



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Développement de compétences dites du 21^e siècle chez les enfants à l'éducation préscolaire grâce à la programmation et à la robotique : une recherche-action

Auteures

Nancy Latulipe, étudiante au doctorat, assistante de recherche et chargée de cours, Université du Québec à Montréal, Canada, nancy.latulipe@uqam.ca

Carole Raby, professeure, Université du Québec à Montréal, Canada, raby.carole@uqam.ca

Lynda O'Connell, conseillère pédagogique, Service national du RÉCIT à l'éducation préscolaire, Canada, oconnelll@csdm.qc.ca

Geneviève St-Onge, conseillère pédagogique, Service local du RÉCIT du Centre de services des Hautes-Rivières, Canada, genevieve.st-onge@csdhr.qc.ca



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Résumé

Une communauté d'apprentissage a été mise en place pour favoriser la formation continue d'enseignantes de maternelle à l'utilisation de la programmation et de la robotique pour développer des compétences dites du 21^e siècle chez les enfants. À travers une démarche de recherche-action, les participantes se sont formées mutuellement. Elles ont conçu et expérimenté en classe des activités de programmation et de robotique. Les données ont été recueillies par des entrevues auprès des enseignantes et des observations filmées auprès de deux dyades dans chaque classe, trois fois durant l'année. Les résultats mettent en lumière certaines compétences du 21^e siècle développées par les enfants.

Mots-clés : communauté d'apprentissage ; activités collaboratives ; programmation et robotique ; éducation préscolaire ; compétences du 21^e siècle



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Contexte de réalisation de la recherche

En 2017, le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) du Québec publie la *Politique de la réussite éducative* qui place les compétences du 21^e siècle (C21) et le numérique au cœur des orientations prioritaires du ministère pour favoriser la réussite éducative des élèves. En 2018, il lance le *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur (2018-2023)*, qui vise à déployer le numérique en éducation pour « bonifier et diversifier les pratiques d'enseignement et d'apprentissage et [...] soutenir le développement des compétences numériques » (p. 5). C'est à ce moment que le ministère initie la *Mesure 02* qui vise à accroître l'usage de la programmation dans les écoles primaires et secondaires du Québec pour soutenir les élèves dans le développement de leurs compétences. Le ministère investit des montants importants, notamment pour l'achat d'équipements et la formation des enseignants. Le ministère mise sur les projets pilotes et les recherches-actions pour soutenir la réflexion sur les meilleures manières d'intégrer le numérique dans le parcours scolaire des élèves. Toujours dans la lignée des actions prévues dans le Plan d'action numérique, en 2019, le MEES publie le *Cadre de référence de la compétence numérique* qui « regroupe les dimensions jugées indispensables pour apprendre et évoluer au 21^e siècle, et ce, tant pour les apprenantes et les apprenants que pour les membres du personnel enseignant ou professionnel » (p. 7). La deuxième dimension de la compétence numérique porte sur le développement et la mobilisation des habiletés technologiques, dont un des éléments vise le développement de la pensée informatique par la programmation.

C'est en 2018-2019, entre le moment où a été lancé le *Plan d'action numérique* et celui où le *Cadre de référence de la compétence numérique* a été publié, qu'une communauté d'apprentissage (CA), composée d'enseignantes à l'éducation préscolaire, de conseillères pédagogiques et d'une chercheuse, a été mise en place dans le but de les amener à se former à la programmation et à la robotique ainsi qu'à expérimenter en classe des pratiques pédagogiques collaboratives pour favoriser le développement de compétences chez les enfants.

Problématique

Jusqu'à maintenant, plusieurs recherches se sont intéressées au potentiel de la programmation et de la robotique chez les jeunes enfants. Ces recherches (Geist, 2016 ; Komis et Misirli, 2012) démontrent que plusieurs types d'activités de programmation et de robotique sont proposées par les enseignantes¹ à l'éducation préscolaire. Il peut s'agir

¹ Comme une large majorité de personnes enseignant à l'éducation préscolaire au Québec sont des femmes, le féminin sera utilisé dans ce texte pour désigner l'ensemble des enseignantes et des enseignants de maternelle du Québec.



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

d'activités débranchées, où les enfants alternent entre être programmeurs et agir comme un robot programmé, pour travailler les concepts liés à la programmation (Komis et Misirli, 2012). D'autres activités se déroulent avec des robots programmables tels que Bee-Bot et Blue-Bot, qui mémorisent une suite de commandes et qui les exécutent ensuite. Les enfants peuvent être amenés à créer un tapis contenant des obstacles à contourner par le robot, ou encore, à préparer un défi qui devra être réalisé par leurs pairs (Geist, 2016). Les enfants de la maternelle ont besoin d'être engagés dans des activités d'expérimentation et d'exploration, de construction et de création ou de résolution de problèmes à l'aide des robots, et ce, en fonction de leurs niveaux de développement (Geist, 2016).

Selon Otterborn, Schönborn et Hultén (2020), en proposant des activités de programmation et de robotique en classe, les enseignantes poursuivent plusieurs buts, tels que le développement d'habiletés de coopération, de résolution de problèmes et de la confiance en soi des enfants. Ces visées rejoignent les C21, comme la pensée critique, la créativité, la collaboration, la communication ainsi que les habiletés technologiques et sociales (Ouellet et Hart, 2013), qui sont d'ailleurs incluses dans les programmes de formation (MEQ, 2001).

Or, comme le précisent Romero et Sanabria (2017), même si la robotique pédagogique a le potentiel de développer des C21 chez les apprenants, les activités proposées n'y mènent pas nécessairement. Par exemple, les activités de robotique où les enfants suivent pas à pas des consignes préalablement définies par l'enseignante ne leur permettent pas nécessairement de développer ce type de compétences (Romero et Sanabria, 2017). D'un autre côté, certaines recherches ont démontré qu'un jouet programmable a le potentiel de développer des stratégies de résolution de problèmes chez les jeunes élèves (Komis et Misirli, 2012). De plus, des enseignantes à l'éducation préscolaire perçoivent que la programmation est un moyen avantageux à utiliser en classe pour apprendre des concepts liés à la technologie et pour développer la coopération (Otterborn et al., 2020). Aussi, selon Strawhacker et Bers (2019), qui s'appuient sur les travaux d'autres auteurs, la programmation favorise la créativité et augmente les habiletés linguistiques et de communication interpersonnelle des enfants de 4 et 5 ans.

Toutefois, selon Strebelle et al. (2017), « la collaboration a été peu étudiée au sein de la population à laquelle sont dédiés les jouets programmables » (p. 209). Selon ces auteurs, les enfants de 5 ans sont capables de collaborer pour trouver des solutions aux situations d'apprentissage qui leur sont proposées, notamment lors d'activités de programmation collaborative, où ils sont confrontés à des situations qu'ils ne peuvent pas résoudre seuls. Ils doivent alors échanger et communiquer leurs idées pour y arriver. Par ailleurs, « peu de comportements de collaboration spontanés ont pu être observés » (Strebelle et al., 2017, p. 226) au cours d'activités d'exploration et de programmation réalisées



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

avec Bee-bot. Plusieurs enfants monopolisaient et programmaient seuls le robot au départ, mais plus « la difficulté grandissait [plus] les élèves ont eu tendance à davantage collaborer à la recherche de solutions communes » (Strebelle et al., 2017, p. 226) et à demander et accepter l'aide de leurs partenaires.

Bien que ces résultats apportent un éclairage intéressant sur les comportements des jeunes enfants engagés dans des activités de programmation et de robotique, peu de recherches ont porté spécifiquement sur le processus de coconstruction² des enfants de la maternelle lorsqu'ils sont engagés dans des activités collaboratives de programmation et de robotique. C'est pourquoi, dans la lignée des travaux de Strebelle et al. (2017), notre étude visait entre autres à comprendre comment la programmation et la robotique favorisent le développement de compétences chez les enfants à l'éducation préscolaire.

Cadre de référence retenu

Les compétences à l'éducation préscolaire

Au Québec, le programme d'éducation préscolaire en vigueur depuis 2001 définit six compétences reliées aux dimensions du développement global des enfants de 5 ans. Parmi celles-ci se trouvent trois compétences qui sont plus étroitement en lien avec les C21, soit *Interagir de manière harmonieuse avec les autres* (C3), *Communiquer en utilisant les ressources de la langue* (C4) et *Construire sa compréhension du monde* (C5). À l'égard de la C3, l'enfant est amené à partager son matériel, écouter les autres, proposer son aide, etc. Pour la C4, il est question notamment d'imiter le comportement du lecteur et du scripteur, de reconnaître l'utilité de l'écrit, d'explorer l'aspect sonore de la langue en jouant avec les mots, etc. En ce qui a trait à la C5, l'enfant apprend à explorer, poser des questions, vérifier ses prédictions, etc.

Les compétences du 21^e siècle

Dans leur recension des écrits, Voogt et Pareja Roblin (2012) ont analysé huit référentiels décrivant les compétences du 21^e siècle (C21). Plusieurs auteurs (Ouellet et Hart, 2013 ; Romero et al., 2014) ont proposé par la suite des catégorisations qui reprennent plusieurs des compétences recensées par Voogt et Pareja Roblin. Le tableau 1 présente les huit C21 qui reviennent le plus souvent dans les référentiels.

² La coconstruction fait référence au processus lors duquel deux enfants, par les interactions entre eux et avec le matériel, construisent leurs connaissances. Il s'appuie sur la théorie du socioconstructivisme (Charron et Raby, 2016).



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Tableau 1 : Huit compétences du 21^e siècle les plus fréquentes dans les référentiels

Voogt et Pareja Roblin (2012)	C21 canada.org (2012)	Ouellet et Hart (2013)	Romero, Usart et Ott (2014)	Gouvernement de l'Ontario (2016)
Collaboration	Collaboration	Collaboration	Collaboration/ Teamwork	Collaboration
Communication	Communication	Communication	Communication	Communication
ICT literacy	Technologies informatiques et numériques	Compétences liées aux TIC	ICT literacy/ Computer or digital literacy/ eCompetence	
Social and/or Cultural skills, Citizenship		Habiletés sociales	Social skills/Cultural skills/Cultural heritage awareness/ Citizenship	
Creativity	Créativité, innovation et esprit d'initiative	Créativité	Creativity	Innovation, créativité et entrepreneuriat
Critical Thinking	Pensée critique	Pensée critique	Critical thinking	Pensée critique et résolution de problèmes
Problem solving		Résolution de problèmes	Problem solving	
Develop quality products/ Productivity		Capacité de développer des produits de qualité	Develop quality products/ Productivity	

Selon Voogt et Pareja Roblin (2012), tous les référentiels recensés mentionnent les quatre premières compétences : collaborer, communiquer, utiliser les technologies de l'information et de la communication (TIC),





démontrer des habiletés sociales. Toujours selon ces auteurs, quatre autres C21 reviennent dans la plupart des référentiels : faire preuve de créativité, exercer sa pensée critique, résoudre des problèmes et développer des produits de qualité.

Liens entre les compétences à l'éducation préscolaire et les C21

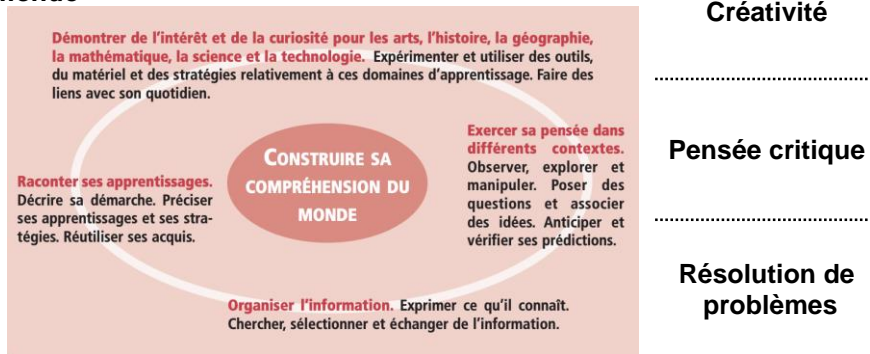
Certaines compétences à l'éducation préscolaire ont des liens étroits avec les C21. Le tableau 2 illustre les liens établis entre les compétences à l'éducation préscolaire (MEQ, 2001) et les C21 (Voogt et Pareja Roblin, 2012).

Tableau 2 : Lien entre les compétences à l'éducation préscolaire et les C21

Compétences à l'éducation préscolaire (MEQ, 2001, p. 59, 61, 63)	Compétences du 21 ^e siècle (Voogt et Pareja Roblin, 2012)
<p>Compétence 3 — Interagir de façon harmonieuse avec les autres</p> 	<p>Collaboration</p> <hr/> <p>Habiletés sociales</p>
<p>Compétence 4 — Communiquer en utilisant les ressources de la langue</p> 	<p>Communication</p>



Compétence 5 — Construire sa compréhension du monde



Cette étude visait plus spécifiquement à comprendre comment la programmation et la robotique favorisent le développement de deux compétences chez les enfants à l'éducation préscolaire, soit celle à interagir de façon harmonieuse avec les autres et celle à construire sa compréhension du monde. De plus, comme cette étude a été menée alors que le programme en vigueur était celui de 2001, les analyses ont été effectuées à partir de ces deux compétences et de cette version du programme.

Méthodologie retenue

Type de recherche et déroulement du projet

Une communauté d'apprentissage (Dionne et al., 2010) a été mise en place durant l'année scolaire 2018-2019, à raison de sept journées organisées autour du processus cyclique de formation-action-recherche de la recherche-action (Guay et al., 2016). Ainsi, chacune des rencontres contribuait à la formation des participantes en programmation et en robotique et laissait de la place aux échanges, à la réflexion et à la création d'activités à expérimenter en classe par les enfants. D'une rencontre à l'autre, les participantes réfléchissaient aux activités qu'elles avaient conçues et expérimentées afin de résoudre les difficultés rencontrées, partageaient leurs bons coups et documentaient leur processus.

Participants

Pour former la communauté d'apprentissage (CA), huit enseignantes à la maternelle d'un centre de services scolaire de la Rive-Sud de Montréal ont été recrutées³. Elles avaient entre 14 et 27 années

³ Huit enseignantes ont participé au projet, mais l'une d'entre elles n'a pas pu participer à l'ensemble de la collecte des données. Il est donc question des résultats de sept enseignantes dans cet article.



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

d'expérience en enseignement. Les enseignantes possédaient peu de connaissances quant à la programmation et la robotique et voulaient apprendre à utiliser ces outils en classe. En début d'année, chaque enseignante a choisi deux dyades d'enfants⁴ dans sa classe. Les enseignantes devaient cibler des enfants dont le développement et les comportements étaient typiques d'un enfant de la maternelle en début d'année et dont les parents avaient consenti à ce qu'il soit filmé en classe. Dix dyades étaient mixtes (enfants de genres différents) et trois étaient homogènes.

Méthode de collecte des données

Les données rapportées dans cet article proviennent de deux sources : des observations filmées en classe auprès des dyades d'enfants et des entrevues individuelles avec les enseignantes.

Observations en classe

Pour la collecte de données auprès des enfants, l'équipe de coordination a filmé deux dyades dans chaque classe à trois reprises durant l'année (novembre, février et mai). Lors d'une journée de filmage, les deux dyades étaient engagées dans deux activités différentes conçues par leur enseignante. Les activités ont évolué tout au long de l'année. Au début du projet, la base de la programmation était visée par des activités « débranchées ». À titre d'exemple, deux dyades ont participé à un jeu de rôle où un enfant (programmeur), muni d'une télécommande, programmait son partenaire (robot), en lui indiquant d'avancer, de tourner, de reculer pour recueillir des images sur le tapis de jeu. Plus tard durant l'année, les robots ont été introduits et les enfants les programmaient pour réaliser un parcours dicté par la thématique du moment. Par exemple, des dyades programmaient Blue-Bot pour qu'il récupère son bouclier avant de sauver la princesse. En fin de projet, les enfants ont été entre autres invités à créer un parcours à obstacles (tunnel à traverser, édifice à contourner, etc.) et à programmer leur robot pour le parcourir. Chaque dyade était filmée à l'aide de deux tablettes électroniques montées sur un trépied, installées chacune dans un angle différent de l'espace de jeu afin de couvrir la plus grande surface possible. À chaque tablette était branché un micro-cravate attaché au vêtement de l'enfant, afin d'optimiser la captation de tous les échanges entre les partenaires pendant la réalisation des activités.

Le tableau 3 synthétise la durée des treize séquences vidéo filmées pendant les périodes de collecte de données.

⁴ Certains enfants étaient absents lors des journées de collecte de données. Il a donc été décidé d'analyser uniquement les séquences vidéo des dyades stables pendant toute la durée du projet. Au final, 13 dyades ont été retenues pour les fins de cet article.



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Tableau 3 : Durée (en minutes) des séquences vidéo filmées en classe à chaque période

	Novembre	Février	Mai	Total
Plus longue séquence	13,12	26,72	22,25	--
Plus courte séquence	3,42	4,87	2,67	--
Ensemble des séquences	100,7	151,85	160,88	413,43

Lors de quatre rencontres de la CA, des séquences vidéo filmées en classe ont été visionnées et analysées par ses membres.

Entrevues individuelles avec les enseignantes

Plusieurs outils ont été utilisés pour recueillir les données auprès des enseignantes, mais pour celles rapportées dans cet article, seules certaines questions de l'entrevue réalisée auprès de chaque enseignante à la fin du projet ont été considérées. Les entrevues (n=7), qui ont eu lieu lors de la dernière rencontre de la CA à la fin du mois de mai 2019, ont été enregistrées en audio et ont duré en moyenne 21 minutes pour un total de deux heures et vingt-neuf minutes. Les questions abordaient plusieurs thématiques, dont l'impact perçu du projet sur les enfants et plus spécifiquement, par rapport aux changements observés quant à leurs compétences à interagir de façon harmonieuse et à construire leur compréhension du monde.

Méthode d'analyse des données

Toutes les données ont fait l'objet d'une analyse de contenu qualitative, selon la méthode d'analyse systématique de l'information proposée par Van der Maren (2003), réalisée par l'assistante de recherche et la chercheuse principale. D'abord, pour analyser les observations filmées en classe, une première version de la grille de codage mixte (Van der Maren, 2003) a été élaborée à partir des manifestations observables des composantes des compétences 3 et 5 du programme à l'éducation préscolaire (MEQ, 2001) susceptibles de se manifester pendant les activités. Cette première grille contenait, par exemple pour la compétence *Interagir de façon harmonieuse avec les autres* (C3), des codes comme coopérer à la réalisation d'une activité ou d'un projet et partager son



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

matériel, des manifestations observables de la composante collaborer avec les autres. Pour la compétence *Construire sa compréhension du monde (C5)*, plusieurs codes faisaient partie de la grille initiale : explorer, manipuler, poser des questions, etc., tous étant des manifestations observables de la composante exercer sa pensée dans différents contextes. Lors de l'analyse partielle du matériel (Van der Maren, 2003) avec le logiciel NVivo, de nouvelles manifestations observables de diverses composantes des compétences⁵ ont émergé et ont été ajoutées à la grille de codage. Il s'agissait parfois de la version négative d'une manifestation (comme partager ses idées/ne partager pas ses idées) et d'autres fois une toute nouvelle manifestation (par exemple partager les tâches, pour la C3) a été ajoutée.

Après plusieurs discussions entre l'assistante de recherche et la chercheuse principale, mais aussi au besoin avec les deux conseillères pédagogiques à propos des extraits ambigus, et une fois la grille de codage stabilisée, c'est l'ensemble du matériel qui a été codé (Van der Maren, 2003). Les extraits retenus dans les séquences filmées étaient de longueurs variées, selon le sens et la pertinence des actions, des gestes et des paroles échangées au sein de la dyade ; ce qui correspond aux interactions, selon Van der Maren (2003). Lorsque le processus de codage a été terminé, les codes ont été examinés pour s'assurer que l'ensemble des extraits associés à un même code y correspondait bien, ainsi un processus de codage inverse a été réalisé (Van der Maren, 2003). Lors de ce processus, certains extraits ont été déplacés parce qu'ils avaient été codés sous le mauvais code par erreur ou parce que des codes avaient été précisés ou subdivisés à une étape ultérieure du codage de l'ensemble du matériel. Les entrevues avec les enseignantes ont été analysées selon la même méthode. Dans ce cas, les codes ciblés initialement provenaient du schéma d'entrevue portant sur l'impact perçu du projet sur les enfants. Par exemple la question « avez-vous observé des changements chez vos élèves par rapport à leur compétence à interagir de manière harmonieuse ? Si oui, lesquels ? Sinon, pourquoi ? » a mené à la création initiale du code « Impacts C3 ». Les extraits retenus étaient composés, selon le sens, de quelques mots, de quelques phrases ou d'un ou de plusieurs paragraphes (Van der Maren, 2003).

Résultats

Les résultats portent sur les manifestations observables des deux compétences à l'éducation préscolaire ciblées, pour lesquelles des changements ont été observés. Les résultats rapportent également la perception des enseignantes de l'impact du projet sur le développement de ces compétences chez leurs élèves.

⁵ Certaines manifestations observables des compétences ont été ajoutées sur la base de l'expérience à l'éducation préscolaire de deux des trois membres de l'équipe de coordination et de l'assistante de recherche, et ce, même si elles ne faisaient pas partie explicitement de celles proposées par le programme à l'éducation préscolaire (MEQ, 2001).



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Pour chaque manifestation observable des compétences, le nombre d'extraits codés et le pourcentage de couverture des extraits sont présentés. Le logiciel NVivo calcule automatiquement le pourcentage de couverture qui représente, dans le cas d'extraits vidéo, la durée de l'extrait sur la durée totale de la séquence vidéo. Dans les tableaux 4 et 5 qui suivent, le pourcentage de couverture représente la moyenne des pourcentages de couverture des treize séquences vidéo. L'utilisation du pourcentage de couverture ajoute une information pertinente au nombre d'extraits puisqu'il permet de comprendre si certains comportements sont non seulement plus ou moins fréquents, mais également s'ils durent plus ou moins longtemps selon les moments de l'année.

Interagir de façon harmonieuse avec les autres (C3)/Collaborer (C21)

Pour la compétence *Interagir de façon harmonieuse avec les autres* (C3), 19 manifestations ont été observées. Parmi toutes les manifestations observées, les résultats démontrent des changements pour sept d'entre elles. Le tableau 4 présente le nombre d'extraits ainsi que le pourcentage de couverture pour chacune des manifestations observables de la compétence 3 qui se sont développées durant le projet.



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Tableau 4 : Nombre d'extraits et pourcentage de couverture des manifestations observables de la compétence 3 qui ont changé durant le projet

Manifestation observable	Nombre d'extraits et % de couverture	Total en novembre	Total en février	Total en mai
Coopère à la réalisation d'une activité ou d'un projet	Nombre d'extraits	18	36	19
	% de couverture des vidéos	35,81	68,49	71,2
Partage la même tâche⁶	Nombre d'extraits	13	26	25
	% de couverture des vidéos	27,04	25,93	48,91
Ne coopère pas à la réalisation d'une activité ou d'un projet	Nombre d'extraits	20	20	2
	% de couverture des vidéos	9,99	17,77	4,19
Ne partage pas les tâches	Nombre d'extraits	30	34	10
	% de couverture des vidéos	31,24	34,1	8,8
Ne partage pas le matériel	Nombre d'extraits	18	31	9
	% de couverture des vidéos	16,13	21,9	10,13
Argumente de manière conflictuelle	Nombre d'extraits	25	19	9
	% de couverture des verbatims	2,91	3,49	2,18
Refuse d'écouter ou de discuter avec l'autre	Nombre d'extraits	9	12	0
	% de couverture des verbatims	0,92	0,56	0

⁶ Le code « partage la même tâche » représente des moments où les enfants exécutent une tâche en même temps ou à tour de rôle.



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Les résultats montrent d'abord une augmentation des comportements de coopération entre les mois de novembre et février, lesquels se maintiennent en mai, et ce, en termes de pourcentage de couverture. Ainsi, même si le nombre d'extraits pour « Coopère à la réalisation d'une activité ou d'un projet », à la hausse en février, ne se maintient pas en mai, il apparaît essentiel de souligner l'augmentation importante du pourcentage de couverture. La durée des extraits vidéo qui témoignent de comportements de coopération chez les enfants passe à 68,49 % en février et se maintient à 72,89 % en mai, alors qu'elle n'était que de 34,77 % en novembre. Pour la capacité des enfants à partager la même tâche, les résultats mettent en lumière une augmentation du nombre d'extraits entre les mois de novembre et février, alors que pour le pourcentage de couverture, cette augmentation s'observe entre les mois de février et mai.

Les données du tableau 4 démontrent également une diminution du nombre d'extraits et du pourcentage de couverture, de cinq manifestations observables inadéquates⁷ entre les mois de février et de mai. Il s'agit, pour la manifestation « Ne coopère pas à la réalisation d'une activité », de comportements où la coopération n'est pas présente, mais qui ne correspondent pas non plus à du sabotage par un des membres de la dyade. La manifestation « Ne partage pas les tâches » représente des moments où un enfant exécute toutes les tâches seul, tandis que l'autre enfant est passif et n'en exécute aucune. La manifestation « Ne partage pas le matériel » représente les moments où un enfant garde, par exemple, le contrôle du robot et ne laisse pas son partenaire le programmer. Les argumentations de type conflictuel illustrent quant à elles des moments où les enfants s'obstinent pour avoir raison. Finalement, un extrait d'une séquence filmée en novembre (E06D2)⁸, qui montre un membre de la dyade qui ignore complètement ce que son partenaire lui dit et fait des bruits de bouche plutôt que de discuter, représente bien les manifestations de refus d'écouter ou de discuter avec l'autre.

Du côté des enseignantes, six d'entre elles ont perçu des changements chez les enfants par rapport à la C3. Une enseignante rapporte qu'elle a trouvé les enfants « plus habiles à écouter l'autre [...] et [à] donner [leur] opinion au bon moment » (E01)⁹. Une autre soutient que les enfants ont appris « à travailler avec tout le monde » et « à laisser la place à l'autre » (E02). Une autre encore rapporte que les enfants ont appris à partager leur idée tout en écoutant l'idée de l'autre (E03). Elle explique que les enfants « ont appris à plus s'écouter » et qu'ils « sont plus

⁷ Le terme « inadéquat » réfère à l'intention visée par le développement d'une compétence. Par exemple, un comportement adéquat correspond à une action de l'enfant qui rend la collaboration possible ou qui la facilite. Un comportement « inadéquat » est à l'inverse une action ou une manifestation qui l'entrave.

⁸ Les codes E0xDx font référence aux dyades dans les classes. E06D2 signifie donc, la dyade 2 dans la classe de l'enseignante E06.

⁹ Les codes E0x font référence aux enseignantes.



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

capables de créer un dialogue interne » (E03). Une quatrième enseignante a remarqué une évolution des échanges conflictuels vers les échanges plus constructifs au fil de l'année :

Ils ont appris à communiquer ensemble, donc à trouver des façons efficaces de communiquer, parce que quand on est dans un échange où c'est : « Tasse-toi ! Non, c'est mon tour ! », on n'arrive pas à grand-chose. Quand on arrive à se parler et se dire : « Oh non, tu as tourné du mauvais côté. C'est là qu'elle est notre erreur » et qu'ils arrivent à trouver la solution ensemble, c'est parce qu'ils ont atteint un niveau d'échanges beaucoup plus élevé. (E06)

Évidemment, ces enseignantes sont conscientes que les enfants « collaborent plus parce que j'ai porté attention et j'ai mis l'accent sur ça » (E05).

Deux enseignantes sont toutefois partagées. Une d'elles explique :

« Il y a des équipes que c'est resté difficile et d'autres équipes que ça se passent vraiment mieux » (E07). L'autre enseignante abonde dans le même sens : « On a dû insister plus et je pense que ça a fait un petit changement, mais je ne pourrais pas dire que c'est très significatif » (E01). Une seule enseignante croit que les activités de programmation et de robotique ont eu peu d'impact chez les enfants. Elle explique : « On faisait de la collaboration en projet avant de toute façon, donc peut-être pas tant » (E04).

Ainsi, plusieurs enseignantes ont perçu des changements, alors que d'autres percevaient un impact variable selon les enfants au regard de la C3. Une seule enseignante affirme n'en avoir perçu aucun.

Construire sa compréhension du monde (C5) / Créativité, pensée critique, résolution de problèmes (C21)

La compétence *Construire sa compréhension du monde (C5)* est associée à trois C21, soit la créativité, la pensée critique et la résolution de problèmes. Pour cette compétence, 34 manifestations ont été observées. Le tableau 5 présente le nombre d'extraits ainsi que le pourcentage de couverture des manifestations observables de la compétence 5 pour lesquelles des changements ont été observés durant le projet.



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Tableau 5 : Nombre d'extrait et pourcentage de couverture des manifestations observables de la compétence 5 pour lesquelles des changements ont été observés durant le projet

Manifestation observable	Nombre d'extraits et % de couverture	Total en novembre	Total en février	Total en mai
Anticipe	Nombre d'extraits	34	110	89
	% de couverture des vidéos	6,39	8,46	9,18
Vérifie	Nombre d'extraits	23	92	74
	% de couverture des vidéos	12,59	25,46	21,21
Explore verbalement des hypothèses	Nombre d'extraits	59	116	117
	% de couverture des verbatims	17,45	26,65	30,54
Pose des questions	Nombre d'extraits	26	29	17
	% de couverture des verbatims	11,61	26,32	33,91

Les résultats démontrent une augmentation du nombre d'extraits et du pourcentage de couverture de la capacité des enfants à anticiper et à vérifier leurs prédictions entre les mois de novembre et février et un maintien de cette augmentation jusqu'en mai. Les enfants ont anticipé de différentes manières durant l'année, soit silencieusement, gestuellement, verbalement ou en combinant l'un et l'autre de ces comportements. Il est aussi possible de noter une augmentation du nombre d'extraits et du pourcentage de couverture de la manifestation d'exploration verbale d'hypothèses entre les mois de novembre et février, qui se maintient en mai. En effet, les enfants explorent verbalement leurs hypothèses presque deux fois plus en février qu'en novembre. Par exemple, lors d'un échange sur la création d'un tapis de jeu pour Blue-Bot (E02D2, en mai), une enfant suggère une manière d'avancer en verbalisant et modélisant le trajet sur sa feuille. L'autre enfant renchérit en proposant une autre manière d'avancer et suggère d'ajouter des papillons qui devront être évités par le robot. Aussi, bien que le nombre d'extraits diminue légèrement entre les mois de février et de mai, le pourcentage de couverture augmente entre



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

novembre et mai pour la manifestation « Pose des questions ». Ainsi, les enfants ont passé plus de temps en février et en mai qu'en novembre à se poser mutuellement des questions.

Durant l'entrevue finale, alors qu'elles étaient questionnées sur les changements qu'elles avaient observés chez les enfants en lien avec la C5, aucune enseignante n'a mentionné directement la capacité des enfants à explorer verbalement des hypothèses, à poser des questions ou à anticiper et à vérifier. Deux enseignantes soutiennent n'avoir rien remarqué par rapport à la C5. Par contre, une enseignante (E02) rapporte que les enfants transposent certains acquis dans leurs jeux. Par rapport à la résolution de problème, une autre enseignante (E03) explique que les enfants « veulent faire de la résolution de problème et ils se créent eux-mêmes des situations de problématiques ». Finalement, une enseignante (E06) a réalisé que, lorsqu'elle engageait les enfants de sa classe dans des projets de programmation et de robotique ouverts et créatifs, où « il n'y avait pas vraiment de consignes », les enfants « devaient s'entendre sur des consignes, donc ils n'avaient pas le choix de travailler ensemble, de trouver des solutions et des stratégies pour arriver à leur fin parce que c'était eux qui se fixaient leur défi ».

Avancées

Divers écrits scientifiques, tels que ceux de Strawhacker et Bers (2019), ont rapporté le potentiel de la programmation et de la robotique pour favoriser le développement de différentes compétences chez les apprenants. D'autres, dont Otterborn et al. (2020), ont apporté des précisions sur les buts poursuivis par les enseignants en utilisant ces outils pédagogiques en classe et sur leur perception de leur impact sur le développement des enfants. Certaines études, par exemple celle de Komis et Misirli (2012), se sont intéressées plus spécifiquement aux activités proposées par les enseignants et aux comportements des élèves lors de la réalisation de ces activités. Or, peu de recherches ont porté sur les C21 développées par les enfants de la maternelle, et qui plus est, lorsqu'ils sont engagés dans des activités collaboratives de programmation et de robotique ; ce que notre étude a fait. C'est en ce sens que notre recherche propose quelques avancées dans le domaine de l'utilisation de ces outils à l'éducation préscolaire.

En effet, à l'instar de Komis et Misirli (2012), d'Otterborn et al. (2020) et de Strawhacker et Bers (2019), notre étude laisse penser que les enfants peuvent développer leurs compétences à collaborer et à résoudre des problèmes grâce à leur participation à des activités de programmation et de robotique. En effet, elle met en lumière des manifestations observables particulières de ces compétences qui ont évoluées au fil des mois. Plus spécifiquement, les résultats de notre étude montrent que six comportements adéquats en situation de coconstruction et d'apprentissage en dyade ont augmenté en fréquence et pour la plupart d'entre eux, en



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

durée, durant l'année. Il s'agit de la capacité des enfants à coopérer à la réalisation d'une activité et à partager la même tâche pour la C3. Quant à la C5, ce sont leurs capacités à explorer verbalement des hypothèses, à poser des questions, à anticiper et à vérifier leurs prédictions.

Les résultats de notre étude tendent également à démontrer que d'autres comportements, moins favorables en situation de coconstruction et d'apprentissage en dyade, auraient diminué entre les mois de novembre et mai. Ainsi, la fréquence et la durée des situations où les enfants ne coopèrent pas à la réalisation d'une activité ou d'un projet, ne partagent pas les tâches et le matériel, sont engagés dans des argumentations de type conflictuel et refusent d'écouter ou de discuter avec l'autre, ont diminué durant l'année. Il apparaît toutefois important de rappeler que certaines enseignantes ont perçu que la programmation et la robotique avaient contribué à l'évolution des compétences de leurs élèves, mais d'autres, moins nombreuses, ne croient pas que l'impact a été si important ou encore que ce changement soit nécessairement attribuable à la mise en place de ce type d'activités dans leur classe.

Par ailleurs, bien que des augmentations ou diminutions de nombre d'extraits ou de pourcentage de couverture pour certaines manifestations observables aient été constatées, ce qui laisse penser que les activités de programmation et de robotique ont le potentiel de permettre le développement de compétences chez les enfants, les résultats de notre étude devraient être interprétés avec prudence. En effet, pour plusieurs manifestations observables, aucun changement n'a été noté en cours de projet. De plus, certaines manifestations montrent des tendances différentes entre le nombre d'extraits et le pourcentage de couverture. Dans certains cas, ces différences peuvent s'expliquer, mais dans d'autres elles soulèvent des questionnements et demandent des approfondissements pour mieux les comprendre. Par exemple, dans le cas de la manifestation « Ne partage pas le matériel », le fait d'avoir introduit les robots après le temps des fêtes peut sans doute expliquer le fait que le nombre d'extraits et le % de couverture aient atteint un sommet en février pour décliner en mai, alors que l'effet nouveauté avait diminué. Ainsi, il semble entre autres pertinent de se demander si le type d'activités proposé à différents moments de l'année peut exercer une influence sur le développement des compétences des enfants. Également, le fait de proposer des activités de programmation débranchées (sans matériel) ou d'utiliser certaines applications particulières sur une tablette ou sur un tableau interactif, par exemple, influence-t-il le développement des compétences des enfants ? Ces questionnements constituent des pistes intéressantes afin de poursuivre les recherches sur l'impact des activités collaboratives de programmation et de robotique proposées aux jeunes élèves pour favoriser le développement de leurs compétences du 21^e siècle.



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Références

- Canadians for 21st Century Learning & Innovation (C21 Canada). (2012). *Transformer les esprits*. C21 Canada. www.c21canada.org
- Charron, A. et Raby, C. (2016). Synthèse sur le socioconstructivisme. Dans C. Raby et A. Charron (dir.), *Modèles d'enseignement et théories d'apprentissage. Pour diversifier son enseignement* (p. 111-126). Les Éditions CEC.
- Dionne, L., Lemyre, F. et Savoie-Zajc, L. (2010). Vers une définition englobante de la communauté d'apprentissage (CA) comme dispositif de développement professionnel. *Revue des sciences de l'éducation*, 36(1), 25-43.
- Geist, E. (2016). Robots, Programming and Coding, Oh My!. *Childhood Education*, 92(4), 298-304. doi : 10.1080/00094056.2016.1208008
- Gouvernement du Québec. (2001). Programme de formation de l'école québécoise. *Éducation préscolaire et enseignement primaire*. Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ).
- Gouvernement du Québec. (2017). *Politique de la réussite éducative. Le plaisir d'apprendre, la chance de réussir*. Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES).
- Gouvernement du Québec. (2018). *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES).
- Gouvernement du Québec. (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES).
- Guay, M.— H., Prud'homme, L. et Dolbec, A. (2016). La recherche-action. Dans B. Gauthier et I. Bourgeois (dir.), *Recherche sociale : De la problématique à la collecte de données* (p. 539-578). Presses de l'Université du Québec.
- Komis, V. et Misirli, A. (2012). L'usage des jouets programmables à l'école maternelle : concevoir et utiliser des scénarios pédagogiques de robotique éducative. *Revue Skhólé*, 17, 143-154.
- Gouvernement de l'Ontario. (2016). Définir les compétences du 21^e siècle pour l'Ontario. *Compétences du 21^e siècle. Document de réflexion*. Ministère de l'Éducation de l'Ontario.



REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

- Otterborn, A., Schönborn, K.J. et Hultén, M. (2020). Investigating Preschool Educators' Implementation of Computer Programming in Their Teaching Practice. *Early Childhood Education Journal*, 48, 253-262. <https://doi.org/10.1007/s10643-019-00976-y>
- Ouellet, D. et Hart, S.A. (2013). Les compétences du 21^e siècle. *Le Bulletin de l'Observatoire compétences-emplois*, 4(4). <http://www.oce.uqam.ca/article/les-competences-qui-font-consensus/>
- Romero, M. (2017). Les compétences pour le XXI^e siècle. Dans M. Romero, B. Lille et A. Patino (dir.), *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXI^e siècle* (p. 15-27). Presses de l'Université du Québec.
- Romero, M. et Sanabria, J. (2017). Des projets de robotique pédagogique pour le développement des compétences du XXI^e siècle. Dans M. Romero, B. Lille et A. Patino (dir.), *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXI^e siècle* (p. 17-124). Presses de l'Université du Québec.
- Romero, M., Usart, M. et Ott, M. (2014). Can serious games contribute to developing and sustaining 21st century skills?. *Games and culture*, 10(2), 148-177. doi: [10.1177/1555412014548919](https://doi.org/10.1177/1555412014548919)
- Strawhacker, A. et Bers, M. U. (2019). What they learn when they learn coding: investigating cognitive domains and computer programming knowledge in young children. *Educational Technology Research and Development*, 67, 541-575. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9622-x>
- Strebelle, A., Melot, L., Ducarme, A. et Depover, C. (2017). Analyse des comportements sociaux dans le cadre d'un apprentissage collectif de la programmation d'un robot de sol. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 24(1), 205-229.
- Van Der Maren, J.-M. (2003). *La recherche appliquée en pédagogie* (2^e éd.). De Boeck.
- Voogt, J. et Pareja Roblin, N.N. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competencies: implications for national curriculum policies. *Journal of curriculum studies*, 44(3), 299-321.