, etc.).

¹ Un laboratoire public non implanté dans une école est destiné à l'enseignement primaire, un laboratoire est implanté dans une école secondaire publique, un laboratoire est implanté dans une école secondaire privée et un autre, dans un centre de formation générale aux adultes et de formation professionnelle.

La nature de ce qui peut être créé dans ces environnements est large : objet concret, machine, programmation, solution à un problème, etc. De ce fait, l'éventail du matériel disponible pour fabriquer dépend de la nature de ce qui est créé et des objectifs à atteindre. Ce matériel n'est alors pas nécessairement technologique : matériaux (bois, métal, PVC...), outils non numériques (marteau, machine à coudre, fusil à colle chaude...), outils numériques physiques (imprimante 3D, brodeuse numérique, machine de découpe laser...), outils numériques logiques (microcontrôleur Arduino, tablette numérique, ordinateur, casque de réalité virtuelle...), matériel de bricolage (colle, ciseau, papier, crayon...), etc.

Peu importe le vocable utilisé pour désigner ce type d'environnement et les outils qui y sont, ce qui caractérise surtout les LC est la philosophie associée qui découle du *Maker movement* et dont les valeurs importantes sont le plaisir d'apprendre et de faire, la mise à l'avant-plan des forces de chacun et la possibilité de s'améliorer, l'entraide et la productivité de l'erreur ou de l'échec. Par ailleurs, la pédagogie déployée dans un LC est caractéristique à ce type d'environnement. Le travail qu'on y fait peut être plus ou moins dirigé sur le plan pédagogique, mais vise à rendre les apprenants actifs et à leur permettre d'acquérir de nouvelles compétences grâce à l'apprentissage par la création (fabrication). L'apprentissage par problème selon une vision socioconstructiviste peut aussi être mobilisée dans un LC. Cette approche centrée sur les apprenants (Chan & Blikstein, 2018) les confronte à une situation qui représente un problème à résoudre pour lequel les apprenants doivent trouver une solution viable. Ainsi, ils sont amenés à développer leur capacité à résoudre des problèmes, mais aussi leur créativité lorsqu'ils élaborent des solutions.

4. Méthodologie

Une approche mixte a été privilégiée pour cette étude. Selon Teddlie et Tashakkori (2009), ce type de recherche prend sa source dans le pragmatisme. Des concepts comme ceux de la vérité et de la réalité sont démystifiés pour s'intéresser à "ce qui fonctionne" pour répondre à la question de recherche. Notre position se veut donc pratique et l'idée est de répondre à la question « Quelle méthode est nécessaire pour répondre à ma question de recherche? » (Creswell & Plano Clark, 2007). La combinaison de méthodes qualitative et quantitative rend, en principe, possible d'atteindre une meilleure compréhension du problème de recherche.

La collecte de données s'est déroulée en deux temps. La première partie de l'étude visait spécifiquement à réaliser un portrait descriptif de l'état des LC au Québec (objectif 1) par le biais de questionnaires envoyés dans l'ensemble de la province. La deuxième partie consistait à aller observer et à questionner des acteurs des milieux scolaires pour comprendre la mise en place d'un LC (objectifs 2 à 4). Les deux parties de l'étude ont été exploitées pour l'atteinte de l'objectif 5 qui a fait l'objet d'un rapport séparé.

4.1 Déroulement de la partie 1 et participants

En lien avec le premier objectif spécifique de l'étude, la population visée concerne les 320 établissements privés, les 2370 établissements publics du Québec et les lieux intégrant un LC dont l'usage est offert aux groupes scolaires. Pour réaliser le portrait, un courriel a été envoyé aux conseillers du RÉCIT (réseaux public et privé) pour les inviter à participer à un sondage sur les LC mis en place. Les conseillers du RÉCIT ont été invités à préciser dans quelle école un LC avait été créé, à l'initiative de qui et pour quelles raisons ce LC avait été mis en place. On leur demandait aussi qui était la meilleure personne-ressource pour fournir de l'information à propos de cet environnement d'apprentissage selon eux. Le questionnaire a été envoyé à deux reprises pour augmenter le taux de réponse; une fois au printemps 2019 et une fois à l'automne suivant. En tout, 63 questionnaires ont été retournés; 26 provenant de RECIT locaux, 9 provenant d'établissements privés, 1 provenant d'un service national du RECIT et 1 provenant du RECIT régional FGA-Côte-Nord. De ce nombre, 37 questionnaires ont été considérés comme complets et analysés. Les autres étaient trop incomplets (lorsque les réponses ne nous permettaient pas d'identifier un responsable ou minimalement une école par exemple) ou des doublons (par exemple si deux répondants nous parlaient du même LC). Les réponses à ce premier questionnaire nous ont permis d'identifier 63

LC. En tout, 40 personnes ont répondu à un deuxième questionnaire visant à préciser les caractéristiques principales des LC identifiés (organisation physique, ressources disponibles, fonctionnement, etc.) et 22 questionnaires ont été retenus puisqu'ils étaient complets.

4.2 Déroulement de la partie 2 et participants

La seconde partie de l'étude visait l'atteinte des objectifs spécifiques 2 à 4. Lors de la présentation du rapport d'étape, 4 laboratoires créatifs ont été choisis en collaboration avec le BMOPAN-MÉES. Ils ont ensuite été approchés pour participer à la seconde phase et tous ont accepté. Trois étaient situés dans des milieux publics et un dans le réseau privé. Ces LC étaient répartis dans quatre régions différentes. Un laboratoire était destiné à l'enseignement primaire, un laboratoire dans une école secondaire publique, un dans une école secondaire privée et un à la FGA (mais qui desservait aussi occasionnellement des programmes en FP). Les participants aux entrevues sont six conseillers pédagogiques, deux directions, six enseignants, deux techniciens, et cinq apprenants.

Des observations non participantes ont aussi été effectuées dans les quatre milieux pour compléter les données collectées en entrevue.

4.3. Collecte de données

La collecte de données consistait en deux questionnaires mis en ligne (partie 1), des observations dans les milieux scolaires et des entrevues auprès des acteurs engagés dans un LC (partie 2).

4.3.1. Questionnaires en ligne

Le premier questionnaire était destiné à l'attention des conseillers pédagogiques RECIT et comprenait 16 questions permettant d'aller chercher des données sociodémographiques et d'identifier les personnes responsables de LC. À titre d'exemple, les questions permettaient d'identifier la commission scolaire (CS)², le nombre de LC, les personnes responsables pour chaque LC, l'adresse de courriel de ces personnes, etc.

Le deuxième questionnaire était envoyé directement aux personnes responsables identifiées dans le premier questionnaire. Il comprenait 31 questions portant sur les étapes d'implantation du laboratoire, les buts visés du LC, la vision de l'apprentissage des acteurs de l'école, les ressources

² Au moment de débiter l'étude, les centres de services scolaires n'existaient pas encore.

d'aide mise en place, les barrières à la mise en place, le matériel présent dans le laboratoire, la fréquence d'utilisation des différents types de matériel, l'utilisation des LC, les moyens pour assurer la sécurité, les disciplines enseignées dans le laboratoire, l'usage de la programmation, etc.

4.3.2. Entretiens semi-dirigés

Le canevas d'entretien a été élaboré spécifiquement pour mettre en lumière le processus de mise en place du LC et les stratégies pédagogiques déployées pour exploiter cet environnement particulier ainsi que les compétences mobilisées par les apprenants. L'entrevue contient des questions qui abordent les données socioprofessionnelles, le contexte général de l'usage du LC (ancienneté, démarche, fonctionnement, intérêt, etc.), les stratégies pédagogiques mises en place (activités, buts visés, ressources mobilisées, planification, etc.), les compétences et les apprentissages réalisés, les implications pour l'enseignant et les facteurs qui favorisent ou qui nuisent à la mise en place du LC.

4.3.3. Observation systématique

L'observation permet au chercheur d'avoir accès à la pratique constatée (Gagnon, 2007). Quatre séquences d'observation ont eu lieu dans les milieux ciblés. Pour chaque milieu, les chercheurs ont réalisé plusieurs observations filmées en regard des activités proposées par les enseignants. Pour accompagner les observations filmées, les chercheurs ont conçu une grille qui comprend trois parties : les stratégies pédagogiques mises en place (formules pédagogiques, activités des apprenants, niveau de contrôle de l'enseignant, rôle de l'enseignant), les dimensions du PFEQ et celles du cadre de référence de la compétence numérique (compétences disciplinaires, transversales, du 21^e siècle).

4.4. Analyse des données

Diverses données ont été analysées pour le projet. Les données issues du questionnaire sont de type qualitatif et quantitatif et ont demandé un traitement descriptif. Les données issues des entretiens et des observations sont de type qualitatif et le traitement a été interprétatif et compréhensif.

4.4.1 Analyse du questionnaire en ligne

Des analyses descriptives ont été utilisées. Rappelons que le but premier du questionnaire était de faire le portrait des LC au Québec et de repérer des personnes responsables de la mise en place de LC pour organiser la seconde partie de l'étude.

4.4.2. Analyse des entretiens

L'analyse des entretiens et des documents a suivi les phases proposées par L'Écuyer (1990). Elle est inductive, puisque certaines catégories émergentes sont induites par les données collectées; elle est aussi délibérée, car le cadre conceptuel propose déjà une certaine catégorisation préconstruite des données en définissant les différents paradigmes et les différents concepts autour de l'usage pédagogique des LC. Il s'agit d'un codage mixte (Van der Maren, 1995).

4.4.3. Analyse des observations

L'analyse des observations est qualitative et s'est réalisée selon la technique de Theureau (2006). Elle consiste à développer le cours de l'action comme le rapport qui s'instaure entre les visées d'un sujet, face à une situation qu'il interprète, en rapport à ses acquis dont émerge une représentation partielle et subjective (Van der Maren & Yvon, 2009). Ensuite, les données issues de l'observation, des entretiens et des communautés de pratique ont été mises en relation pour une analyse thématique qui consiste à repérer les unités sémantiques (Negura, 2006).

5. Résultats

La section 5 présente les principaux résultats de l'étude en fonction des objectifs présentés à la section 2. Nous résumons d'abord les résultats déjà présentés au Ministère en septembre 2019 qui faisaient le portrait national des LC. La deuxième sous-section décrit les différentes stratégies pédagogiques mises en place par les enseignants pour exploiter les LC. La troisième et dernière sous-section identifie les compétences développées au LC.

5.1. Objectif 1 : Dresser le portrait national des laboratoires créatifs dans les établissements primaires et secondaires du Québec, notamment ceux faisant usage de la programmation.

Au moment de terminer la première phase de l'étude, soit l'enquête devant permettre de dresser un portrait national des LC au Québec, nous avons pu recenser 63 LC: 8 dans le réseau des écoles privées et 55 dans le réseau des écoles publiques. Parmi les LC établis dans le réseau public, 12 étaient associés à une école anglophone (2 dans une école primaire et 10 indéterminés). Selon les informations collectées, c'est au secondaire que l'on retrouve le plus de LC avec 29, mais on en trouve aussi au primaire (18) et à la FGA (4). Le niveau auquel 12 de ces LC étaient rattachés n'a pas été précisé par les répondants aux questionnaires. Des demandes de précisions par courriels ont cependant permis de constater que, parmi ceux-ci, 1 était associé à un centre administratif et offrait des services à toute la CS et 1 autre était réservé aux enseignants (pour la formation). Tous les LC répertoriés n'étaient cependant pas opérationnels au début de l'année scolaire 2019-2020: 9 étaient déjà fonctionnels, 14 devaient l'être en 2019-2020, 1 devait être fonctionnel à la rentrée 2020 et aucune date n'avait été fournie pour les autres. En moyenne, parmi les LC déjà fonctionnels, ceux du réseau privé l'étaient depuis plus longtemps que ceux du réseau public (23 contre 4.5 mois). Le tableau suivant montre la répartition des LC.

| | | Répartition des LC | Date de mise en opération | | | |
|---------------|-------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------|
| | | | Opérationnels à l'automne 2019 | Opérationnels en 2019-2020 | Début 2020-2021 | Indéterminé |
| Réseau public | Primaire | 16 | | 6 | | 10 |
| | Secondaire | 23 | 2 | 7 | 1 | 13 |
| | FGA | 4 | 2 | | | 2 |
| | Non-précisé | 12 | | | | 12 |
| Réseau privé | Primaire | 2 | 1 | | | 1 |
| | Secondaire | 6 | 4 | 1 | | 1 |
| | FGA | | | | | |
| | Non-précisé | | | | | |
| | | 63 | 9 | 14 | 1 | 39 |

Le plus souvent (86%), les projets de LC semblent avoir été initiés par un groupe de personnes, plutôt que par une personne seule. Les acteurs les plus souvent impliqués sont les enseignants, les conseillers pédagogiques et la direction de l'école. Plusieurs acteurs des défuntés commissions scolaires sont aussi parfois cités comme la direction pédagogique, des techniciens ou des analystes. Des acteurs externes comme les parents ont aussi parfois eu un rôle à jouer.

Les buts visés par ces personnes ou ces comités peuvent être résumés en cinq points qui sont présentés ici en ordre décroissant de fréquence. D'abord on voulait mettre en place un espace de création, un lieu qui permettrait aux apprenants d'essayer, de tester, d'explorer et de manipuler en lien avec des cours, mais aussi pour le plaisir. On désirait ensuite soutenir l'innovation et la

créativité en offrant de la flexibilité aux apprenants comme aux enseignants et en encourageant le changement, la différenciation et l'intégration disciplinaire. Les initiateurs des projets de LC voulaient aussi favoriser la mise en action de compétences jugées importantes et parfois difficiles à concrétiser dans une salle de classe plus traditionnelle comme les compétences du 21e siècle, les compétences numériques, l'entrepreneuriat et des compétences en mathématiques, sciences et technologies. On souhaitait aussi motiver les acteurs scolaires en fournissant un environnement différent et attrayant pour enseigner et apprendre. Finalement, les initiateurs des projets voulaient aussi créer un espace collaboratif où il serait possible d'interagir avec la communauté.

5.1.1. Soutien à la mise en place d'un laboratoire créatif

On remarque qu'au moment de l'enquête, une majorité de CS ne semblait pas avoir de plan de développement en lien avec les LC (10 = Oui, 32 = Non). Parmi celles qui avaient un plan, il ressort qu'on voulait fournir un espace adéquat aux activités de création se déroulant dans les LC, permettre le développement professionnel des enseignants en lien avec, par exemple, les compétences à intégrer les technologies à leur enseignement, s'ouvrir à la communauté et à des clientèles multidisciplinaires, permettre aux apprenants d'explorer ce qui les intéresse et fournir des équipements adéquats aux enseignants et aux apprenants. La majorité des CS ne semblaient pas, non plus, avoir donné de mandats précis aux conseillers RECIT en ce qui a trait aux LC (13=Oui, 29=Non). Ceux qui avaient un mandat précis ou reçus des consignes devaient accompagner les enseignants (appropriation des technologies, élaboration d'activités pour les apprenants, pédagogie et planification) et accompagner les écoles dans l'aménagement de l'espace et dans le choix et l'achat du matériel.

Les comités ou les personnes qui ont initié la mise en place d'un LC semblent avoir reçu plusieurs types d'aide différents (en ordre décroissant de fréquence):

- Formation continue liée aux TIC
- Libération d'un ou de plusieurs enseignants
- Création d'un comité dédié au LC
- Subventions gouvernementales
- Formation continue liée à la pédagogie
- Embauche d'une ressource
- Subventions privées ou commandites
- Implication de la communauté

- Implication des parents
- Collecte de fonds communautaire
- Collaboration avec un autre ordre d'enseignement

Lorsque questionnés à propos de l'aide qui leur a manqué ou qui aurait été utile, les répondants à notre questionnaire citent (en ordre décroissant de fréquence):

- Financement
- Temps
- Comité dédié au LC (Avant, mais aussi après le lancement)
- Embauche d'une ressource
- Obtention d'un local adapté semble difficile
- Partenaire privé ou communautaire pour faciliter l'ouverture
- Matériel pédagogique déjà prêt
- Visite de lieux déjà fonctionnels
- Soutien technique gouvernemental ou autre

Les acteurs qui ont travaillé à la mise en place d'un LC rapportent avoir rencontré plusieurs barrières. Le local qui doit accueillir les LC semble la barrière la plus importante. L'espace est parfois trop exigü ou il n'y a carrément pas de local disponible. La construction ou la rénovation entraîne souvent des délais et nécessite un budget important. En lien avec la rénovation d'un local existant et les budgets, les répondants constatent que l'insonorisation est souvent inadéquate et qu'il n'est pas toujours possible ou facile de soigner l'esthétisme. L'insonorisation apparaît particulièrement importante s'il y a des classes à proximité que le bruit pourrait déranger. Ainsi, le financement est difficile à rassembler et les budgets difficiles à respecter. Les répondants mentionnent aussi la lenteur administrative comme une barrière. Les acteurs impliqués peuvent ensuite eux-mêmes être une barrière importante. Il peut, par exemple, être difficile de convaincre les directions, la CS ou les enseignants de l'équipe-école d'appuyer la réalisation de ce projet. Motiver les enseignants à s'impliquer et trouver un responsable pour la LC et un ou des techniciens peuvent aussi être difficiles. Le temps est aussi une barrière fréquente. Libérer une personne (enseignant, technicien ou autre) est d'ailleurs reconnu comme une source d'aide importante et c'est un des premiers éléments à propos duquel les personnes impliquées dans la mise en place d'un LC demandent de l'aide. Les technologies, très importantes dans un LC, sont aussi parfois citées comme une barrière. Les répondants expliquent, par exemple, qu'un réseau informatique désuet ou inadéquat et des logiciels non disponibles compliquent beaucoup l'implantation d'un LC. La

lenteur de la livraison du matériel serait une autre barrière parce qu'elle nuit à la planification et complique l'organisation.

5.1.2. Ressources et utilisation

L'enquête nous a permis de distinguer les ressources ou outils les plus fréquemment présents dans les LC. La liste suivante les présente en ordre décroissant de fréquence:

- Imprimantes 3D
- Robots
- Tablettes numériques
- Ordinateurs
- Ordinateurs portables
- Découpeuse vinyle
- découpeuse laser
- Matériel de bricolage
- Micro-contrôleurs (microbit ou autre)
- Réalité virtuelle
- Imprimante
- Blocs Lego
- Mur vert
- Équipement audio-visuel (caméra, etc.)
- Logiciel de montage
- Capteurs (vitesse ou autres)
- Numériseur (2D ou 3D)
- Équipement pour travailler le bois
- Chromebook ou Cloudbook
- Équipement de soudure
- Équipement de couture
- Nano-ordinateurs
- Drones
- Brodeuse numérique
- Instruments de musique
- Montage audio

- Fraiseuse numérique
- Pâte à modeler « squishy circuit »

Parmi cette liste, les ressources les plus utilisées sont les imprimantes 3D, les tablettes numériques, les robots et les découpeuses (vinyle et laser). Les ressources les moins utilisées seraient les nano-ordinateurs, les microcontrôleurs, le matériel de bricolage, l'équipement de soudure et la réalité virtuelle.

Le temps maximal d'utilisation rapporté pour un LC est de 20 heures/semaine en moyenne. Parmi nos répondants, le LC qui accueille le plus d'étudiants aurait une moyenne de 100 apprenants/semaine en moyenne.

5.1.3 Mesures de sécurité

Les mesures de sécurité les plus fréquentes rapportées par ceux qui ont ou qui prévoient d'implanter un LC concernent le fonctionnement régulier du LC. Une majorité dit assurer une supervision en tout temps (86%, n = 19); avoir établi des règles de fonctionnement (77%, n=17) et avoir différentes procédures d'utilisation concernant les divers outils mis à la disposition des apprenants (68%, n=15).

D'autres mesures mentionnées par ceux qui ont ou qui prévoient d'implanter un LC concernent davantage la prévention ou comment réagir en situation d'urgence. Par exemple, 41% (n=9) des répondants disent mettre à la disposition des usagers des équipements de protection (p. ex. lunettes de protection, gants), avoir des détecteurs de fumées (41%, n=9) et des extincteurs à portée de mains (36%, n=8), avoir des issues de secours bien visible (36%, n=8) et établir des procédures en cas d'urgence (18%, n=4).

Enfin, d'autres mesures sont relatives à la création d'un environnement sain et sécuritaire. Parmi celles soulignées par les répondants, notons l'importance d'assurer une ventilation adéquate (36%, n=8), de respecter des normes quant à la capacité d'occupation d'un espace (36%, n=8) et circonscrire des périmètres de sécurité autour des outils (27%, n=6). Plusieurs répondants (50%, n=11) mentionnent avoir aussi prévu des espaces de rangement adaptés (p. ex. armoires verrouillables pour les produits inflammables ou les outils dangereux, etc.).

5.2 Objectif 2 : Dégager les différentes stratégies pédagogiques mises en place par les enseignants pour exploiter ces laboratoires créatifs

Les personnes-ressources identifiées pour les LC (enseignant, directeur ou conseiller pédagogique) (N=16) ont partagé leur perception, dans le deuxième questionnaire, quant à la façon dont les enseignants de leur école utilisent le LC ou quant aux raisons qui les poussent à l'utiliser. En moyenne, ils perçoivent que 15,71% des enseignants utilisent le LC dans le cadre de leur enseignement d'une manière innovante qui permet la mise en place de stratégies ou de situations d'apprentissages auparavant inconcevable; 7,5% des enseignants utilisent le LC dans le cadre de leur enseignement de manière à améliorer les situations d'apprentissages; 6,43% des enseignants utilisent le LC dans le cadre de leur enseignement sans que cela n'occasionne de changements importants sur le plan pédagogique, mais ils en retirent des avantages notables; 1,79% des enseignants utilisent le laboratoire créatif dans le cadre de leur enseignement sans que cela n'occasionne de changements importants sur le plan pédagogique ni n'apporte d'avantages notables; 3,21% des enseignants utilisent le laboratoire créatif surtout comme récompense ou occupation pour les apprenants et 22,5% des enseignants manifestent de la curiosité et de l'intérêt à l'égard de l'utilisation du LC, mais ne l'utilisent pas.

Mais comment les enseignants utilisent-ils vraiment les LC ?

Les 19 entrevues qui ont été réalisées dans les quatre milieux accueillant un LC offrent une réponse à cette question. L'analyse des entrevues nous a amené à identifier plusieurs stratégies pédagogiques mises en place par les enseignants pour exploiter le LC.

Dans le dictionnaire actuel de l'éducation (Legendre, 2005), plusieurs expressions avec des sens qui diffèrent sont utilisées pour parler de la stratégie pédagogique : situation pédagogique, approche pédagogique, démarche pédagogique, design pédagogique, modèle pédagogique, etc. (Besançon, 2010). Dans le cadre de ce rapport de recherche, la définition retenue pour la stratégie pédagogique est celle de Paquette et al. (1998, p. 290) :

Plan général comme un ensemble d'opérations agencées en vue de favoriser l'atteinte d'un but. Dans ce cas la stratégie pédagogique est composée d'un principe intégrateur qui décrit le plan général et d'un scénario d'un événement d'apprentissage qui explicite l'agencement et l'articulation des opérations.

Ainsi, à partir de cette définition et d'une classification des stratégies pédagogiques (Basque, 2007, pp. 18-23), il a été possible de dégager plusieurs stratégies pédagogiques qui sont présentées ici-bas. Il sera aussi question de la façon dont les LC sont utilisés en contexte parascolaire. Les réponses obtenues lors des entrevues quant aux stratégies pédagogiques mises en œuvre dans les LC seront mises en lien avec les réponses données par les personnes responsables des LC dans le cadre du deuxième questionnaire. Une fois les stratégies présentées, les principales valeurs pédagogiques qui semblent guider les choix pédagogiques et les interventions dans les LC seront aussi présentées.

5.2.1 Travail en équipe

Tout d'abord, à l'analyse des entrevues et des observations, il est possible de remarquer qu'une stratégie pédagogique est largement employée par les enseignants : le travail en équipe. En effet, les apprenants sont souvent placés en équipe pour réaliser un même projet en collaborant ou doivent parfois réaliser seuls leur propre projet, mais en ayant l'occasion de consulter leurs pairs, de s'entraider et de s'encourager. Il arrive aussi que cette collaboration dépasse les murs de la classe. Par exemple, des apprenants d'une classe de sciences au secondaire ont été amenés à collaborer avec des apprenants en adaptation scolaire. Les apprenants de la classe de sciences devaient interroger les apprenants en adaptation scolaire en ce qui concerne leurs besoins et leurs goûts afin de leur créer un étui à crayons adapté à leurs besoins. Cette collaboration peut même se vivre entre les différents ordres d'enseignement. Par exemple, des apprenants du primaire ont présenté des pièces de jeu d'échecs qu'ils avaient dessinées à des apprenants experts de première secondaire pour que ces derniers les usinent avec les machines de découpe laser et les imprimantes 3D. Cette collaboration peut également se faire avec des acteurs ou des experts provenant de la communauté.

5.2.2 Apprentissage par projet

Une autre stratégie pédagogique largement employée par les enseignants est l'apprentissage par projet. Les projets peuvent consister, par exemple, en la fabrication d'objets tangibles : lampe, chandail intelligent, bouteille de parfum, manette de jeux vidéo, costume dans lesquels des lumières sont intégrées, vêtement intelligent, trophée, véhicule télécommandé, porte-clés, etc. Ils peuvent également consister en la programmation ou en la création d'un produit numérique : maquette 3D pour représenter une ville du futur, création d'un bâtiment en 3D sur InkScape, bouton pour allumer et éteindre des DEL avec Arduino, programmation de l'envoi d'un courriel à partir de différents capteurs (pulsation cardiaque, lumière, feu), création d'un environnement virtuel pour représenter

un artiste en utilisant une caméra 360 et le logiciel Thinglink, création d'un billet de banque avec Gimp, etc.

Ces projets sont souvent imaginés par l'enseignant, mais ils découlent parfois d'un besoin authentique provenant de l'école même ou de la communauté, ce qui rend le projet très motivant et intéressant pour les apprenants. Pour ce qui est de besoins authentiques provenant de l'école même, des apprenants ont eu, par exemple, à créer et à fabriquer des trophées pour la soirée de reconnaissance de l'école; à développer un distributeur de savon à mains pour les îlots des différentes classes en passant par les 5 étapes de la «pensée design»; à élaborer des capsules pour la salle de musculation pour aider les utilisateurs à bien utiliser chaque machine. Pour ce qui est d'un besoin authentique provenant de la communauté, des apprenants du secondaire se sont vus proposer une compétition par un médecin de l'hôpital Maisonneuve-Rosemont qui consistait à créer un dispositif efficace pour accueillir des sacs à pression qui répondent aux besoins du personnel médical. D'autres apprenants encore ont eu à recycler de vieux vêtements (retailles) donnés par la Garde-robe de Manon pour en faire de nouveaux vêtements et les redonner à ce même organisme tout en lui proposant une publicité filmée avec ces nouveaux vêtements. Avec des projets de ce genre, les apprenants peuvent réaliser qu'apprendre est amusant, mais aussi utile.

Lorsque les enseignants présentent ces projets aux apprenants, ils leur donnent, dans la majorité des cas, des consignes à respecter et des attentes générales, ce qui laisse beaucoup de place à la créativité. Par exemple, pour le projet consistant à créer un bolide, l'enseignant laisse les apprenants libres dans le design de ce dernier, mais leur demande de faire en sorte que ce dernier s'arrête à une certaine distance. Pour un autre projet consistant à créer un véhicule, l'enseignant laisse les apprenants libres dans le choix et le design du véhicule qu'ils souhaitent créer, mais demande à ce que les caractéristiques du véhicule respectent certaines conditions. Par exemple, si le véhicule créé est une ambulance, les gyrophares de ce dernier devraient s'allumer et un son devrait être émis. Pour un dernier exemple, pour le projet consistant à la création d'un costume «cosplay», les apprenants sont libres dans le design de ce dernier, mais doivent absolument intégrer des éléments numériques (capteurs, lumière, etc.) à leur costume et se servir d'outils ainsi que de matériaux non traditionnels (mousse EVA, heatgun, etc.) pour créer leur costume. Donner des consignes et des attentes générales à respecter, permet à la fois de créer des liens avec les programmes de formation et de laisser libre cours à la créativité des apprenants qui peuvent aussi envisager un projet de plusieurs façons.

5.2.3 Résolution de problème et «pensée design»

Certains projets sont entièrement axés sur la résolution d'un problème et la technique de la «pensée design» (5 étapes), très populaire dans les industries, est souvent modélisée avec les apprenants pour que ces derniers l'emploient et arrivent à trouver une solution au problème. En effet, par cette technique, les apprenants sont amenés à rencontrer un «client»; à cibler les contraintes, c'est-à-dire comprendre le but derrière la fabrication de l'objet demandé par le client; à réfléchir aux moyens et aux solutions pour résoudre le problème; à prototyper l'objet au LC et à retourner voir le client pour vérifier s'ils ont su répondre à ses attentes. Lors de nos observations, cette technique a notamment été employée par un enseignant en univers social auprès d'apprenants inscrits au profil monde et leadership dont le projet entrepreneurial était de développer un distributeur de savon à mains pour les îlots des différentes classes de l'école. Cette technique semble utilisée par plusieurs utilisateurs des LC. D'autres projets encore sont liés au marketing : fabriquer un objet, par exemple une lampe, pour un client, respecter un budget et un cahier des charges, etc. Avec ce genre de projets, plus authentiques, les apprenants peuvent apprendre en s'amusant tout en comprenant l'utilité de ce qu'ils réalisent et constater qu'il existe plus d'une façon pour arriver à un but.

De plus, les attentes ou les contraintes que donne l'enseignant par rapport à un projet constituent parfois un défi ou un problème théorique à résoudre. Les apprenants sont alors amenés à réfléchir à la théorie qui a été présentée dans le cadre des cours ou à retourner la consulter de façon autonome afin de résoudre le problème et de respecter les contraintes liées au projet. Par exemple, pour le projet consistant à fabriquer un téléphérique, un enseignant en sciences a donné les contraintes suivantes :

[...] je veux m'arranger qu'il y a la transmission de mouvements, je veux qu'il y ait des poulies. Donc, je leur fournis courroies et poulies qu'il va falloir intégrer dans [le] téléphérique. Il y a plusieurs choses à faire et là, on met des contraintes dans le dessin, des dimensions maximales, des tailles et ainsi de suite. On veut des liaisons démontables, fait qu'il y a plein de petites contraintes que l'on va aller mettre qui soulève à réfléchir sur la théorie que l'on a vue, les liaisons démontables, c'est quoi un jeu mécanique... Donc, il n'a pas le choix de revenir [sur la théorie], on l'oblige. (Enseignant en sciences, 12 février 2020)

Autrement dit, pour respecter les attentes et les contraintes, c'est-à-dire relever le défi ou le problème à résoudre, l'apprenant n'a d'autre choix que de retourner consulter les notions théoriques abordées dans le cadre des cours.

5.2.4 Autoapprentissage assisté

Lors de l'utilisation du LC, les apprenants sont parfois amenés à apprendre à utiliser les divers logiciels nécessaires de façon autonome à l'aide de tutoriels. Lorsque ces derniers vivent des problèmes lors de l'utilisation des logiciels ou ont des questions pour lesquelles aucune réponse n'est fournie dans les tutoriels, ces derniers sont encouragés à trouver eux-mêmes la réponse en fouillant sur Internet ou en consultant leurs collègues apprenants avant d'aller poser leur question à l'enseignant ou au technicien en travaux pratiques. L'autonomie et la débrouillardise sont donc de mise dans un LC. Les apprenants sont encouragés à essayer des choses avant qu'on ne les aide, et ce, quitte à ce qu'ils fassent des erreurs, car pour apprendre, il faut faire des erreurs. Les apprenants sont aussi encouragés à collaborer et à s'entraider : à user des forces de chacun.

5.2.5 Démonstration ou présentation

Le LC peut parfois servir à faire des démonstrations, des présentations et permettre de créer des objets qui soutiendront la compréhension des apprenants de concepts précis. Par exemple, pour un cours de mathématiques, un enseignant avec l'aide du conseiller pédagogique s'est servi de l'impression 3D, des numériseurs 3D et des caméras 360 pour matérialiser des formes 2D présentes dans les manuels scolaires et que les apprenants avaient du mal à saisir. En ayant accès à ces objets et en pouvant les manipuler, ces derniers ont eu plus de facilité à comprendre ces formes 2D atypiques.

5.2.6 Découverte guidée

Il semble que les enseignants se servent du LC pour amener les apprenants à découvrir ou à observer certaines choses. Par exemple, un enseignant au diplôme d'études professionnelles (DEP) en Santé, assistance et soins infirmiers se sert d'un jeu éducatif en réalité virtuelle pour permettre aux apprenants d'observer le système cardiaque et son fonctionnement, ce qui en facilite la compréhension. Un autre enseignant encore, se sert de la réalité virtuelle et de Google Earth pour faire découvrir les pays sur lesquels les apprenants ont fait des recherches ou pour leur faire visiter virtuellement le Parlement du Canada.

5.2.7 Laboratoires

Les enseignants utilisent parfois les LC pour amener les apprenants à apprendre certaines notions ou à mettre en pratique certaines notions théoriques. Par exemple, des enseignants vont au LC avec

les apprenants pour faire des circuits électriques, de la programmation Arduino ou pour travailler les angles et les degrés de robots.

5.2.8 Jeu de simulation

Dans leurs temps libres, certains apprenants vont au LC afin de pratiquer certaines notions. Par exemple, des apprenants du DEP en secrétariat utilisent un jeu de réalité virtuelle qui les place dans des contextes (au restaurant, dans une boutique, etc.) où ils doivent s'exprimer en anglais et répondre à des questions de leur interlocuteur pour pratiquer leur habileté à comprendre l'anglais et à s'exprimer dans cette langue. Cela leur est fort utile pour se préparer à leurs examens d'anglais.

5.2.9 Activités parascolaires

Les LC sont aussi utilisés sur l'heure du midi, par exemple, dans le cadre d'activités parascolaires. Les apprenants sont alors amenés à y faire des projets pour le plaisir, un ou plusieurs midis par semaine. Ces projets sont d'ailleurs souvent choisis avec les apprenants et sont très variés : réalisation d'un jeu de table/d'un jeu de société, robotique avec Lego Mindstorms, création d'un jeu vidéo, création d'une manette de jeu vidéo, création d'autocollants, création de bijoux, etc. Des écoles ont même créé un club des activités parascolaires se déroulant sur l'heure du midi : le club de sciences et le club-midi robotique.

5.2.10 Valeurs pédagogiques ayant guidés les choix des pédagogues

L'analyse des entrevues a permis de dégager plusieurs valeurs pédagogiques qui semblent avoir guidé les choix et les interventions dans les LC : la créativité, l'aspect ludique, la liberté, la mise en avant-plan de la réussite des apprenants, le souci de présenter des situations authentiques, la collaboration et l'autonomie.

5.2.10.1 Créativité

Dans les entrevues, une valeur importante du mouvement "makers" est ressortie chez presque la majorité des participants : la créativité. Non seulement les enseignants, les techniciens en travaux pratiques, les directions et les conseillers pédagogiques sont conscients qu'ils doivent favoriser la créativité dans les projets qu'ils présentent aux apprenants, mais les apprenants le remarquent et comprennent l'importance de la créativité et du design :

Ça serait vraiment de solliciter, de sortir de la norme. [...] inciter [les élèves] à faire différents et de les récompenser que ça soit avec des points sur la créativité ou quelque chose. Le design. Je pense que ça, c'est important! (Élève 1, 4 février 2020)

5.2.10.2 Aspect ludique

Dans les entretiens, il ressort que l'aspect ludique est quelque chose qui découle naturellement des projets réalisés dans le LC. C'est le fait de pouvoir créer, de se sentir capables de réaliser des choses et de pouvoir partir avec un produit final qui procure du plaisir aux apprenants:

[...] c'est agréable de voir qu'ils s'amuse, mais ce n'est pas nécessaire. Tant qu'ils apprennent, qu'ils réussissent à avoir leurs produits finis à la fin [...] Le fait qu'ils partent avec quelque chose, ils ont la motivation de c'est moi qui l'ai créé, les autres ne sont pas capables de le faire. Après, quand ils expliquent à leurs parents ou des fois, aux portes ouvertes, les gens viennent, ils regardent et ils leur parlent qu'ils font ça à leur job dessiner en 360, ouais mais ils sont en secondaire un, ils le font et ils sont capables. Les jeunes, ils sont fiers de ça. (Enseignant en sciences et conseiller pédagogique, 4 février 2020)

Par ailleurs, la grande majorité des apprenants interviewés ont confirmé éprouver du plaisir à travailler dans le LC :

On a fait plein de choses super intéressantes [...] ça nous stimule. [...] Ce qui est le fun. (Élève 3, 12 février 2020)

C'est positif tout le temps. C'est une activité qui est tout le temps le fun parce qu'on a du plaisir [...] (Élève 2, 4 février 2020)

C'est assez agréable, moi j'avoue. (Élève 1, 12 février 2020).

5.2.10.3 Liberté

Les entretiens ont révélé que les LC permettent une grande liberté aux apprenants. On permet aux apprenants de faire des choix, par exemple, par rapport aux technologies qu'ils décident d'utiliser, et ce, de façon à ce qu'ils soient à l'aise. Malgré tout, on remarque que les apprenants ne vont pas nécessairement choisir des technologies avec lesquelles ils sont à l'aise, mais aller vers la nouveauté pour explorer. Ils sont curieux de nature. Ils sont également souvent libres dans la forme ou le design qu'ils veulent donner à leur projet, ce qui va de pair avec la valeur de créativité. Par ailleurs, les apprenants remarquent la liberté qu'on leur donne :

On n'a pas eu aucun moment où le prof a dit que ce n'était pas bon, de ne pas faire ça. Chacun avait sa propre manière de faire [...] il fallait que l'on aille de la liberté [...] (Élève 3, 12 février 2020)

100% [de liberté] [...] Tant que c'est respectueux. » (Élève 1, 4 février 2020)

Notre liberté, c'était plus dans la conception. » (Élève 1, 12 février 2020).

5.2.10.4 Mise en avant-plan de la réussite

Dans les entrevues, plusieurs apprenants ont mentionné qu'ils pouvaient partager et interagir dans un cadre plutôt informel. Cela leur donne l'occasion, s'ils le souhaitent, de montrer leur réalisation ou non à leurs pairs. Ils pouvaient donc partager leurs réalisations dans le cadre même du cours en se déplaçant dans la classe pour voir ce que leurs pairs avaient fait ou montrer leurs réalisations durant la récréation. Parfois, ils pouvaient avoir l'occasion de présenter leurs projets dans un cadre plus formel, par exemple dans le cadre des portes ouvertes, mais la mise en avant-plan des réussites des apprenants se fait souvent en classe par l'entremise d'échanges entre les pairs.

5.2.10.5 Situations authentiques

Comme il en a été question dans la section 5.2.2, les apprenants sont parfois confrontés à des projets découlant de situations ou de besoins authentiques. Selon une directrice interviewée :

[...] l'objectif étant de développer des compétences, il faut [...] mettre [l'apprenant] dans une situation d'apprentissages qui est complexe lors de laquelle il va être capable d'aller mobiliser ses connaissances, mais aussi ses ressources internes, mais externes pour être capable d'arriver à un objectif. Le programme de formation par développement des compétences nous amène à créer des situations d'apprentissages et d'évaluation complexes qui doivent être de plus en plus proches de la réalité. (Directrice d'établissement, 4 février 2020)

5.2.10.6 Collaboration

Les entrevues ont révélé que la collaboration est non seulement primordiale et très présente chez les apprenants pour la réalisation des différentes activités du LC, comme il en a été question à la section 5.2.1, mais elle doit l'être aussi chez les enseignants et les différents acteurs scolaires. Un enseignant a bien exprimé l'importance de la collaboration entre les acteurs pour l'élaboration, l'amélioration ou la mise en place de projets :

On informe les autres. Ça, c'est important! Partager l'information et on ne le fait pas assez. Nous, on partage beaucoup en sciences, mais avec les autres, quand les autres font des projets, ils viennent nous voir. C'est important, j'ai fait des vidéos, j'ai fait ça, j'ai trouvé ça. Ça, ça marche moins bien. Donc, il faut partager l'information. Il ne faut pas tout garder pour soi et dire que c'est notre projet. Ce n'est pas l'attitude à avoir. (Enseignant en sciences, 12 février 2020)

5.2.10.7 Autonomie

Dans les LC, on pousse les apprenants à développer leur goût à apprendre, leur créativité, mais aussi leur autonomie de façon progressive et on les amène à prendre des risques intellectuels, ce qui les prépare au marché du travail. Ils sont alors invités à apprendre à utiliser les logiciels eux-mêmes à partir des tutoriels, mais aussi en faisant des recherches. Un apprenant interviewé a même pris l'initiative de créer un meilleur tutoriel, à partir de ses connaissances, pour en faire profiter les enseignants et ses pairs :

[les enseignants] avaient fait des tutoriels sur papier sur comment faire un texte pour qu'ils viennent épouser la forme sur une surface sur un cylindre par exemple, mais moi, je voyais ça et je trouvais que ça ne suivait pas vraiment la courbe. Donc, chez nous, j'ai aussi le logiciel de Fusion 360 et puis j'ai découvert comment vraiment bien le faire donc je me suis amusé un petit peu à enregistrer mon écran; à montrer comment faire. À faire aussi un petit montage parce que je voulais monter un texte à un moment donné pour une petite précision. Ensuite de ça, j'ai donné ça à tous les enseignants et puis, ensuite de ça, ils ont fait Wow! C'est comme ça qu'on fait donc ils ont refait un tutoriel sur papier et ils ont pris certains... Je ne sais pas comment on dit ça en français, mais certains screenshots. [...] On peut non seulement les professeurs nous en apprennent aux élèves, mais les élèves aussi peuvent en apprendre aux professeurs. (Élève 4, 4 février 2020)

Les apprenants peuvent alors beaucoup contribuer au LC. Cette valeur apporte alors un changement de posture important pour les enseignants qui doivent faire preuve de souplesse intellectuelle :

Ne pas avoir peur de ne pas savoir quelque chose. C'est souvent ça le blocage. E1 : Un changement de posture là! E3 : De vouloir connaître tout à la perfection avant de l'enseigner. Avec les nouvelles technologies, ce n'est pas ça. Ce n'est plus ça! E1 : On n'est plus dans la transmission. Un enseignant qui est encore dans ce mode-là, c'est sûr qu'un laboratoire créatif ça peut lui faire peur parce qu'il faut qu'il soit prêt à 150%. Il faut qu'il soit capable de répondre aux questions, mais en amenant un changement de posture où l'enfant peut devenir l'expert, peut devenir un référent aussi pour les autres de la classe. Il n'y a plus juste l'enseignant qui détient le savoir. (Enseignants 1 et 3, 6 février 2020)

5.3 Objectif 3: Identifier les compétences mobilisées dans le cadre de l'exploitation des laboratoires créatifs

Les questionnaires, les entrevues et les observations indiquent tous que le LC est le plus utilisé en science et technologie et dans les cours associés au domaine des arts. La proximité entre l'usage de la technologie, la programmation et les contenus ciblés par les sciences et les arts semble faciliter

la planification de séquences d'enseignement dans ces disciplines. Il est donc apparemment plus facile de concevoir des projets en lien avec les contenus d'apprentissage de ces disciplines. De façon moins importante, les entrevues et les observations ont aussi permis de constater l'utilisation du LC en mathématiques, en univers social et en éducation physique et à la santé. Mais les compétences mobilisées ne se limitent clairement pas qu'aux compétences disciplinaires. Lorsqu'interrogée au sujet des compétences mobilisées dans le cadre du LC, la majorité des apprenants a mentionné que la première compétence qui était développée dans ce contexte était la créativité. Ils ont également mis de l'avant des compétences en travaux manuels comme la "dextérité" dans la finition de la création d'objets. L'observation directe et l'analyse des stratégies pédagogiques déployées par les enseignants ont aussi mis en évidence l'importance de certaines autres compétences non disciplinaires comme la collaboration, la communication et la planification.

Les prochaines sous-sections décriront les apprentissages (savoirs et compétences) qui ont pu être observés dans les LC (objectif spécifique 3a) et les positionneront par rapport aux programmes de formation de l'école québécoise³ et au Cadre de référence de la compétence numérique⁴ (objectif spécifique 3b).

5.3.1 Les compétences de la science et de la technologie

Comme mentionné plus haut, les LC sont souvent utilisés en lien avec les sciences et la technologie. Deux compétences du programme de cette discipline sont clairement développées au LC. Voici l'extrait d'un enseignant au secondaire qui explique comment un projet qui vise à construire un téléphérique permet le développement de la compétence «Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique».

Là, par exemple, je veux faire le périphérique, je veux m'arranger qu'il y a la transmission de mouvements [...] Donc, je leur fournis des courroies et des poulies qu'il va falloir intégrer dans leur téléphérique [...] Il y a plusieurs choses à faire et là, je mets des contraintes dans le dessin, des dimensions maximales, des tailles et ainsi de suite. On veut des liaisons démontables, fait qu'il y a plein de petites contraintes [...] qui soulève des réflexions sur la théorie que l'on a vue, les liaisons démontables, c'est quoi un jeu mécanique... Donc, il n'a pas le choix de revenir. Ce qui est le fun, c'est que quand on commence avec le projet sans la théorie, c'est l'élève qui va poser la question de c'est quoi. [...] C'est ça que je disais avec le véhicule téléguidé. Avant de montrer toute l'électricité, avant de tout monter, on part d'un projet. À un

³ <http://www.education.gouv.qc.ca/enseignants/pfeq/>

⁴ <http://www.education.gouv.qc.ca/dossiers-thematiques/plan-daction-numerique/cadre-de-reference/>

*moment donné, c'est eux qui vont me demander comment ça marche.
(Enseignant 1, 12 février 2020)*

Ainsi, le LC permet de structurer des projets qui intègrent des apprentissages en science et technologie et qui, par le fait même, favorisent l'expression des compétences disciplinaires. Par l'approche par problème, l'apprenant doit être en mesure de mobiliser des connaissances et des ressources pour résoudre le problème. Les entrevues ont aussi mis de l'avant d'autres projets qui visaient le développement de cette compétence comme la création de vêtements connectés avec Arduino, la création d'un haut-parleur, la cuisine moléculaire ou encore, la création d'une grue.

Les entrevues ont également permis de constater que les connaissances scientifiques acquises dans le cours ou précédemment étaient réinvesties dans les projets. Il semble donc que l'utilisation du LC permet aussi de développer la compétence « Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques ». Le témoignage de cet apprenant illustre très bien cette compétence :

Il y a eu ce projet-là et aussi le système avec le haut-parleur [...] Ça, je pense que ce sont les deux projets qui m'ont le plus marqué parce que ça combinait comme plusieurs aspects. Que ce soit qu'on travaillait le bois, la soudure, les circuits électriques. On a même réinvesti des connaissances, par exemple, ce qu'on a appris dans l'électricité en secondaire quatre [...] et même un réinvestissement de ce que l'on a appris en secondaire trois avec la programmation en Arduino. [...] Moi, j'ai poussé ça un peu avec le bolide. Pour les gyrophares, j'ai contrôlé les clignoteurs par exemple, les gyrophares d'un camion de remorquage avec un microcontrôleur Arduino. On a programmé ça aussi et ça donnait un bon résultat. Donc, la combinaison de toutes ces possibilités-là, ça rend les projets vraiment stimulants selon moi. (Élève B : 12 février 2020)

Finalement, on constate que les deux compétences travaillent souvent de concert comme dans cet exemple présenté par un apprenant du secondaire :

En fait, c'est que l'on a appris de la matière sur les technologies, comment fonctionnent les mouvements, les guidages, etc. Après, on devait le mettre en application en construisant une grue avec un moteur et utiliser le moins de volts possible pour faire monter et descendre un poids de cinquante grammes [...] Donc, on avait des matériaux qu'il fallait respecter et on avait le fablab pour couper et tout ce que tu veux. On pouvait apporter de notre maison des objets pour faire des contrepoids et tout ça. En fait, on avait des restrictions, mais en même temps on pouvait choisir des objets qu'il fallait mettre en place et tout ça et on avait des précisions par exemple, c'est soixante centimètres ou trente, je ne le sais plus exactement, mais tout le monde avait des grues différentes à la fin parce que chacun a mis de son imagination et des nouvelles idées. Il y a des gens qui ont réussi à 0,5 volt à le faire monter tandis que d'autres, ils ont utilisé trois [volts]. (Élève 2 : 12 février 2020)

Les apprenants mettent finalement de l'avant l'importance du LC pour concrétiser les apprentissages associés au programme de formation pour cette discipline. Ils mentionnent à plusieurs reprises que leur compréhension des concepts appris en classe s'est grandement améliorée après les différents projets réalisés au LC. Ainsi, par les projets en science et technologie proposés par les enseignants, les apprenants abordent :

- des démarches comme la programmation pour la conception d'objets ou d'outils avec la découpeuse ou l'imprimante 3D ou pour automatiser des processus ou contrôler des robots;
- des techniques comme le dessin en 2D et en 3D, l'usage de certains logiciels, l'usage de matériel technologique comme les nano-ordinateurs Arduino, des microcontrôleurs, des capteurs de vitesse, de direction et autres;
- des processus d'intelligence collective pour faciliter la création et le prototypage comme la «pensée design»;
- des connaissances comme les systèmes de transmission de mouvements, les poulies, les circuits électriques et les différents concepts liés à l'électricité, le plan cartésien, les biocapteurs, les microcontrôleurs, le système cardio-vasculaire (par la réalité virtuelle), le concept de force, le concept de poids, etc.

5.3.1.1 Observations sur l'évaluation des apprentissages en science et technologie

Au départ de la recherche, lors des observations en classe, les chercheurs ont eu l'impression que même si les élèves faisaient des activités en science et technologie, souvent la rétroaction ne portait pas sur les concepts en science et technologie. Par exemple, en robotique, les apprenants programmaient leur robot, mais au lieu de réfléchir aux variables à modifier pour que le robot réponde au défi, ils y allaient par tâtonnement sans nécessairement déployer de démarche expérimentale. Les propos de cet enseignant appuient ce constat :

J'évalue des choses qui ne sont pas au programme régulier [...] Je dois fournir une note pour le programme sciences fait que mes projets comme la robotique servent, ils sont évalués comme ça. Donc, ce n'est pas le programme de base que j'évalue, mais je vais aller vérifier, je vais aller évaluer la coopération. Je vais aller évaluer, par exemple, en robotique, quand ils ont dessiné leur catapulte, s'ils ont répondu au cahier de charges. Des choses qui sont faciles à évaluer. Je vais évaluer le schéma de principes de leur catapulte qu'ils ont dessinée, schéma de principe, parfois c'est schéma de construction pour autre chose [...] Ils peuvent ramasser des points sur chacun donc s'ils réussissent ou non les défis, un certain nombre de points est accordé à ça. J'évalue la rétroaction qu'ils font. (Enseignant, 4 février 2020)

On peut constater dans cet extrait que dans le cas de cet enseignant, l'activité autour de la robotique sert avant tout à évaluer des compétences plus transversales et ensuite des éléments disciplinaires. Néanmoins, lorsque les chercheurs se sont attardés aux activités de 2e cycle au secondaire, ils ont constaté que certains enseignants étaient en mesure d'arrimer le programme de science et technologie avec l'usage du LC. Par exemple, après avoir travaillé les concepts en électricité, les apprenants investissaient ces connaissances dans la réalisation de véhicules téléguidés. La question de savoir si cette observation est liée à des caractéristiques du programme de formation ou à une autre variable sera discutée à la section 6.

Quant à l'évaluation plus formelle, celle qui est certificative, les enseignants optent pour différentes stratégies plus ou moins en adéquation avec les contenus du programme. Par exemple, les enseignants vont favoriser des critères d'esthétisme, de qualité de fabrication, d'innovation, de respect des consignes, de participation, etc. Bref, ce sont des critères parfois pertinents pour les arts, mais pas nécessairement en cohérence avec le programme de science et technologie et les cadres d'évaluation⁵. Dans d'autres projets, les enseignants proposaient un examen final qui demandait aux élèves de réinvestir les connaissances acquises durant le cours comme, par exemple, la création d'une main robotique.

5.3.2 Les compétences et les apprentissages en arts

Durant les entrevues, il a été possible de rencontrer une enseignante en arts qui a mis en évidence plusieurs possibilités d'usage du LC en arts. Elle a notamment donné l'exemple d'un projet où les apprenants devaient créer un environnement virtuel qui s'inspirait de six œuvres d'un artiste qu'ils ont choisi. Dans ce projet, la compétence « créer des images médiatiques » était spécifiquement ciblée. Le projet permettait aussi plusieurs apprentissages comme l'usage de différents médiums (peinture, photographie, dessin), l'utilisation ou la création d'éléments figuratifs ou abstraits et la manipulation de concepts et d'outils en lien avec le multimédia (lumière, retouche photo, photographie analogique ou numérique...). Le projet amenait aussi les apprenants à justifier leur choix d'artiste, à évaluer leurs pairs et à faire une appréciation des œuvres de leurs pairs tout en usant du lexique propre aux arts plastiques. La même enseignante a aussi exploité le LC pour un projet de Cosplay qui consistait à créer un costume pour jouer le rôle d'un personnage. On constate dans la citation suivante comment ce projet touche certains apprentissages disciplinaires (médium physique comme la peinture, le dessin et la sculpture, l'utilisation d'outils et de matériaux non

⁵ Cadres d'évaluation des apprentissages (MELS, 2011).

traditionnels comme le “heatgun” et le foam EVA, mais aussi l’emploi du multimédias avec l’ajout de microcontrôleurs, de capteurs et de lumières) et la modélisation 3D avec le logiciel Thinkercad pour la création d’un logo de super héros, mais aussi comment l’interdisciplinarité⁶ pourrait être favorisée par l’usage du LC.

Moi, les élèves je leur demande de créer un nouveau personnage. Donc là, encore une fois de plus, ils sont en équipe de quatre et ils doivent, avec des matériaux non traditionnels et avec un peu de couture et de tissus, ça c’est plus traditionnel, ils doivent venir créer un personnage. [...] Dans ce costume-là, [...] on intègre plusieurs choses comme de l’éclairage avec le technicien, on a fait, l’année dernière, intégrer des lumières dans les costumes. Au départ, ça devait être fait avec les profs de sciences, mais c’est plutôt complexe d’arrimer les deux matières, d’arrimer le temps, d’arrimer le projet avec. (Enseignante, 12 février 2020)

Finalement, les apprenants ont également appris l’impression 3D pour la création d’une courtoise ou encore à utiliser une découpeuse laser pour accélérer la production du matériel nécessaire pour faire des ombres chinoises. Ils ont aussi appris des techniques de couture pour la création d’une garde-robe à partir de vêtements de seconde main. Pour ce dernier projet, les élèves devaient aussi apprendre à réaliser une animation ou une vidéo (la technique du stop motion ou du vidéo image par image a été citée) pour créer une publicité présentant les vêtements. Le LC a aussi été associé à l’exploration de la photo traditionnelle et numérique (incluant la modification d’image à l’aide de logiciels).

5.3.3 Les compétences et les apprentissages en mathématiques

Les entrevues et les observations ont permis d’identifier des exemples d’utilisation des LC en lien avec des apprentissages en mathématiques. Dans cette discipline, il est possible d’identifier la compétence « Résoudre une situation problème », notamment en lien avec le projet de création d’une lampe et dans la programmation des robots qui intègre les notions d’angles. Dans le cas des apprentissages en mathématiques, les enseignants n’ont pas identifié d’évaluation formative ou certificative. Les apprentissages réalisés au LC sont considérés comme de l’intégration de ce qui a été fait en classe.

Dans cette discipline, le LC a aussi été utilisé par des enseignants pour créer certains objets comme support à l’enseignement. Ainsi, les enseignants ont créé des formes géométriques qu’ils savaient

⁶ La question de l’interdisciplinarité au LC sera discutée à la section 6.

difficiles à se représenter concrètement à partir d'images dans un livre pour les apprenants. Les objets créés peuvent ainsi être manipulés en classe.

Des notions de mathématiques ont aussi été abordées au LC, mais dans le cadre de projets associés à d'autres disciplines. Certains projets réalisés impliquaient par exemple d'apprendre à réaliser un budget, c'était le cas lorsque les apprenants ont dû créer une lampe à partir de la technique de la pensée design en 5 étapes:

Aussi, on avait un budget. Exemple, on a vingt dollars ou vingt-cinq. Je ne le sais plus, par personne. Chaque pièce que l'on a besoin pour faire notre lampe va nous coûter tant. On peut choisir quelle pièce on veut. On veut tel type d'interrupteur. Ils ont des prix différents. Ensuite, tant de filaments de plastique, ça va coûter tant. Donc, le prix est tant par minute donc, il fallait vraiment tout calculer ça. (Élève A, 4 février 2020)

Des apprentissages liés à la géométrie en mathématiques ont également été mentionnés par les enseignants et par les apprenants. Ainsi, en travaillant sur les robots, ces derniers ont repris les notions d'angles et de degrés pour les intégrer à la programmation.

Certains responsables de LC ont mentionné que des projets étaient refusés en lien avec les mathématiques, car la vision de créativité n'était pas là. Voici un exemple de réflexion d'un conseiller pédagogique :

Nous, le gros point, le point majeur que l'on ne veut pas, c'est que les élèves impriment pour imprimer. Les élèves qui vont créer la même forme. Par exemple, je te donne un exemple, ici, en mathématiques, on avait une demande que les élèves créent des pyramides à base triangulaire. [...] Pourquoi on demanderait le même solide à l'ensemble des élèves. Pourquoi on n'imprimerait pas différents solides que les élèves vont se resservir ou [...] que nos élèves de l'autre côté vont se servir à ce moment-là. Nous, on veut vraiment, que ça soit écologique, que ça soit réutilisable [...] On veut avoir des projets qui sont un peu différents et qui mènent à la créativité aussi. (Conseiller pédagogique, 12 février 2020)

La réflexion est donc amorcée dans cette discipline et des liens sont possibles avec les programmes en mathématiques. En fonction des entrevues et des observations, il apparaît souhaitable de réfléchir à l'intégration de LC en mathématiques en lien avec l'interdisciplinarité et de ce qui est acceptable ou non selon les valeurs et la philosophie des LC. Ces deux éléments feront l'objet d'une discussion à la section 6.

5.3.4 Les compétences et apprentissages en univers social

Plusieurs projets ont été mentionnés qui ont été réalisés en univers social. Dans le cadre d'un profil « monde et leadership » qui s'inscrit dans la continuité des cours de géographie, d'histoire et d'éducation à la citoyenneté pour les apprenants de 1^{re} à la 3^e secondaire, ces projets visaient à amener les apprenants à développer leur agentivité et leurs compétences à changer leur environnement et à changer leur société de façon positive. Il s'agit alors d'une intention globale propre à ce profil. On voulait aussi amener les apprenants à comprendre et à mettre en pratique la technique du « design thinking » (la pensée design) en cinq étapes dans leur résolution de problème pour soutenir la création d'un bien ou d'un service comme les entreprises québécoises le font. Il est possible de faire un lien avec la démarche de recherche préconisée en histoire, géographie et éducation à la citoyenneté (p. 366, MEQ, 2006). Les apprenants ont donc dû développer un distributeur de savon à mains pour les différents îlots et les différentes classes de leur école en passant par les 5 étapes du «design thinking» ou de la «pensée design» qu'un enseignant nous a résumées ainsi:

Et donc, essayez de développer un modèle qui pourrait correspondre à cette problématique-là toujours en utilisant le processus du design Thinglink qui va en cinq étapes. Donc, la première étape qui est l'empathie donc d'aller voir son client, de comprendre les contraintes. De comprendre c'est quoi exactement qui est le but derrière la fabrication de l'objet ou du service. Ensuite, c'est de vraiment cibler exactement les contraintes qui vont devoir nous permettre d'aller dans la troisième étape qui est l'idéation où on va essayer de créer différents modèles de solutions à notre problématique pour après arriver au prototypage et c'est pendant l'étape du prototypage où vraiment le fablab, il le nomme comme ça ici, notre salle de projets technologiques on pourrait dire, va nous servir par le biais de l'imprimante 3D, par le biais de la découpeuse laser. Les élèves vont pouvoir modéliser ce que l'on appelle le MVP en économie, le Minimum Valuable Product. Donc, de faire un produit qui va permettre de démontrer un peu si oui ou non ça correspond à ce que l'on cherche et donc, la dernière étape du design Thinglink qui est un peu de tester et de retourner à l'empathie et corriger les problèmes selon ce que voulait notre clientèle à la base. (Enseignant 1, 12 février 2020)

5.3.5 Les compétences et apprentissages en éducation physique et à la santé

Lors des observations en contexte, nous n'avons pas pu voir d'utilisation du LC associée à l'éducation physique et à la santé (ÉPS). Par contre, certains usages ont été mentionnés en entrevue qui permettent de constater le potentiel du LC en lien avec cette discipline. Les exemples cités concernent souvent la caméra ou l'enregistrement vidéo ou la photographie de performances avec la tablette. Par exemple, on a expliqué qu'un enseignant en ÉPS utilisait les tablettes pour que les

apprenants dans son cours photographient leurs pyramides ou d'autres défis qu'ils devaient relever. Ici, la technologie facilite explicitement l'évaluation par l'enseignant qui n'a pas nécessairement le temps de voir les pyramides de toutes les équipes et les images captées fournissent aussi des rétroactions aux apprenants. Les apprenants peuvent se filmer et se regarder au ralenti pour voir les gestes qu'ils ne réalisent pas correctement. On utilise donc la technologie pour rendre permanentes et observables des choses comme le mouvement, la posture ou le positionnement du corps et des membres dans l'espace, autant de choses qui sont souvent éphémères. De plus, cela permet de donner une rétroaction précise aux apprenants et les aide à avoir une représentation mentale exacte. Un autre projet en ÉPS cité lors des entrevues concerne la création d'un guide ou d'un tutoriel vidéo utilisant des caméras 360 degrés qui pourrait être consulté en réalité virtuelle et visant à faciliter l'utilisation adéquate et sécuritaire des appareils de musculation de l'école. Ce projet permet potentiellement de mettre en valeur des connaissances liées à la biomécanique du corps (systèmes musculaires et squelettiques), les règles de sécurité et les bienfaits potentiels associés à l'entraînement et l'utilisation d'un vocabulaire précis, juste et adapté. Lors des entrevues nous avons aussi recueilli un témoignage à propos d'une collaboration pour un projet des vêtements connectés. Les apprenants ont porté ce vêtement dans le cadre d'une course pour calculer le positionnement, le taux d'oxygénation, le rythme cardiaque, etc.

5.3.6 Les compétences et les apprentissages en langue (langue maternelle, seconde ou troisième)

Aucune observation de situation d'apprentissage au LC n'a été effectuée en lien avec l'enseignement des langues. Cependant, une enseignante de français (secondaire, premier cycle) nous a exposé ses premières tentatives d'intégration du LC dans un cours de français. Elle a utilisé la réalité virtuelle pour visiter un musée sur l'holocauste avec ses étudiants et ainsi leur permettre de découvrir depuis un autre point de vue ce qui se passait dans un roman dont il faisait la lecture pour mieux comprendre l'auteur, ses propos et l'histoire lue. Ce scénario montre que des liens sont possibles avec les programmes en langue (ici, le français), notamment avec la compétence « Lire et apprécier des textes variés » (Familles de situations: Découverte d'un univers littéraire et Construction de nouveaux repères culturels). Au primaire, un CP nous a expliqué qu'il associait pour sa part la programmation avec Scratch avec la compétence « Écrire des textes variés » en demandant et en accompagnant les apprenants dans la programmation d'une histoire ou un dialogue entre des personnages. À la FGA, un CP nous a parlé de l'utilisation du LC pour permettre aux apprenants de faire des recherches poussées sur un pays en utilisant la réalité virtuelle et Google

Earth pour préparer un exposé oral et du matériel de soutien (carte, maquette, animations, etc.). Aussi, pour pratiquer les compétences en anglais langue seconde, un enseignant de la formation professionnelle utilise la réalité virtuelle pour créer des scénarios entre une secrétaire et un client. Les apprenants doivent répondre aux personnages dans différents contextes en parlant en anglais.

5.3.7 Les compétences transversales

Que ce soit lors des observations ou dans les entrevues, les compétences transversales sont très présentes! Le LC semble un endroit privilégié pour le développement de ces compétences. On remarque d'ailleurs la présence de compétences transversales de plusieurs ordres.

5.3.7.1 Les compétences d'ordre intellectuel

Le LC semble d'abord un endroit tout désigné pour permettre aux apprenants de dépasser la mémorisation superficielle et le conformisme et plonger dans l'action et le développement de capacités supérieures. Le rôle de l'apprenant dans ce contexte est assez clair, il doit s'engager et se mettre en action. Deux compétences transversales d'ordre intellectuel sont particulièrement présentes. La première est la créativité. L'exercice de la pensée créatrice est en effet nommé par la plupart des individus que nous avons rencontrés, qu'ils soient apprenants, enseignants, conseillers, pédagogiques ou autre. La seconde est la compétence à résoudre des problèmes qui est aussi très souvent présente. Pour cet enseignant, les deux semblent aller de pair, la créativité apparaissant presque être une réponse ou une stratégie à la résolution de problème:

La première compétence, c'est que je pense que tout le monde doit être créatif là-dedans parce que quand tu as un bogue, il faut que tu trouves une solution assez rapidement s'il y a quelque chose qui ne fonctionne pas. (Enseignant 2, 12 février 2020)

5.3.7.2 Les compétences d'ordre méthodologique

Plusieurs compétences transversales d'ordre méthodologiques sont nommées explicitement par des personnes interviewées ou mises en valeur par les observations. C'est d'abord le cas de l'importance de se donner des méthodes de travail efficaces. La réalisation d'un projet plutôt ouvert dans lequel on a de la liberté oblige les apprenants à organiser leur travail et à déterminer l'ordre logique pour bien faire les choses. Comme l'explique cet étudiant, le développement de cette compétence est aussi nécessaire pour respecter les échéanciers et c'est d'ailleurs un aspect par rapport auquel les enseignants offrent supports et conseils:

La méthode de travail parce que le temps était très limité et souvent, tu n'avais pas le temps de finir et tu devais vraiment te mettre des objectifs pour chaque période si tu voulais finir ton projet. (Élève 2, 12 février 2020)

L'exploitation des technologies de l'information et de la communication est aussi au cœur de l'usage de LC et pratiquement incontournable. Leur importance nous incite à traiter ce sujet indépendamment, à la section 5.3.8 et 5.3.9.

5.3.7.3 Les compétences d'ordre personnel et social

Les LC semblent un lieu privilégié pour permettre aux apprenants d'actualiser leur potentiel. Plusieurs projets apportent une certaine liberté aux étudiants qui les pousse à exploiter au maximum leurs capacités ou à faire encore plus d'efforts, voire à travailler sur leur projet à la maison. Plusieurs étudiants voient ces projets comme une opportunité motivante et stimulante pour s'engager, essayer des choses et commencer à développer leur identité professionnelle comme le montre cet extrait de dialogue entre un apprenant et un intervieweur:

C'est ça qui fait la force dans ces projets-là, c'est la diversité de tout ce que l'on a. On a, tsé, un camion-remorque, on a une voiture de back from the futur et moi, j'étais parti dans un délire étrange. Premièrement, moi, je voulais viser haut avec ce projet-là, je voulais donc je m'étais mis, le soir même, à construire une maquette. J'avais construit une maquette avec des plaques de styromousse, pas de styromousse, mais de carton mousse et j'avais découpé. J'avais pris des mesures. J'avais tout rentré ces pièces-là dans le logiciel de découpeuse laser et, à la fin, ça me donnait un char d'assaut qui pouvait se lever debout. Ça pouvait devenir un transformer dans le fond et on avait dû trouver une manière de faire passer les fils au travers de ça pour qu'il arrive en haut donc c'est ça, j'avais fait ma maquette. C'est ça aussi. Ce genre de projet là, ça nous illumine nous en tant qu'élève parce que ce n'est pas le genre de choses que tu fais dans d'autres matières.

Intervieweur: C'est long.

Moi, j'étais vraiment dedans. Il y a sûrement des élèves qui vont être aussi dedans que ça et qui vont vouloir faire des choses et qui vont attendre ce genre de projet là, s'il est mis dans les écoles, qui vont attendre ce projet-là pour vraiment... S'ils veulent devenir architectes plus tard. (Élève 1, 12 février 2020)

Le même apprenant revient plus tard sur l'importance des projets au LC en regard des choix professionnels des apprenants:

Ça (en parlant des projets) développe aussi ton envie, par exemple, si tu as envie d'être architecte plus tard, être ingénieur, ce genre de projet là, ça m'a fait wow! Il faut vraiment que je m'en aille dans une branche de construction, de manipulation, d'ingénierie. Le fait de découvrir ce genre de choses là, ça te permet de concrétiser le genre de profession dans laquelle tu veux aller plus

tard. Peut-être pas pour tout le monde, mais pour les gens qui veulent aller, aiment ça travailler avec leurs mains ou qui sont manuels, de faire ce genre de projet-là, c'est très bénéfique parce que ce n'est pas le genre de projets que beaucoup de monde ont détesté, seulement les personnes qui ne sont pas bonnes manuellement ou qui n'aiment pas ça faire du travail manuel [...]. (Élève 1, 12 février 2020)

Tel qu'illustré lors de la présentation des stratégies pédagogiques, les LC sont aussi une occasion importante de collaborer avec d'autres apprenants, les techniciens ou d'autres personnes présentes au même moment que nous. Les entrevues et les observations indiquent que la majorité des projets se déroulent d'ailleurs en équipe. Apprendre à collaborer serait un apport important des LC.

Donc, dans leur planification, autant leurs connaissances, les compétences et je parlerais de compétences transversales parce que de collaborer dans un laboratoire créatif, c'est important! Pour ce qui est de la collaboration, le savoir-être est aussi important que le savoir-faire dans ce type d'environnement où l'élève se développe en tant que jeune adolescent est beaucoup plus profitable que juste d'être assis à son bureau et à remplir une feuille. On va vraiment développer dans la collaboration, ce n'est pas toujours facile pour les adultes, imaginez quand on est adolescent et que l'on doit collaborer dans un contexte d'apprentissage donc dans une vulnérabilité. Donc, on va toucher des compétences transversales beaucoup plus que dans une classe sèche. (Direction, 4 février 2020)

5.3.8 La compétence numérique

De toutes les compétences développées au LC, aucune n'est aussi présente que la compétence numérique. Tous les projets décrits et toutes les situations décrites impliquent à un moment ou un autre l'usage du numérique. Sans surprise, plusieurs des dimensions de la compétence numérique sont touchées.

5.3.8.1 Agir en citoyen éthique à l'ère du numérique

D'abord, l'idée de préparer les jeunes du primaire et du secondaire au futur et de les outiller pour bien appréhender le monde dans lequel ils vivent, un élément clé en lien avec la dimension 1 « Agir en citoyen éthique à l'ère du numérique », est fréquente. Certains LC semblent d'ailleurs avoir été créés avec, entre autres, l'intention spécifique de former des citoyens responsables et de préparer les apprenants à ce qui vient après l'école. Cela semble diriger les actions des pédagogues impliqués. Comme l'explique ce conseiller pédagogique à la FGA:

On parle beaucoup de citoyenneté à l'ère du numérique aussi. On leur apprend à utiliser les appareils comme il faut. Créer avec le numérique et tout ce qui est avec le cadre du plan d'action numérique. Ça touche tellement de choses aussi

là-dedans à ce niveau-là. Donc, c'est sûr qu'on leur apprend à être de bons citoyens, comment gérer une tablette. L'utiliser de la bonne façon. Dans notre projet éducatif, on parle beaucoup d'attraction, de rétention et de transition vraiment pour la transition quand ils arrivent après ça à l'extérieur du centre, ils sont capables d'utiliser des appareils comme il faut. (Conseiller pédagogique 1, 17 février 2020)

5.3.8.2 Développer et mobiliser ses habiletés technologiques

La dimension 2 de la compétence numérique, « Développer et mobiliser ses habiletés technologiques », est sans nul doute celle qui est la plus présente. Qu'ils soient au préscolaire, au primaire, au secondaire ou à la FGA, tous les apprenants qui utilisent le LC manipulent des outils technologiques et doivent développer des compétences techniques en programmation, par rapport à la construction de robots, en regard de l'utilisation de capteurs et de microcontrôleurs, relativement à l'utilisation de logiciels de design (2d et 3d) pour la découpe laser ou l'impression 3D, à la création de film ou d'animation (stop motion, réalité virtuelle, image 360 degrés, etc.) ou au fonctionnement de la réalité virtuelle. Ce ne sont que quelques exemples, mais ils représentent bien la richesse que les LC apportent en lien avec la dimension 2 de la compétence numérique.

5.3.8.3 Exploiter le potentiel du numérique pour l'apprentissage

La dimension 3, « Exploiter le potentiel du numérique pour l'apprentissage » est elle aussi parfois mobilisée au LC. D'abord parce que le numérique aide à rendre concret plusieurs concepts ou apprentissages disciplinaires. Ensuite, certains outils numériques comme les robots ou les caméras numériques peuvent être exploités comme une source automatique de rétroaction pour les apprenants qui peuvent concrètement déterminer s'ils ont réussi ou non et analyser leurs performances avec un minimum de soutien de la part de leurs enseignants. Surtout, les outils numériques comme les imprimantes 3D, la réalité virtuelle et les robots motivent et attirent la curiosité des jeunes. La possibilité de les utiliser les incite même à venir au LC en dehors des heures de cours, sur l'heure du dîner ou après les heures de classe.

5.3.8.4 Communiquer à l'aide du numérique

La dimension 6, « Communiquer à l'aide du numérique » est moins fréquemment travaillée au LC, mais certains enseignants, en arts notamment, ont élaboré des projets dans le cadre desquels les apprenants devaient communiquer un message à l'aide de publicités (animations, vidéo, stop motion). Il semble donc possible de mobiliser cette dimension.

5.3.8.5 Produire du contenu avec le numérique

Au contraire de la dimension 6, la dimension 7 « Produire du contenu avec le numérique » est très souvent travaillée au LC puisque les apprenants utilisent une multitude d'outils de production numérique comme les logiciels de dessin technique (2D et 3D) en combinaison avec les imprimantes 3D et les découpeuses laser, les tablettes, les caméras, les micros et les logiciels de montages et d'animations pour produire des objets, des programmes, des vidéos, des animations, des publicités ou des tutoriels.

5.3.8.6 Mettre à profit le numérique en tant que vecteur d'inclusion et pour répondre à des besoins diversifiés

La dimension 8, « Mettre à profit le numérique en tant que vecteur d'inclusion et pour répondre à des besoins diversifiés » est, elle aussi, parfois présente dans les LC. Les situations d'apprentissage exploitant le LC observées et décrites en entrevues exposent souvent les apprenants à des obstacles importants et le numérique constitue parfois un outil de choix pour surmonter ces obstacles. Il faut ensuite souvent bien réfléchir pour choisir les bonnes stratégies et les bons outils. Par exemple, il faut parfois choisir entre imprimer une pièce avec l'imprimante 3D ou la découper avec la découpeuse laser. Le 3D peut être avantageux pour sa flexibilité, mais il est aussi plus long à produire... Certains projets ont aussi utilisé le LC pour combler des besoins pratiques comme la nécessité d'avoir des distributrices à savon /désinfectant pour les classes.

5.3.8.7 Adopter une perspective de développement personnel et professionnel avec le numérique dans une posture d'autonomisation

Deux éléments de la dimension 9, « Adopter une perspective de développement personnel et professionnel avec le numérique dans une posture d'autonomisation », sont particulièrement présents au LC. D'abord, comme nous l'avons démontré dans de précédents extraits, les apprenants sont amenés à essayer et à maîtriser plusieurs outils numériques qui peuvent devenir utiles dans leurs métiers futurs. Une fois la formation initiale aux outils réalisée, les apprenants doivent ensuite souvent faire face à des tâches qui requièrent d'eux de prendre des décisions, de faire des plans et d'innover avec le numérique de manière autonome.

5.3.8.8 Résoudre une variété de problèmes avec le numérique

Comme la dimension 2, la dimension 10 « Résoudre une variété de problèmes avec le numérique » est aussi très présente dans les LC. Les apprenants sont en effet souvent confrontés à des situations

ouvertes, larges et problématiques à résoudre qui exigent d'analyser la situation, d'établir un plan, de mobiliser différentes ressources numériques, d'évaluer leur démarche et de s'ajuster pour trouver une réponse ou une solution à un défi ou un problème.

5.3.8.9 Innover et faire preuve de créativité avec le numérique

Finalement, la dimension 12 « Innover et faire preuve de créativité avec le numérique » est, elle aussi, au cœur de l'usage du numérique dans les LC. Dans cet environnement, les apprenants sont souvent appelés à imaginer des stratégies et des solutions personnelles pour résoudre des problèmes ou relever des défis. Plusieurs pédagogues leur enseignent aussi à mobiliser certaines stratégies comme la pensée design qui est justement un processus visant à favoriser l'innovation en mobilisant différents types de pensées (analytique, intuitive, etc.), souvent dans un contexte collaboratif où ils doivent travailler avec d'autres personnes et recevoir d'autres idées que les leurs.

5.3.9 La programmation dans les LC

La programmation semble être une activité importante dans les LC. Elle était présente dans tous les LC où des observations ont été effectuées, soit au primaire, au secondaire et à la FGA. Ce n'est cependant pas tous les enseignants qui l'intègrent à leurs planifications, mais ça ne semble pas empêcher les apprenants de parfois faire des transferts et d'exploiter la programmation dans des projets qui ne l'exigent pas à priori. Au primaire, la programmation et la robotique étaient les principales activités réalisées au LC visité dans le cadre de cette étude. À la FGA, la programmation était utilisée dans le LC visité, mais jugée moins populaire que la réalité virtuelle ou l'impression 3D par les conseillers pédagogiques. Au secondaire, la programmation, tout comme l'utilisation des LC, serait plus fréquente dans les profils « sciences » et moins dans les autres profils du secondaire. À l'intérieur d'un même profil, tous les étudiants n'auraient pas non plus un niveau égal de compétence, mais les enseignants trouvent des parades:

Après ça, selon leurs connaissances personnelles, il y en a qui sont très forts en informatique, qui sont capables de programmer. Il y en a d'autres qui ne savent pas du tout ça veut dire quoi la programmation. Donc, c'est vraiment inégal où ils sont rendus. Là, c'est de donner une petite base à tout le monde et d'essayer de distribuer les élèves peut-être plus forts en programmation, en informatique, dans chacune des équipes. En ce moment, on travaille en équipe de quatre. (Enseignant 2, 12 février 2020)

Il n'y a pas de programme établi pour l'apprentissage de la programmation, mais dans certaines écoles, les enseignants commencent à s'organiser. Avec l'expérience, les enseignants et les techniciens en travaux pratiques ont établi une certaine progression en fonction de la complexité

qui débute avec l'apprentissage de la programmation par blocs, puis la robotique, et qui intègre ensuite les capteurs, les microcontrôleurs, l'impression et la découpe.

On n'a pas un programme toutes disciplines confondues, mais à l'intérieur d'une même discipline comme, par exemple, en sciences, on convient en équipe disciplinaire dans quelle séquence les élèves vont voir les trucs pour pas qu'il y aille de répétition et pour qu'il y ait une progression... (Enseignant 1, 12 février 2020)

Selon une direction, les enseignants ne touchaient pas beaucoup à la programmation en classe, mais c'est une intention pédagogique qui a été directement associée à la mise en place du LC.

5.3.10 Une progression des activités selon les cycles

L'analyse des entretiens a mis en évidence que les enseignants dans les écoles secondaires privilégient une progression dans les activités selon les cycles. La première étape est d'apprendre la programmation au premier cycle à l'aide de la robotique. Ensuite, une fois la programmation acquise, il est nécessaire d'apprendre à utiliser le matériel du LC comme l'imprimante 3D ou la découpeuse laser. Pour l'apprentissage de l'utilisation de ces machines, les enseignants vont privilégier des activités simples qui permettent à l'apprenant de créer des objets de la vie de tous les jours. Par exemple, ils ont créé un porte-clé, une plaquette nécessaire à la création d'un haut-parleur, une lampe de chevet, etc.

Les apprenants apprécient également cette progression et font émerger toute la complexité des apprentissages réalisés. Dans l'extrait suivant, un apprenant fait un retour sur la façon de travailler en commençant par des choses plus simples pour ensuite arriver à des projets plus complexes :

C'est sûr que [dans] le profil secondaire trois, on a fait de la cuisine moléculaire [...] qui a un lien aussi avec l'imprimante laser [...]. Ce qui est le fun, c'est que ça nous permet de faire des choses que l'on ne va nécessairement faire ou penser plus tard. [...] On faisait des recettes comme une fois par cours et on faisait un petit laboratoire après et un rapport de laboratoire [...] Ensuite, on allait à l'imprimante laser et, à ce moment-là, la découpeuse laser. [...] On a commencé à faire des choses plus [complexes], des projets de construction. On avait des bolides [...] Il fallait qu'on fasse des bolides qui pouvaient arrêter à une certaine distance, mais on a aussi construit les bâtiments en secondaire trois et en secondaire quatre, à ce moment-là, un bolide à l'aide de la découpeuse laser et ce bolide-là devait avoir une particularité propre. Par exemple, si tu faisais une ambulance, il devait y avoir soit des gyrophares qui allumaient, soit un bruit qui s'émettait. (Élève B, 12 février 2020).

Finalement, on constate également que les projets réalisés au LC permettent de dépasser les apprentissages attendus :

C'est ça qui fait la force dans ces projets-là, c'est la diversité de tout ce que l'on a. On a un camion-remorque, on a une voiture de back from the futur pour moi [...] j'étais parti dans un délire étrange. Premièrement, je voulais viser haut avec ce projet-là [...] Donc je m'étais mis, le soir même, à construire une maquette. J'avais construit une maquette avec des plaques de [...] carton mousse et j'avais découpé. J'avais pris des mesures. J'avais rentré ces pièces-là dans le logiciel de découpeuse laser et, à la fin, ça me donnait un char d'assaut qui pouvait se lever debout. Ça pouvait devenir un transformer dans le fond et on avait dû trouver une manière de faire passer les fils au travers de ça pour qu'il arrive en haut donc c'est ça, j'avais fait ma maquette.[...]Ce genre de projet là, ça nous illumine nous en tant qu'élève parce que ce n'est pas le genre de choses que tu fais dans d'autres matières. (Élève C : 12 février 2020).

6. Discussion

Les résultats présentés jusqu'à présent sont riches d'informations. Ils nous indiquent par exemple assez clairement qu'il y a un mouvement qui s'initie en lien avec la création d'environnements d'apprentissage différents qui permettront aux pédagogues de varier les situations d'apprentissage, de les différencier et mieux les adapter. Mais ces résultats soulèvent aussi des questions à propos desquels il faudra probablement entamer une réflexion au Ministère, dans les CSS et dans les écoles. Par exemple, si le nombre de LC qui étaient en démarrage ou qui étaient annoncés pour démarrer bientôt indique bien un mouvement et considérant que ce changement semble être endossé par le Ministère qui a facilité l'achat d'équipements en lien avec les LC via ses combos numériques, pourquoi un grand nombre de conseillers RECIT n'avait pas reçu de mandats précis en lien avec les LC? Était-ce par manque de vision, par lenteur administrative ou par manque de compréhension de la part des gestionnaires comme des acteurs pédagogiques? Les prochaines sous-sections portent un regard critique sur certains aspects des résultats et tentent d'identifier les principaux thèmes de réflexions auxquels chercheurs, gestionnaires et pédagogues devraient réfléchir dans les prochains mois et les prochaines années afin de maximiser l'impact éducatif des LC.

6.1. Les liens entre les stratégies pédagogiques, les compétences et les valeurs sous-jacentes à un LC

Les observations et l'analyse des entrevues nous ont amenés à établir des liens entre les stratégies pédagogiques utilisées dans les LC et le développement des compétences ciblées par le programme et les valeurs sous-jacentes à un LC. Cette sous-section explore certains aspects de ces liens.

6.1.1. Les liens avec le choix des stratégies pédagogiques et les valeurs du LC : une question d'appropriation des outils technologiques

Un LC propose comme valeurs importantes l'aspect ludique, le fait que chacun peut s'améliorer au sein du LC, la collaboration et la productivité de l'échec (Dougherty, 2013). Le plaisir, l'intérêt et la fabrication d'objets sont au centre de l'activité au LC. En lien avec ces valeurs, nous avons constaté que certaines stratégies pédagogiques étaient très cohérentes comme le travail d'équipe, l'apprentissage par projet, la résolution de problèmes ou l'autoapprentissage assisté. Toutefois, nous avons été surpris de voir apparaître certaines stratégies pédagogiques comme la

démonstration, la découverte guidée et les laboratoires durant les observations et les entrevues. La première question soulevée était pourquoi utiliser le LC et son matériel pour réaliser des activités qui pourraient se faire dans une classe. Ces stratégies pédagogiques semblent aussi favoriser un enseignement uniformisé qui va à l'encontre de la philosophie même sous-jacente à l'idée de créativité dans un LC. Cependant, après avoir mené l'analyse des données, nous en sommes arrivés à la conclusion que des stratégies pédagogiques comme la démonstration ou les laboratoires étaient nécessaires pour assurer une meilleure utilisation du LC. En effet, le matériel présent dans le LC comme, l'imprimante 3D ou la découpeuse laser, demande un savoir-faire et une expertise pour bien l'utiliser. Par ailleurs, les matériaux pour réaliser un objet 3D peuvent parfois être onéreux. Ainsi, il faut s'assurer que lorsque les apprenants mèneront leur propre projet, qu'ils soient en mesure de bien réfléchir aux coûts des matériaux et à l'usage optimal des machines. Cela demande donc un enseignement plus explicite, plus magistral et plus dirigé pour former les apprenants à l'usage du LC. Par conséquent, il y a deux moments importants dans l'usage du LC : le moment d'appropriation où l'apprenant apprend à utiliser les machines et le matériel à bon escient et le moment de créativité où l'apprenant se retrouve en résolution de problème, en projet ou en auto apprentissage assisté.

Cela nous permet aussi de mettre de l'avant que l'idée de construire sur l'erreur dans les LC n'est pas nécessairement possible dans le contexte des écoles actuelles et des budgets alloués. Il y a donc un accompagnement soutenu des enseignants pour aider les apprenants à réussir assez rapidement dans leurs projets. Par exemple, dans le cas du projet de création d'une lampe, l'apprenant n'a pas découpé du premier coup son projet avec la découpeuse laser. Il a fallu faire des plans, présenter les plans à l'enseignant, programmer l'ordinateur, présenter sa programmation à l'enseignant, tester la forme sur du carton pour ensuite, en arriver à du plexiglas. Il s'agit là d'une créativité très encadrée.

6.1.2. La résolution de problème et l'approche par problème : deux stratégies liées au développement des compétences au LC

Certaines stratégies pédagogiques semblent être plus pertinentes pour le développement des compétences. La résolution de problème et l'approche par projet ont été deux stratégies mises de l'avant pour développer les compétences et, ce, particulièrement en science et technologie et pour les compétences numériques. Ainsi, en optant pour ces stratégies lors de l'utilisation du LC, on place l'apprenant dans des situations authentiques qui lui permettent de mobiliser un ensemble de

ressources et des connaissances antérieures vues dans les cours. Nous avons également constaté que l'arrimage entre ces stratégies, le développement des compétences et l'usage du LC avait comme effet de favoriser la motivation des jeunes, à augmenter leur curiosité pour la discipline et à les amener à approfondir leurs connaissances. Aussi, il semblerait plus facile d'opter pour ces stratégies dans l'enseignement des sciences, car le programme est construit sur l'idée de résoudre des problèmes d'ordre scientifique et d'opter pour une démarche de recherche. Le programme propose aussi tout un volet d'appropriation des technologies, ce qui expliquerait pourquoi les compétences numériques y sont plus présentes.

Pour les autres stratégies identifiées dans les résultats, il semble beaucoup plus difficile de faire un lien direct entre elles et le développement des compétences au LC. Une des hypothèses qu'on peut poser est celle que les enseignants qui débutent dans leur utilisation pédagogique du LC optent d'abord pour des stratégies qui vont favoriser l'acquisition de connaissances et de techniques. Dans ce contexte, les valeurs entières du LC ne sont pas respectées. La section 6.3 discutera justement du processus d'appropriation du LC par les enseignants. L'autre hypothèse se situe dans la structure des programmes des autres disciplines. Néanmoins, si on se fie aux compétences de certaines disciplines comme l'univers social ou les mathématiques, force est de constater que ces compétences coïncident également dans une logique de résolution de problème ou d'approche projet. Il y a là un champ d'expertise à développer pour ouvrir les opportunités de l'usage du LC à ces disciplines.

Finalement, même si certaines stratégies semblent favoriser le développement des compétences en LC, il semblerait que les enseignants n'utilisent pas souvent le temps du LC pour évaluer ces compétences.

6.1.3. L'évaluation des apprentissages, le grand absent du LC

Lors de la recherche, il a été très difficile de cerner quels étaient les critères et les apprentissages ciblés par les enseignants dans le cadre de leurs projets au LC. En d'autres termes, mise à part le fait que les activités au LC se déroulent dans le cadre d'un cours disciplinaire, ces activités sont peu souvent évaluées de façon formelle et les apprentissages qui y sont réalisés peu réinvestis dans la classe ordinaire. Cependant, il appert que les enseignants du 2e cycle du secondaire semblaient plus facilement mettre en œuvre des grilles d'observations ou d'autoévaluation pour évaluer les projets. Une des raisons serait le fait que le 1er cycle est plus centré sur l'acquisition de techniques propres au LC, à tout le moins dans cette école, donc moins en phase avec les compétences des

programmes disciplinaires. Dans ce cas, il convient peut-être de réfléchir plus globalement à l'intégration des LC en milieu scolaire et de développer un programme distribué du préscolaire jusqu'à la fin du primaire qui laisserait à tous les enseignants des espaces et du temps pour faire des liens avec le programme dans d'autres disciplines tout en assurant le développement continu des compétences et habiletés techniques des apprenants. L'idée d'un enseignement encadré et structuré de la littératie numérique n'est pas nouvelle au Québec, elle a par exemple déjà été proposée par Karsenti et Collin en 2016. L'autre raison serait que les enseignants du premier cycle étaient encore à la phase d'appropriation et de découverte du LC et que les liens entre les activités réalisées au LC et le développement des compétences n'étaient pas fait. Les projets réalisés par les apprenants dans ce cycle sont souvent vus comme une activité "cadeau" ou "spéciale" à la fin d'un enseignement plus traditionnel. Dans le modèle décrivant le cheminement des enseignants vers l'utilisation exemplaire des TIC proposé par Raby (2004), cela correspond à la phase de « familiarisation », soit l'une des premières phases de l'utilisation pédagogique du numérique.

Il importe donc de poursuivre la réflexion pour mieux arrimer les activités réalisées au LC avec les attentes du programme. L'idée étant que le temps passé au LC serve à l'enseignant d'évaluer et d'accompagner l'apprenant dans le développement de ces compétences. En regard de la complexité des apprentissages réalisés au LC, il est essentiel de saisir l'opportunité d'évaluer des apprentissages qui ont du sens pour les apprenants et qui sont complexes tels que proposés dans le PFEQ.

Pour terminer, les projets au LC ne permettent pas uniquement d'évaluer les compétences disciplinaires, mais, aussi, d'évaluer les compétences numériques et transversales qui sont difficilement observables dans des activités d'enseignement plus traditionnelles.

6.2. L'interdisciplinarité pour favoriser l'utilisation optimale du LC

Une des voies prometteuses issues de nos observations est l'approche interdisciplinaire pour mieux arrimer le développement des compétences, les stratégies pédagogiques et les valeurs du LC. C'est lors de partenariat entre différentes disciplines comme l'éducation physique et la science et technologie (vêtement connecté), ou encore l'art et la science et technologie (costumes interactifs), qu'il a été possible d'observer des projets complexes qui plaçaient la créativité et la liberté au centre de la réflexion. Les apprenants ont pu développer leurs compétences dans plusieurs disciplines tout en mettant en œuvre des compétences numériques et des compétences transversales. C'est également en parlant de ces projets que les apprenants ont le plus souvent mentionné leur

motivation à aller à l'école, leur intérêt par rapport à ce genre d'apprentissage, l'impression d'avoir pu s'accomplir et pleinement se développer et le fait que les apprentissages réalisés au LC ont été réinvestis dans la vie de tous les jours. Il y a là donc une belle opportunité pour réinvestir les domaines généraux de formation, pour rendre les apprentissages authentiques et pour susciter la curiosité et la motivation des apprenants.

Certains projets interdisciplinaires ont même permis d'ouvrir sur la communauté, une des visées principales du LC. C'est le cas d'une école où les apprenants ont reçu une demande provenant d'acteurs du domaine de la santé pour créer des crochets répondants à certains critères précis pour satisfaire pleinement besoin du milieu hospitalier. Ce sont d'ailleurs des apprenants dans des classes d'adaptation scolaire qui ont mené le projet. Ainsi, l'usage du LC dans une approche interdisciplinaire permet à des apprenants parfois en difficultés scolaires de se réaliser et de vivre des réussites.

Finalement, l'approche interdisciplinaire semble favoriser la philosophie du LC et bien répondre aux attentes du PFEQ. Il y a lieu de poursuivre la réflexion et d'encourager les enseignants à mettre sur pied des projets interdisciplinaires. Évidemment, la planification de ce genre de projet demande du temps et de l'expertise que les enseignants n'ont pas toujours. C'est pourquoi il est primordial de mettre en place des formations, de créer des occasions d'interactions entre les spécialistes des différentes disciplines, de poursuivre des projets de recherche qui permettrait l'élaboration de projets interdisciplinaires clés en main, et d'offrir aux enseignants qui souhaitent mener de tels projets des libérations de l'enseignement.

6.3. Penser au processus d'appropriation pédagogique des LC par les enseignants

Certains enseignants semblent mieux réussir que d'autres à créer des liens avec le programme officiel. Les choix pédagogiques des enseignants en lien avec le LC n'apparaissent pas, non plus, tous avoir la même valeur si l'on considère comme critère la philosophie qui se trouve derrière les LC ou le mouvement « maker ». Au terme de cette étude, il appert que les enseignants qui travaillent à intégrer les LC à leurs pratiques passent par les mêmes étapes que celles décrites en lien avec l'intégration pédagogique des TIC. Ici, si on utilise par exemple le modèle de Raby (2004), on pourrait décrire l'appropriation pédagogique des LC par les enseignants comme passant en premier lieu par l'étape de la motivation. À cette étape, l'enseignant démontre de la curiosité et de

l'intérêt pour le LC. Ensuite, il y aurait la familiarisation. À cette étape, l'enseignant amène les apprenants au LC pour les récompenser ou pour les occuper. Il a souvent une maîtrise rudimentaire des outils du LC et il se questionne encore sur la portée pédagogique et le potentiel réel des activités au LC. La troisième étape serait l'exploration. La valeur pédagogique des activités proposées par cet enseignant en lien avec la discipline est simple et limitée, mais réelle! L'enseignant tente de faire vivre aux apprenants des expériences qui viennent appuyer ce qui est vu autrement dans le cours. Il fait donc ses premiers pas « pédagogiques » au LC et il cherche à faire des liens. Les apprenants sont engagés, acquièrent des connaissances et développent certaines compétences même si ces savoirs et ces compétences ne sont pas encore très bien ciblés en lien avec la discipline. Le niveau suivant est l'infusion. À ce niveau, les enseignants réussissent au moins ponctuellement à exploiter le LC afin de permettre le développement de compétences disciplinaires ainsi que la transmission et la construction de connaissances. Ils ne font plus des activités au LC « en plus » des cours. Ils tendent lentement vers l'appropriation (la dernière étape du modèle de Raby) du LC, étape à laquelle l'exploitation pédagogique des LC deviendra régulière et permettra le développement de compétences disciplinaires et transversales. Le suivi de plus d'enseignants permettrait probablement d'adapter plus avant le modèle de Raby (2004) ou d'en considérer d'autres comme l'ASPID de Karsenti (<https://karsenti.ca/aspid/>) ou la Matrice TIM (<https://www.azk12.org/arizona-technology-integration-matrix>). Un modèle adapté ou une matrice ajustée au LC permettrait notamment aux formateurs, aux directions et aux conseillers pédagogiques de mieux situer les enseignants avec qui ils travaillent. Il serait ainsi plus facile de comprendre les besoins de formation de chaque enseignant et de le soutenir dans son appropriation.

À ce propos, le modèle mis en place par l'Octet, un LC de la région de Québec, semble une avenue prometteuse pour accompagner les enseignants dans l'appropriation des technologies avant même la mise en place d'un LC dans les écoles. Les conseillers pédagogiques accueillent les enseignants avec les apprenants de ces derniers. Ainsi, la formation sert autant à l'enseignant à apprendre comment fonctionne une technologie et comment on peut l'intégrer à l'enseignement qu'elle permet des apprentissages aux apprenants. Les conseillers pédagogiques peuvent modéliser des pratiques pédagogiques, puis donner de plus en plus d'espace aux enseignants jusqu'à ce qu'ils soient indépendants et ne requièrent plus du tout ou très peu de soutien. D'autres modèles de soutien pédagogique existent probablement déjà au Québec. Une des écoles visitées avait par exemple parmi ses employés un analyste spécialiste en informatique qui offrait support et formation. Il faudrait documenter les différents modèles, les analyser et les évaluer afin de soutenir plus efficacement le travail des RECIT nationaux et locaux, des CSS et des enseignants.

6.4 Sur le choix des outils présents dans les laboratoires créatifs

Les données recueillies montrent que certains outils sont plus souvent présents que d'autres. Ce qui motive le choix des outils n'a pas été questionné dans le cadre de cette étude, mais certains outils « vedettes » sont toujours cités lorsqu'il est question des LC et il convient de se questionner et de réfléchir à ce sujet. Les outils les plus populaires sont-ils vraiment ceux qui ont le plus de potentiel en regard de l'apprentissage? Certains sont très dispendieux, fragiles et lents comme les imprimantes 3D et, conséquemment, on exige souvent qu'ils soient manipulés par un technicien ou par l'enseignant qui va recevoir et valider les fichiers préparés par les apprenants et souvent continuer l'impression bien après le cours. Ce faisant, et sachant que les outils technologiques servent généralement le mieux l'apprentissage lorsqu'ils sont manipulés par les apprenants, est-ce le meilleur investissement? D'un autre côté, le goulot d'étranglement créé a probablement une certaine valeur pédagogique puisqu'il permet de valider et de vérifier le travail des apprenants et potentiellement de leur offrir une rétroaction utile. Il reste que la maîtrise des logiciels de dessin est relativement simple. En prenant connaissance des données, nous n'avons pu nous empêcher de nous questionner quant à la prévalence de l'effet « Wow! » dans le choix des technologies et des projets. Nous avons cru observer que les outils et le matériel qui requièrent le plus de compétences et de connaissances sont plus souvent ignorés ou moins souvent utilisés. C'est par exemple le cas des nano-ordinateurs, des microcontrôleurs et des capteurs qui sont souvent ignorés. Qu'advierait-il si le principal critère considéré était le potentiel pédagogique réel et la quantité et la qualité des liens possibles avec les programmes de formation? Mais peut-être est-ce en lien avec le degré de préparation des apprenants et des enseignants ? Peut-être faut-il considérer offrir rapidement de la formation continue aux enseignants, travailler à organiser une progression des apprentissages en regard de la littératie numérique du préscolaire à la fin du secondaire et revoir nos critères de sélection des outils pour les LC? En lien avec le matériel et les outils associés au LC, nous suggérons aussi de demeurer attentif afin d'éviter que le réseau scolaire entre involontairement dans un cycle de dépendance coûteux. Quelques acteurs ont, par exemple, mentionné le coût des logiciels et la possibilité d'utiliser des logiciels libres. Cette option a plusieurs avantages à considérer!

6.5 Limites à la portée de cette étude

L'état du réseau des LC est la principale limite qu'il nous faut citer pour bien cadrer la portée de cette étude exploratoire. Clairement, les LC québécois sont encore en implantation et les

enseignants, les conseillers pédagogiques et les techniciens en travaux pratiques travaillent encore quotidiennement à apprivoiser cet environnement. Chaque jour qui passe les rends plus compétents. Ainsi, même si nous avons visité des LC déjà en fonctionnement et qui avaient déjà de l'expérience, il ne fait pas de doute qu'ils réussissent probablement déjà un peu mieux à intégrer pédagogiquement ces environnements au moment d'écrire ces lignes. C'est le lot de toutes les recherches exploratoires qui s'intéressent à des innovations pédagogiques ou à des processus actifs. À ce titre, ajoutons que la crise sanitaire nous a empêché d'aller faire une seconde visite dans certains LC qui nous avaient cordialement invité à revenir plus tard dans l'année scolaire, alors qu'ils prévoyaient essayer de nouvelles stratégies pédagogiques, de nouveaux outils et de nouveaux projets. Cela aurait permis à l'équipe de recherche de prendre connaissance du chemin parcouru en quelques mois seulement. Nous avons probablement manqué l'opportunité d'apprendre de nouvelles choses à propos des LC.

Le temps et la disponibilité réelle des acteurs scolaires représentent aussi une limite. Par exemple, plusieurs répondants convaincus de la pertinence de l'étude n'ont pourtant pas rempli les questionnaires. Souvent, ils se sont limités à indiquer le nom d'un responsable, son courriel et à préciser qu'ils participeraient volontiers à la suite du projet si nous voulions aller observer dans leur milieu ou les rencontrer en entrevue même s'ils ne prenaient pas le temps de répondre aux autres questions... L'utilisation d'une liste de courriels officiels, l'appui du Ministère et un rappel n'ont rien changé à la situation. Le portrait tracé est donc incomplet.

Dans le futur, d'autres chercheurs pourront se fixer des objectifs plus précis, utiliser une variété d'outils de collecte de données, visiter plus de LC ou effectuer le suivi longitudinal d'une école et ainsi contribuer à préciser les résultats présentés ici.

Conclusion

Tel que précisé dans la mise en contexte, des études précédentes ont amené le Ministère à conclure que la mise en oeuvre de la mesure 2 du PAN doit s'appuyer sur des ressources humaines, techniques et matérielles qui permettront aux milieux de s'approprier l'usage pédagogique de la programmation informatique. À cet effet, l'hypothèse selon laquelle la mise en place de LC pourrait être un moyen de favoriser un usage interdisciplinaire de la programmation a été formulée. Les observations et les entrevues effectuées semblent confirmer cette hypothèse. Non seulement la programmation était présente dans tous les LC visités, mais les enseignants eux-mêmes mentionnent la pertinence d'organiser les apprentissages dans ce domaine et de structurer un programme de formation en lien avec la programmation. Ce futur chantier apparaît comme une suite logique et inévitable...

Cette étude a ensuite permis de dresser un premier portrait national des LC dans le réseau scolaire québécois. Il s'agit d'un aperçu figé dans le temps alors que le processus d'implantation semble être à ses débuts. Nul doute que la situation va changer rapidement dans le futur. Le ministère voudra peut-être se doter de mécanismes pour suivre ce développement ou faire une étude plus détaillée portant spécifiquement sur cet aspect dans le futur.

L'étude présentée voulait ensuite dégager les différentes stratégies pédagogiques mises en place par les enseignants pour exploiter les LC. Il ressort que les stratégies déployées sont nombreuses et motivées par plusieurs valeurs souvent pertinentes. Au premier regard, toutes ne sont pas immédiatement en ligne avec la philosophie derrière les LC et le mouvement « maker », mais toutes semblent utiles à l'apprentissage et toutes contribuent au bon fonctionnement du LC.

L'étude a ensuite permis de constater que les LC permettaient une grande variété d'apprentissages et le développement de nombreuses compétences disciplinaires et transversales. Certaines disciplines semblent plus facilement s'adapter à l'exploitation du LC, mais les entrevues et les observations témoignent de la possibilité d'exploiter le LC dans une variété de disciplines. L'étude soulève cependant plusieurs questions importantes qu'il faudra certainement aborder à court terme. La question de l'évaluation des savoirs et des compétences développées au LC est l'une des plus importantes et des plus pressantes. L'année scolaire n'est pas tellement longue, les programmes sont bien garnis et les enseignants ne peuvent pas constamment intégrer le LC « en plus » de la classe normale ou des activités plus directement liées au programme de formation. Comment créer des liens pertinents avec le programme de formation au LC ? Quelles formes d'évaluation

conviennent le mieux au LC? Quelles pratiques évaluatives exploitent le mieux l'expérience vécue et bénéficient le plus à l'apprentissage? En lien avec l'acquisition de connaissances et le développement de compétences, les résultats mettent aussi en valeur le potentiel important des LC en regard de l'interdisciplinarité et la richesse des situations d'apprentissage interdisciplinaires, mais aussi la difficulté à concrétiser cela au secondaire. Il y a pourtant actuellement plus de LC au secondaire qu'au primaire. Considérant le critère de l'interdisciplinarité, les enseignants du primaire ont peut-être une petite longueur d'avance. Il faudra probablement se questionner et réfléchir aux meilleures stratégies pour soutenir un usage interdisciplinaire des LC au secondaire.

Cette étude a aussi mis en valeur le fait que le degré d'appropriation pédagogique du LC par les enseignants était probablement lié aux pratiques observées. Cela n'est pas une surprise puisqu'on a déjà observé une telle relation lors de l'étude de l'appropriation pédagogique de différentes technologies. Le LC est cependant un environnement complexe exprimant une philosophie et une conception particulière de l'apprentissage où l'on retrouve de nombreux outils technologiques et non technologiques. Il pourrait être pertinent d'adapter un ou plusieurs modèles d'appropriation pédagogique des TIC à la réalité des LC. Cela pourrait faciliter le suivi autant pour la formation initiale et continue pédagogique comme technologique. Ensuite, il faudrait probablement se questionner quant aux différents modèles que l'on peut mettre en place pour soutenir l'appropriation pédagogique des LC par les enseignants et leur efficacité respective.

On peut le voir, cette étude exploratoire a permis la production de quelques savoirs, mais elle laisse aussi comme retombée une carte provisoire de la recherche à effectuer afin de comprendre et maîtriser l'intégration pédagogique des LC qui ne manquera probablement pas de se préciser et de se complexifier rapidement dans le futur.

Liste des références

- Awang, H. et Ramly, I. (2008). Through problem-based learning : Pedagogy and practice in the engineering classroom. *International Journal of Human and Social Sciences*, 2(4), 18-23.
- Barma, S., Voyer, S., Dewailly, C., Vincent, M.-C., Duguay, S., & Kamga-Kouamkam, R. (2018). *Réaliser une étude de cas multiple qui vise à affiner les connaissances sur l'usage pédagogique ou didactique de la programmation dans les écoles du Québec*. Rapport final de recherche. Québec, Canada : Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. <http://www.education.gouv.qc.ca/dossiers-thematiques/plan-daction-numerique/formations/programmation-informatique/>
- Barron, B., Walter, S. E., Martin, C. K. et Schatz, C. (2010). Predictors of creative computing participation and profiles of experience in two Silicon Valley middle schools. *Computers & Education*, 54(1), 178-189. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.07.017>
- Basque, J. (2007). *L'élaboration du scénario pédagogique*. Texte tiré du cours EDU 1030 Design pédagogique en formation d'adultes offert en ligne (www.telug.uqam.ca/edu1030). Montréal : Télé-université.
- Blackley, S., Rahmawati, Y., Fitriani, E., Sheffield, R. et Koul, R. (2018, 01/01/). Using a "Makerspace" Approach to Engage Indonesian Primary Students with STEM. *Issues in Educational Research*, 28(1), 18-42.
- Blikstein, P. (2018). Maker Movement in Education: History and Prospects. In M. J. d. Vries (Ed.), *Handbook of Technology Education -- Springer International Handbooks of Education*: Springer International Publishing.
- Brennan, K. (2015). Beyond technocentrism. *Constructivist Foundations*, 10(3), 289-296.
- Bureau de l'environnement numérique d'apprentissage. (2010, 12 novembre 2010). *Liste de stratégies pédagogiques*. Repéré le 9 décembre 2020, à <https://wiki.umontreal.ca/pages/viewpage.action?pageId=78513990&desktop=true¯oName=page-info>

- Chan, M. M. et Blikstein, P. (2018). Exploring Problem-Based Learning for Middle School Design and Engineering Education in Digital Fabrication Laboratories. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(2). doi: 10.7771/1541-5015.1746
- Communautique. (2016). *Rapport synthèse : Documentation des usages et processus d'implantation de Fab Lab, de Médialab et de makerspace, dans les institutions culturelles québécoises*. Québec, Canada : Direction de la coordination des interventions territoriales et du développement culturel numérique.
<https://www.mcc.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/Numerique/Communautique-rapport-synthese-20-10-16.pdf>
- Creswell, J. W., et Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, Calif. : SAGE Publications.
- Dougherty, D. (2013). The maker mindset. *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*, 7-11.
- European Union. (2015). Horizon 2020 Work program 2014-2015. Récupéré de https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-leit-ict_v1.0_en.pdf
- Fabfoundation. (2020). Récupéré le 26 novembre 2020 de <https://fabfoundation.org/>
- Gagnon, C. (2007). Arrimage des pratiques éducatives d'enseignants et de formateurs en entreprise en contexte d'alternance. Études de cas en formation professionnelle agricole. *Recherches Qualitatives*, 27(1), 141-190.
- Giroux, P. Monney, N., Brassard, I., Pépin, A. et V. Savard (2020). *Laboratoires créatifs en milieux scolaires – Guide d'implantation*. Rapport déposé au Bureau de mise en œuvre du plan d'action numérique (BMOPAN). Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur : Québec.
<https://constellation.uqac.ca/6167/1/Guide%20implantation%20labos%20cr%C3%A9atifs%20-%20final.pdf>
- Kapur, M. (2008). Productive Failure. *Cognition and Instruction*, 26(3), 379-424. doi: 10.1080/07370000802212669

- Karsenti, T. et S. Collin (2016). Pour un enseignement obligatoire de la littératie numérique à l' cole primaire et secondaire. *Formation et Profession*, 24(2), 78-81.
- Kj llander, S.,  kerfeldt, A., Mannila, L. et Parnes, P. (2018). Makerspaces across Settings: Didactic Design for Programming in Formal and Informal Teacher Education in the Nordic Countries. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34(1), 18-30. doi: 10.1080/21532974.2017.1387831
- L' cuyer, R. 1990. *Méthodologie de l'analyse d veloppementale de contenu*. Québec: Presses de l'Universit  de Québec.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation (3)*. Montréal: Guérin.
- Love, T. S. et Roy, K. R. (2018). Converting Classrooms to Makerspaces or STEM Labs: Design and Safety Considerations. *Technology and Engineering Teacher*, 78(1), 34-36.
- Major, C. H. et Palmer, B. (2001). Assessing the effectiveness of problem-based learning in higher education: Lessons from the literature. *Academic exchange quarterly*, 5(1), 4-9.
- Martin, L. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1). doi: 10.7771/2157-9288.1099
- MIT medialab about. (2020). Récupéré le 26 novembre 2020 de <https://www.media.mit.edu/about/lab-faqs/#faq-what-is-the-media-lab>
- Negara, Lilian. 2006. L'analyse de contenu dans l'étude des représentations sociales. *SociologieS [En Ligne] Théories et recherches : mis en ligne le 22 octobre 2006*. <https://journals.openedition.org/sociologies/993#:~:text=L'analyse%20de%20contenu%20par,production%2Fr%C3%A9ception%20C2%BB%20des%20C3%A9nonc%C3%A9s>.
- Papert, S. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 1-11.
- Paquette, G., Crevier, F., & Aubin, C. (1998). *Méthode d'Ingénierie d'un Système d'Apprentissage (MISA)*. Initiation à la formation/conseil en milieu de travail. : Sainte-Foy, Québec, T l universit .
- MEQ, (2006). *Programme de formation de l' cole québécoise. Enseignement au secondaire, premier cycle*. Gouvernement du Québec : Québec

- Raby, C. (2004). *Analyse du cheminement qui a mené des enseignants du primaire à développer une utilisation exemplaire des technologies de l'information et de la communication (TIC) en classe*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal.
- Récit. (2018). *Un laboratoire créatif dans mon école*. Récupéré le 26 novembre 2020 de <https://recit.qc.ca/parcours-de-formation-combos-numeriques-laboratoire-creatif/#:~:text=Dans%20un%20laboratoire%20cr%C3%A9atif%2C%20il,le%20carton%20et%20la%20colle>.
- Sheffield, R., Koul, R., Blackley, S. et Maynard, N. (2017). Makerspace in STEM for Girls: A Physical Space to Develop Twenty-First-Century Skills. *Educational Media International*, 54(2), 148-164. doi: 10.1080/09523987.2017.1362812
- Steamlabs. (2020). Récupéré le 26 novembre 2020 de <https://steamlabs.ca/>
- Teddle, C. et A. Tashakkori (2009). *Foundations of mixed methods research : integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Theureau, J. 2006. *Le Cours d'action. Méthode développée*. Toulouse: Octares.
- Tucker-Raymond, E., Gravel, B. E., Wagh, A. et Wilson, N. (2016). Making It Social: Considering the Purpose of Literacy to Support Participation in Making and Engineering. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 60(2), 207-211. doi: 10.1002/jaal.583
- Van Der Maren, J-M (1995). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Montréal: Les Presses de l'Université de Montréal.
- Van Der Maren, J-M, et F. Yvon. 2009. L'analyse du travail, entre parole et action. *Recherches Qualitatives Hors Série*(7):42–63.
- Vergès, E. (2018). Des médialabs pour apprendre à « être un média ». *The conversation : Academic rigour, journalistic flair*. Récupéré de <https://theconversation.com/des-medialabs-pour-apprendre-a-etre-un-media-103271>
- Waters, J. K. (2016). What Makes a Great Makerspace? *T H E Journal*, 43(5), 26-28.