Document generated on 07/14/2025 6:01 p.m.

Canadian Journal of Education
Revue canadienne de l'éducation

Conception d'une grille d'observation de la résolution collaborative de problèmes (RCP)

Simon Parent

Volume 47, Number 1, Spring 2024

URI: https://id.erudit.org/iderudit/1111153ar
DOI: https://doi.org/10.53967/cje-rce.5447

See table of contents

Publisher(s)

Canadian Society for the Study of Education

ISSN

0380-2361 (print)
1918-5979 (digital)

Explore this journal

Cite this article

Parent, S. (2024). Conception d'une grille d'observation de la résolution collaborative de problèmes (RCP). *Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation*, *47*(1), 244–271. https://doi.org/10.53967/cje-rce.5447

Article abstract

Collaborative problem solving (CPS) has been the subject of many studies and reflections over the years. Given our realization that there are very few tools for studying CPS in an authentic context, we thought it would be relevant to propose one. This article presents the steps that led to the design of a CPS observation grid. Based on Strayer and Gauthier's (1982) model, we present the process structured in three parts: the descriptive phase, the exploratory phase, and the systematic evaluation. This last phase, conducted with the help of a videography device, was carried out with 109 primary school students in three Quebec schools. Composed of three dimensions through which 15 indicators are distributed, this grid offers an interesting perspective on the qualitative and interpretative observation of the mobilization of CPS skills. This tool makes it possible to calculate frequencies, but also to interpret the behaviours associated with each of the indicators in order to formulate hypotheses or to allow school personnel to orient their interventions or teaching practices according to the needs of the students.

© Canadian Society for the Study of Education, 2023

This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

https://www.erudit.org/en/

Conception d'une grille d'observation de la résolution collaborative de problèmes (RCP)

Simon Parent
Université de Montréal

Résumé

La résolution collaborative de problèmes (RCP) a fait l'objet de nombreuses études et réflexions au fil des années. Devant notre constat qu'il existe très peu d'outils permettant d'étudier la RCP en contexte authentique, nous avons jugé pertinent d'en proposer un. Cet article présente les étapes ayant mené à la conception d'une grille d'observation de la RCP. En nous appuyant sur le modèle de Strayer et Gauthier (1982), nous présentons le processus structuré en trois volets, soit la phase descriptive, la phase exploratoire et l'évaluation systématique. Cette dernière phase d'observation, menée à l'aide d'un dispositif de vidéographie considérable, a été réalisée auprès de 109 élèves du primaire dans 3 écoles du Québec. Composée de 3 dimensions dans lesquelles sont répartis 15 indicateurs, cette grille offre une perspective intéressante de l'observation qualitative et interprétative de la mobilisation des compétences de RCP. Cet outil permet de calculer des fréquences, mais aussi d'interpréter les comportements associés à chacun des indicateurs afin de formuler des hypothèses ou de permettre au personnel scolaire d'orienter ses pratiques pédagogiques en fonction des besoins des élèves.

Mots-clés : grille d'observation, résolution de problèmes, collaboration, RCP, programmation

Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation
**©2023 Canadian Society for the Study of Education/
Société canadienne pour l'étude de l'éducation**
www.cje-rce.ca

Abstract

Collaborative problem solving (CPS) has been the subject of many studies and reflections over the years. Given our realization that there are very few tools for studying CPS in an authentic context, we thought it would be relevant to propose one. This article presents the steps that led to the design of a CPS observation grid. Based on Strayer and Gauthier's (1982) model, we present the process structured in three parts: the descriptive phase, the exploratory phase, and the systematic evaluation. This last phase, conducted with the help of a videography device, was carried out with 109 primary school students in three Quebec schools. Composed of three dimensions through which 15 indicators are distributed, this grid offers an interesting perspective on the qualitative and interpretative observation of the mobilization of CPS skills. This tool makes it possible to calculate frequencies, but also to interpret the behaviours associated with each of the indicators in order to formulate hypotheses or to allow school personnel to orient their interventions or teaching practices according to the needs of the students.

Keywords: observation grid, problem solving, collaboration, CPS, programming

Remerciements

Cet article présente partiellement les résultats d'une recherche doctorale (Parent, 2021) financée par le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH), le Fonds de recherche du Québec – Société et culture (FRQSC), et appuyée par la Chaire de recherche du Canada sur le numérique en éducation.

Nous exprimons notre grande reconnaissance au personnel scolaire et aux élèves qui ont accepté de participer à cette étude. Nous tenons également à remercier Nicolas Kerbrat, Bong Sou Moulinet, Pierre-Luc Trahan et Simon Gosselin, qui ont contribué activement à la collecte et à l'analyse des données.

Contexte

À l'époque de progrès technologiques marquant des changements de paradigmes dans de nombreuses sphères de la société, ce que l'on décrit comme la « quatrième révolution industrielle » (Forum économique mondial, 2016, 2018) a rapidement induit un changement dans la façon d'interpréter les priorités relatives aux compétences des citoyens du 21e siècle. Que doit-on savoir et être capable de faire au quotidien, que ce soit à la maison ou sur le marché du travail ? La réponse s'est entre autres manifestée dans la littérature scientifique par l'apparition d'un champ de recherche portant sur les compétences du 21e siècle (Chalkiadaki, 2018 ; Griffin et Care, 2015 ; Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2016 ; Romero, 2017). Ces compétences, misant notamment sur la mobilisation d'outils numériques variés, offrent aux individus la possibilité de tirer profit du potentiel offert par des outils numériques.

La programmation est une activité visant à créer des programmes informatiques, c'est-à-dire des séries de consignes définies, puis envoyées à l'ordinateur (Lu et Fletcher, 2009). La rédaction de ces consignes doit se faire dans un langage parfaitement formalisé et sans équivoque (Baron et Bruillard, 2001 ; Lopez, 1986). Son utilisation en contexte scolaire a démontré diverses retombées positives potentielles, comme le développement d'habiletés sociales et de résolution de problèmes (Barr et Stephenson, 2011 ; Béziat, 2012 ; Fessakis et al., 2013 ; Komis et Misirli, 2013 ; Lai et Yang, 2011). Au moment d'écrire cet article, la programmation n'est pas intégrée au *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ) et n'est pas enseignée de façon systématique aux élèves du primaire et du secondaire. En revanche, il y a au Québec une conjoncture politique favorable à l'utilisation du numérique pour l'apprentissage. En 2018, le gouvernement du Québec a annoncé son intention de soutenir et d'encourager « l'utilisation de la programmation informatique à des fins pédagogiques et didactiques » dans son *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur* (Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES], 2018, p. 27), en soulignant notamment le caractère transdisciplinaire de cette activité. Le ministère de l'Éducation (MEQ, 2020) a par la suite publié le document *L'usage pédagogique de la programmation informatique* pour permettre au personnel scolaire de se familiariser avec la programmation.

Le processus de création d'un programme fait appel à de nombreuses compétences transversales, définies dans le PFEQ comme des « savoir-agir fondés sur

la mobilisation et l'utilisation efficaces d'un ensemble de ressources » (MEES, 2006, p. 12), notamment la résolution de problèmes et la collaboration (Barr et Stephenson, 2011 ; Delcker et Ifenthaler, 2017 ; Neubert et al., 2015 ; Romero, 2017; Voogt et al., 2015). Polya (1957) définit la résolution de problèmes comme un processus itératif de quatre étapes qui ne sauraient s'inscrire dans une chronologie linéaire. S'inscrivant dans la foulée des travaux de Polya, Jonassen (2014) a décliné de façon plus détaillée le processus de résolution de problèmes en sept étapes : la définition du problème, l'analyse du problème, la collecte d'informations, l'élaboration de pistes de solutions, l'évaluation de solutions alternatives, l'application des solutions et, finalement, la vérification de celles-ci. Quant à la collaboration, elle désigne le travail qui se réalise de façon commune, dont le produit final ne permet pas de discerner l'apport de chacun, et où le contrôle de la personne enseignante s'estompe peu à peu pour laisser plus de place à l'autonomie des élèves (Henri et Lundgren-Cayrol, 2001). À l'instar de Kamga et al. (2017), nous abordons ces deux compétences de façon unifiée : la résolution collaborative de problèmes (RCP). Dans le cadre de son enquête PISA 2012, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE, 2015) a défini la résolution collaborative de problèmes comme une démarche où l'élève partage la compréhension du problème avec d'autres élèves en vue de le résoudre, et ce, en mettant en commun leurs connaissances, leurs compétences et leurs efforts.

Les méthodes d'observation de la RCP utilisées dans la littérature consultée relèvent surtout d'approches quantitatives en contextes inauthentiques, c'est-à-dire qu'ils sont très différents d'une interaction réelle entre plusieurs élèves dans une vraie classe. Par exemple, dans le cadre de l'enquête PISA 2015 (OCDE, 2017), l'interface numérique utilisée permettait à l'élève d'interagir avec un agent virtuel et de choisir les actions à poser parmi quelques options. Cette approche tente de mesurer la RCP, mobilisée entre humains (H-H), à l'aide d'une méthode ne permettant que des interactions scénarisées entre un humain et un agent virtuel (H-A). Répondant à des critiques formulées à cet égard (voir notamment Zehner et al., 2019), Stadler et al. (2020) confirment la validité des tâches de RCP utilisées dans l'enquête PISA 2015. Ils arrivent à la conclusion que les tâches entre un élève et un agent virtuel (H-A) et celles entre deux humains (H-H) ont des dynamiques similaires. En revanche, selon Rosen et Foltz (2014), l'interaction avec des agents virtuels (H-A) crée des situations artificielles qui ne sont pas cohérentes avec l'authenticité d'une interaction humaine (H-H), cette dernière étant composée

de changements constants et d'idiosyncrasies. D'autres auteurs encore adoptent une position intermédiaire en soulignant la haute validité des interactions H-H, mais en rappelant la difficulté à contrôler ces interactions dans certains contextes, notamment dans une enquête internationale de grande envergure (Greiff et al., 2013) ; ils désignent l'interaction H-A comme étant un compromis acceptable.

Malgré les réserves pouvant être exprimées à l'égard de la posture adoptée dans l'enquête PISA 2015, il demeure que cette dernière est la source principale de données empiriques associées à la RCP dans le monde. Stadler et ses collègues (2020) évoquent la nécessité pour de futures études de s'intéresser à la dimension sociale de la RCP en contexte H-H. L'observation d'élèves en situation de résolution collaborative de problèmes, dans une perspective qualitative et en contexte authentique de salle de classe, est donc le besoin que nous avons identifié et auquel nous nous sommes intéressé. L'école primaire était un terrain particulièrement intéressant pour observer ce phénomène, non seulement en raison de la conjoncture politique, mais aussi en raison de certains besoins d'études empiriques identifiés dans la littérature à ce niveau d'enseignement. En effet, sur 23 études incluses dans une récente revue systématique de la littérature (Çetin et Demircan, 2020), seulement 5 portaient sur l'observation d'élèves du primaire effectuant la programmation d'un dispositif robotique préconstruit. Selon les auteurs, les robots programmables permettent aux enfants de se familiariser plus facilement avec la programmation informatique que l'utilisation d'ensembles plus complexes de construction de robots qui peuvent ensuite être programmés.

L'objectif de cet article est de présenter le processus ayant mené à la conception d'une grille d'observation de la RCP. La mise à l'essai de la grille a eu lieu dans le cadre d'activités de programmation en collaboration à l'aide de l'ordinateur, à l'enseignement primaire.

Cadre de référence

L'intérêt d'observer et de comprendre la RCP en contexte authentique renvoie à l'approche socioconstructiviste (Lave et Wenger, 1991 ; Vygotsky, 1934), dont le postulat principal repose sur la prééminence des facteurs socioculturels dans l'apprentissage. Parmi les théories phares de cette approche, on compte notamment la théorie de l'activité de

Leontiev (1978) et le modèle de l'activité d'Engeström (1987), qui s'avèrent très pertinents pour appréhender l'observation de la résolution de problèmes et de la collaboration.

La littérature a exprimé maintes fois le lien unissant ces deux compétences (Merrill et Gilbert, 2008 ; Wood et al., 1976) qui se manifestent dans la RCP, aussi qualifiées de compétences du 21e siècle (Care et Griffin, 2017 ; Neubert et al., 2015). De nombreux travaux au fil des années (Dillenbourg et Traum, 2006 ; Hanko, 2016 ; Hesse et al., 2015 ; Hurme et Järvelä, 2005 ; Tausczik et al., 2014), mais également les études PISA de 2012 et 2015 (OCDE, 2015, 2017) ont souligné l'intérêt accordé à la RCP avec le numérique. L'OCDE présente la RCP de façon matricielle, où se recoupent les composantes de la résolution de problèmes et de la collaboration. Kamga et al. (2017) ont d'ailleurs proposé une déclinaison de ce modèle dans une étude menée auprès de 180 futures personnes enseignantes de l'éducation préscolaire et de l'enseignement primaire.

L'observation

Nous avons opté pour l'observation non participante, qui implique une posture passive de l'équipe de recherche, qui se trouve à l'extérieur du groupe (Fortin et Gagnon, 2022). Notre rôle dans cette recherche était double, ayant d'abord animé l'activité de programmation avec les élèves en classe, puis fait l'examen des comportements des élèves à l'aide des enregistrements vidéos et d'une grille d'observation. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une observation participante, le contact avec le terrain peut mener à une meilleure compréhension du phénomène observé (Jaccoud et Mayer, 1997) et contribuer à la crédibilité des interprétations par un engagement prolongé et des observations soutenues (Fortin et Gagnon, 2022).

L'observation de la RCP dans la littérature

Nous avons sondé la littérature à la recherche de grilles ou d'outils ayant trait à la RCP réalisée à l'aide du numérique. Délaissant les questionnaires avec échelles de Likert (Yin et Abdullah, 2013), nous avons repéré quelques grilles intéressantes. L'une d'elles émanait d'une typologie des comportements en contexte de RCP (Taggar et Brown, 2001). Cela dit, il était question d'observer le comportement d'individus, ce qui ne correspondait pas à notre intérêt d'observer les dynamiques et les interactions d'équipe qui ne se manifestent pas uniquement dans le comportement d'un individu.

Care et Griffin (2017), quant à eux, proposent un dispositif d'évaluation de la RCP en deux volets : cognitif et social. L'opérationnalisation de ce dispositif s'effectue à l'aide d'une interface virtuelle où les élèves sont appelés à réaliser des tâches de résolution de problèmes en collaboration à distance. La mesure des composantes de RCP s'appuie donc sur une base de données qui compile de façon automatisée toutes les actions posées par les élèves ainsi que le clavardage (qui permet aux apprenants d'interagir). Cette méthode est d'ailleurs très similaire à celle employée dans le cadre de l'étude PISA menée en 2015 (OCDE, 2017).

Nous présentons dans cet article le processus de création d'une grille d'observation de la RCP qui peut être utilisée en contexte de résolution de problèmes en collaboration, sans qu'il s'agisse forcément du même outil utilisé (robot NAO) ou de la même interface de programmation. L'intérêt est avant tout que cette grille puisse être utilisée tantôt par les chercheurs, dans l'analyse de la manifestation de la RCP, tantôt par les intervenants des milieux de pratique. Pour ce faire, nous avons également consulté plusieurs travaux scientifiques portant sur les grilles d'observation.

Méthodologie

À l'instar de Guikas et al. (2016), nous nous sommes inspiré du modèle de Strayer et Gauthier (1982) qui décline le processus de développement d'une grille d'observation en trois phases. Guikas et al. (2016) ont aussi proposé des pistes méthodologiques importantes sur la façon d'aborder ce processus et de le présenter. La phase descriptive, en amont des observations, permet de tracer un portrait détaillé des concepts sur lesquels la grille est fondée. La phase exploratoire permet de développer la grille de façon opérationnelle, puis de la mettre à l'essai de façon exploratoire. Enfin, l'évaluation systématique consiste en l'application de la grille dans un corpus de données.

La phase descriptive

Cette première phase a pour but de favoriser une compréhension approfondie du phénomène observé. Pour ce faire, Strayer et Gauthier (1982) suggèrent de combiner une recension de la littérature à une observation informelle afin d'obtenir un portrait complet des composantes de ce phénomène, en plus d'entrer en contact avec le milieu dans lequel la recherche se déroulera.

La phase exploratoire

La phase exploratoire du modèle de Strayer et Gauthier (1982) se caractérise par une mise en application expérimentale de la grille, en contexte réel. Cet outil, dont une recension de la littérature et un comité de spécialistes ont démontré la validité théorique, devait alors être soumis à l'épreuve du terrain. Il s'agit d'une étape fondamentale visant à assurer sa cohérence au sein d'un contexte pédagogique authentique. Les milieux de recherche ciblés, des écoles primaires des régions de Montréal et de Québec, seront présentés plus loin. Plusieurs considérations relatives à l'utilisation de la grille sont soulevées à cette étape : déterminer l'organisation des groupes-classes et des équipes dans la classe, la méthode d'enregistrement la plus appropriée considérant le bruit ambiant, etc. Ces considérations ont été consignées dans le journal de bord (Savoie-Zajc, 2018) afin de s'y référer ultérieurement. En nous référant à nos expériences antérieures dans ces milieux, et en adéquation avec les fondements théoriques et conceptuels de notre grille, nous avons convenu que l'observation d'enregistrements à postériori serait la méthode la plus adéquate pour observer la mobilisation des compétences de RCP en contexte scolaire. Selon van der Maren (2004), bien que l'utilisation de caméras et d'autres dispositifs d'enregistrement en classe puisse avoir des effets indésirables (p. ex., sentiment d'inconfort), elle permet une plus grande profondeur de l'analyse par des reprises de l'observation, c'est-à-dire la possibilité de visionner les enregistrements à nouveau.

L'évaluation systématique

La troisième et dernière phase du développement d'une grille d'observation, selon Strayer et Gauthier (1982), est l'évaluation systématique. Cette dernière consiste à utiliser la grille finale dans un corpus de données suffisamment grand et diversifié. Pour ce faire, nous avons observé le déroulement d'un scénario pédagogique de programmation intitulé *Deviens un maitre NAO* (Karsenti et al., 2019) dans 3 écoles d'enseignement primaire du Québec, auprès de 109 élèves. Ces trois écoles se trouvent dans des milieux différents, notamment quant au contexte socioéconomique et au type d'enseignement.

Tableau 1.
Participants

École	Groupe	Année	Élèves (*n*)
École A	A1	Multi	29
École B	B1	4e année	14
	B2	5e année	17
	B3	5e année	20
	B4	6e année	19
École C	C1	5e année	10
Total			109

Les élèves ont été placés en équipes de 2 à 6 personnes. L'appareillage d'observation utilisé se décline en trois instruments à but déterminé pour chacune des équipes d'un groupe-classe : (1) une caméra pour observer l'environnement de l'équipe (élèves, robot et ordinateur), (2) la caméra intégrée de l'ordinateur pour observer les interactions verbales et non verbales des élèves pendant l'activité de programmation, et (3) l'enregistrement de l'écran d'ordinateur afin de pouvoir associer les comportements observés aux pratiques de programmation effectuées.

La constitution de l'échantillon n'a pas fait l'objet de critères d'inclusion ou d'exclusion, si ce n'est, pour les directions d'établissement et le personnel enseignant, d'accepter de participer à la mise en place du scénario pédagogique. L'école A est une école alternative de Montréal, où les élèves (n = 29) étaient aux deuxième et troisième cycles du primaire, et quelques-uns de niveau secondaire. L'école B, aussi à Montréal, est une école primaire située dans un quartier défavorisé. Les élèves des classes observées étaient en quatrième, cinquième et sixième année (n = 70). L'école C, dans la région de Québec, est une école en milieu rural. La classe ciblée par l'observation comporte un nombre réduit d'élèves (n = 10) en raison de difficultés d'apprentissage variées.

Résultats

La phase descriptive

Notre recension de la littérature a permis d'offrir des balises conceptuelles et théoriques à l'égard de notre intérêt de recherche principal, c'est-à-dire la mobilisation des compétences de résolution collaborative de problèmes (RCP) à l'aide de la programmation. La littérature pertinente était donc variée dans la mesure où nous avons approfondi le volet plus technique de la programmation afin de bien comprendre comment cette activité pouvait interagir avec la RCP, de même que le volet conceptuel rattaché à la mobilisation de compétences, à la résolution de problèmes, à la collaboration, ainsi qu'à la RCP en tant que telle. Le lien entre ces concepts s'est concrétisé dans le champ du CSCL (*computer supported collaborative learning*). Pour compléter ces données empiriques et théoriques provenant de la littérature, Strayer et Gauthier (1982) proposent d'effectuer des observations informelles sur le terrain de la recherche. Or, cette étape ne s'est pas avérée nécessaire dans le cadre de cette étude. Comme nous avions déjà eu l'occasion de mener d'autres projets de recherche dans ces milieux, nous en possédions une très bonne compréhension et avions déjà tissé des liens avec les personnes impliquées.

Cette connaissance préalable du terrain de recherche a été jumelée aux travaux scientifiques qui nous ont permis d'identifier les composantes observables de la RCP (Care et Griffin, 2017 ; Greiff et al., 2013 ; Hesse et al., 2015 ; Kamga et al., 2017 ; OCDE, 2015, 2017), afin de concevoir une première version de la grille d'observation de la RCP. Cette ébauche comportait 3 dimensions théoriques au sein desquelles étaient déclinés 16 indicateurs ou unités d'observation, c'est-à-dire des regroupements de manifestations ou de comportements liés à ces dimensions (Fortin et Gagnon, 2022).

La première dimension, *Établissement et maintien d'une compréhension partagée*, était composée de cinq indicateurs ayant notamment trait au point de vue des membres de l'équipe, à la compréhension du problème à résoudre et à l'établissement d'une communication claire. La seconde dimension, *Réalisation des actions appropriées à la résolution du problème*, présentait six indicateurs portant sur les étapes du processus de résolution de problèmes, que ce soit quant à la réalisation de tâches, la vérification de

ces dernières, ou à l'utilisation de pistes de solutions des pairs pour en élaborer d'autres. La troisième dimension, *Établissement et maintien de l'organisation de l'équipe*, contenait cinq indicateurs surtout associés à l'attribution de rôles et à la reconnaissance des forces et des faiblesses des pairs.

La grille a par la suite fait l'objet d'une vérification auprès de spécialistes du domaine de la recherche en technopédagogie. Ces quatre personnes, dont trois sont professeures en sciences de l'éducation et un chercheur-praticien, ont reçu une version de la grille accompagnée d'un texte expliquant le contexte de notre étude, quelques repères théoriques, ainsi que l'utilisation anticipée de cet outil sur le terrain. Les commentaires de ces personnes ont mis en lumière des problèmes relatifs à la formulation des descripteurs des indicateurs, qui concernaient parfois des manifestations difficilement observables et des problèmes de cohérence ou de mauvaise complémentarité avec d'autres indicateurs. À l'issue de cet exercice de validation, c'est-à-dire après la modification, l'ajout ou la suppression d'indicateurs en regard des commentaires formulés, nous avons produit une seconde version de la grille contenant maintenant 15 indicateurs.

La phase exploratoire

Les observations préliminaires ont mené à la constitution d'un corpus de données restreint dans lequel nous avons puisé pour mettre la grille à l'essai. Le matériel représente 168 minutes d'enregistrements vidéos effectués dans 2 classes de 2 écoles, auprès d'équipes d'élèves du primaire de la 4e à la 6e année en action. Globalement, cela a induit plusieurs changements de la grille, notamment le rajustement des définitions opérationnelles (descripteurs) pour mieux refléter la réalité, et la formulation d'exemples et de contrexemples de manifestations observées pour chaque indicateur. De plus, des indicateurs ont été modifiés, d'autres réorganisés. Différents moyens nous ont permis d'assurer la crédibilité et la fiabilité de la grille à ce stade : notre présence et notre engagement prolongés dans le milieu, des observations soutenues, ainsi que l'obtention d'un avis externe d'une personne experte en technopédagogie « pour vérifier si les résultats, les interprétations et les conclusions [étaient] solidement appuyés » (Fortin et Gagnon, 2022, p. 170). Nous avons aussi invité deux étudiants du baccalauréat, qui allaient agir à titre de codeurs, afin qu'ils commentent la grille et son opérationnalisation. Cette pratique, recommandée par van der Maren (2004), consiste à jumeler la formation

des codeurs au processus de conception de la grille, ce qui permet notamment d'éviter des problèmes de disparité du codage (Harris et Lahey, 1982).

Cette seconde phase du développement a donc mené à l'élaboration d'une troisième version de la grille d'observation ; cette dernière a été utilisée pour la conception de la grille de codage. Il est important de mentionner que la finalité de la grille est de comprendre *comment* sont mobilisées les compétences de RCP, ce qui implique bien plus qu'un calcul des fréquences de chaque indicateur. Le processus de codage préliminaire fut de type mixte (van der Maren, 2004), c'est-à-dire que le codage a été entamé à l'aide d'une liste qui a ensuite été rajustée à la lumière des constats tirés du processus en soi. Chaque indicateur de la grille s'est vu attribuer un code, formant ainsi des unités de sens permettant de repérer et classer les comportements ciblés. Le codage du corpus de données s'est effectué à l'aide du logiciel NVivo 12 (QSR International, 2020), que nous avons retenu en raison des fonctionnalités qu'il offre pour l'analyse manuelle de sources nombreuses et variées (Roy et Garon, 2013). Les codes de la grille ont été transposés dans l'interface du logiciel, puis les fichiers vidéos ont été importés dans le logiciel. Considérant la quantité importante d'indicateurs à renseigner, l'observation *à postériori* à l'aide des enregistrements vidéos s'est avérée une stratégie optimale.

Au cours de l'analyse des données de l'observation préliminaire, nous avons constaté que certains indicateurs n'étaient pas du même ordre que les autres : certains sont associés à des moments précis (manifestations observables), alors que d'autres appellent à l'interprétation d'un ensemble de manifestations tout au long de la séance[1]. Cela a donc mené à préciser la grille par la distinction de deux types d'indicateurs : des indicateurs d'occurrences (nombre absolu d'occurrences de manifestations) et des indicateurs de séance (interprétation portée sur un ensemble de manifestations, au cours d'une séance donnée). Les indicateurs de séance sont codés selon l'intensité (Champoux et al., 1992) : ils sont associés à une échelle allant de 1 = *faible/rarement* à 3 = élevé/souvent. Par exemple, constatant qu'il était irréaliste de coder toutes les occurrences de l'utilisation d'un vocabulaire précis, nous avons choisi de désigner *Communiquer clairement* comme un indicateur de séance.

1 Le terme « séance » renvoie à la période pendant laquelle les élèves ont participé à l'activité de programmation dans une journée. Ces séances, selon les établissements, étaient d'une durée de 60 à 180 minutes.

L'évaluation systématique

Lors des visites, les élèves se voyaient remettre le matériel nécessaire au déroulement du scénario pédagogique de programmation. En équipes de 2 à 5, les élèves étaient appelés à réaliser une série de 20 tâches qui consistaient principalement à animer un robot humanoïde nommé NAO. Doté de plusieurs capteurs tactiles et de fonctionnalités avancées, comme la synthèse vocale et la reconnaissance visuelle, le robot est en mesure de réagir à des stimuli visuels, sonores ou tactiles. Pendant l'activité, la personne enseignante, le chercheur et deux membres de l'équipe de recherche circulaient pour offrir une assistance aux équipes bloquées à une étape ; cette aide était proposée uniquement lorsque les élèves avaient mis en œuvre différentes stratégies infructueuses pour résoudre le problème. Il est important de souligner que lorsque les élèves rencontraient des problèmes techniques complexes quant au fonctionnement du robot, des adultes les résolvaient, puisqu'ils exigent des connaissances particulières et avancées. Les observations se sont déroulées de septembre 2019 à janvier 2020, en 3 séances dans chacune des classes de notre échantillon. Pour la consignation des données, les enregistrements vidéos ont été analysés à l'aide de notre grille d'observation.

Dès l'évaluation systématique, c'est le codage fermé qui a prévalu, c'est-à-dire qu'il s'agissait de procéder « en repérant l'unité de sens à coder et en lui accolant la marque qui lui est associée dans le lexique » (van der Maren, 2004, p. 555). Le corpus n'a donc eu aucune incidence sur la composition de la grille, contrairement à la phase exploratoire. Ce type de codage est associé à une meilleure fidélité intercodeurs et intracodeur, puisque sa composition fait en sorte que la grille peut être utilisée par des non-spécialistes. Chaque tâche du scénario pédagogique a été codée distinctement, offrant ainsi la possibilité de mener d'éventuelles analyses par tâche. Deux étudiants de premier cycle universitaire ont collaboré au codage des fichiers vidéos du corpus. Leur participation a commencé dès la phase exploratoire, pendant laquelle ils ont été en mesure d'être des témoins actifs du processus de conception de la grille à partir des données de la littérature scientifique et des observations préliminaires. Avant de commencer le codage individuel avec la plus récente version de la grille, nous avons procédé au codage en équipe d'un fichier vidéo avec les deux étudiants du baccalauréat. Le but de cette séance était de verbaliser les réflexions entourant l'encodage d'une manifestation. Ce fut

également l'occasion pour ces étudiants de poser des questions sur certains aspects plus précis de la grille, notamment en lien avec la frontière entre deux indicateurs. Par la suite, l'équipe a procédé à un codage individuel d'une portion du corpus afin de mesurer un accord intercodeurs, mesure effectuée à plus d'un moment durant le processus de codage (Harris et Lahey, 1982) sur des portions choisies au hasard du corpus, c'est-à-dire des segments d'enregistrement de certaines séances où l'achèvement d'un niveau entier du scénario pédagogique était réalisé.

Deux accords intercodeurs ont été calculés : dans les deux cas, nous avons tenté de constituer un répertoire représentant environ 10 % du corpus total, comme le suggère la méthode de Guikas et al. (2016). Le premier calcul (79,55 %) a été réalisé sur cinq segments totalisant 105 minutes et 38 secondes, soit environ 7 % du corpus total, et le second (82,08 %) sur trois segments totalisant 62 minutes et 32 secondes, soit environ 11 % du corpus total.

En raison d'une limitation du logiciel NVivo pour le calcul d'un pourcentage d'accord dans un corpus de données vidéos, nous avons opté pour un calcul manuel de l'accord intercodeurs : l'encodage des codeurs pour chaque segment a été comparé. Lorsque l'encodage pour un segment présentant un comportement donné était présent chez les deux codeurs, il y avait accord. Le pourcentage d'accord a donc été obtenu en calculant le quotient du nombre d'instances où ils étaient en accord sur le nombre d'unités encodées en tout.

$$\text{Accord intercodeurs (\%)} = \frac{\text{Nombre de segments encodés communs}}{\text{Nombre total de segments encodés}}$$

Alors que Miles et Huberman (2003) suggèrent un accord minimal de 70 %, Cohen (1960) propose plutôt un coefficient minimal de 75 % avant d'entreprendre le codage individuel. Nous avons choisi d'opter pour un accord minimal de 75 %. Une fois l'accord jugé acceptable, nous avons entamé le codage de l'ensemble des données à l'aide de la grille.

Discussion

Au terme de ces trois volets du processus de conception d'une grille d'observation, nous présentons un résultat qui prend appui tant dans la littérature scientifique que dans sa mise à l'essai en contexte authentique, dans un corpus de données vaste et diversifié. La grille présente les indicateurs regroupés en dimensions théoriques, leurs descripteurs ainsi que des exemples tirés de nos observations. La grille est présentée de façon détaillée au Tableau 2.

Les trois grandes dimensions proviennent du modèle proposé par l'OCDE. Les énoncés, qui désignent les composantes de la RCP, ont été repris intégralement. Ensemble, ces dimensions créent un tout cohérent permettant d'aborder chacune des étapes du processus de résolution de problèmes en collaboration. La première, *Établissement et maintien d'une compréhension partagée*, et la dernière, *Établissement et maintien de l'organisation de l'équipe*, se rattachent surtout à la composante collaborative de la RCP. Quant à la seconde dimension, *Réalisation des actions appropriées à la résolution du problème*, elle est davantage orientée vers le processus de résolution de problèmes en soi. La formulation des indicateurs tient compte de la littérature (Care et Griffin, 2017 ; Kamga et al., 2017 ; OCDE, 2017), tout en tirant profit des connaissances expérientielles acquises par l'équipe de recherche lors de la réalisation d'études empiriques antérieures. Concis et formulés à l'infinitif, ces indicateurs évoquent clairement les actions à observer, facilitant ainsi l'utilisation de la grille. Nous avons également identifié les indicateurs de séance, c'est-à-dire les indicateurs qui nécessitent une forme d'interprétation de la part de la personne utilisant la grille quant à une manifestation observée.

Les descripteurs correspondant à chaque indicateur ont été formulés à partir de la littérature, mais surtout en collaboration avec des spécialistes, de même que les deux étudiants de premier cycle universitaire. Ces descripteurs décrivent de façon empirique les manifestations associées à chaque indicateur, en mettant les élèves au cœur de celles-ci (p. ex., « Les élèves [verbe d'action]… »). Enfin, les exemples (et contrexemples) ont été tirés des observations réalisées dans le cadre du processus de conception de la grille, ce qui assure une forme de cohérence entre les volets scientifique et pratique.

Tableau 2.

Grille d'observation de la RCP

Indicateur	Descripteur	Exemples	Mesure
D1. Établissement et maintien d'une compréhension partagée			
1.1. Échanger	Au cours du processus de RP, les élèves échangent à propos des caractéristiques inhérentes au problème à résoudre et s'assurent d'en avoir une compréhension partagée.	Les élèves discutent pour tenter de déterminer s'ils doivent faire avancer le robot de 0,5 m ou de 5 m.	Fréquence des manifestations observables
1.2. Solliciter les points de vue	Les élèves cherchent à connaitre le point de vue des autres membres de l'équipe quant au problème à résoudre.	Un élève demande à un pair ce qu'ils devraient faire ensuite, selon lui.	Fréquence des manifestations observables
1.3. Adapter les interventions	Les élèves adaptent leurs interventions en fonction d'un ou de plusieurs coéquipiers afin de maintenir la compréhension de la tâche.	Dans une équipe multiniveau, un élève plus vieux offre une définition vulgarisée d'un terme en anglais afin qu'un élève plus jeune puisse comprendre.	Fréquence des manifestations observables
D2. Réalisation des actions appropriées à la résolution du problème			
2.1. Mettre en œuvre les actions	Les élèves discutent de la façon d'effectuer une ou plusieurs actions (séquence) pour résoudre le problème, pendant l'activité (on ne cherche pas à savoir quelles actions doivent être faites [Échanger], on cherche à savoir comment les mettre en œuvre).	Après avoir paramétré la boite pour faire avancer le robot de 0,5 m, des élèves signalent qu'il faut ajouter une boite Say.	Fréquence des manifestations observables
2.2. Vérifier les actions	Les élèves vérifient que les actions ont produit les effets escomptés. Il s'agit d'une vérification partielle de la solution.	Dans un programme au cours duquel le robot doit faire deux mouvements, les élèves vérifient que le premier mouvement est adéquat avant de poursuivre le programme.	Fréquence des manifestations observables
2.3. Vérifier la solution	Les élèves vérifient que l'ensemble des actions a permis de résoudre le problème. Il s'agit d'une vérification de la solution intégrale.	Dans un programme au cours duquel le robot doit faire deux mouvements, les élèves vérifient que ces derniers ont été effectués adéquatement en vue de confirmer la résolution du problème donné.	Fréquence des manifestations observables

Indicateur	Descripteur	Exemples	Mesure
2.4. Adapter les solutions inadéquates	Le cas échéant, les élèves adaptent les solutions inadéquates dans le but de les rendre adéquates.	Après avoir constaté que le robot lève le bras droit alors qu'il devait lever le bras gauche, les élèves modifient les paramètres d'un code pour rectifier la situation.	Fréquence des manifestations observables
2.5. Participer activement	De façon générale, les élèves participent activement aux tâches en vue de résoudre le problème.	La plupart des membres de l'équipe sont physiquement et verbalement impliqués et près du robot, manipulent le matériel fréquemment, etc.) [élevé]. OU La plupart des élèves sont éloignés du matériel, regardent par la fenêtre, parlent peu [faible].	Cote de séance : 1 : faible, 2 : moyen, 3 : élevé
2.6. Persévérer	De façon générale, les élèves persévèrent dans l'activité de résolution de problèmes.	Malgré un bogue survenu dans le programme et quelques vérifications de solutions échouées, les élèves ont poursuivi leur travail et sont parvenus à trouver une solution adéquate [élevé]. OU Après avoir constaté un bogue dans le programme, les élèves cessent le travail, ne regardent plus l'écran ou le robot, et discutent ensemble [faible].	Cote de séance : 1 : faible, 2 : moyen, 3 : élevé
D3. Établissement et maintien de l'organisation de l'équipe			
3.1. Attribuer des rôles	Les élèves se sont attribués, entre eux, explicitement ou implicitement, des rôles. Cette attribution peut être unique, en amont de l'activité, ou itérative, selon les conditions mises en place par les membres de l'équipe. Il est possible, voire souhaitable, que des équipes effectuent des rotations constantes.	Deux élèves suggèrent que Magalie s'occupe de faire le programme sur l'ordinateur.	Fréquence des manifestations observables
3.2. Identifier les forces et les faiblesses	Les élèves identifient les forces et les faiblesses des membres de l'équipe.	Un élève dit : « Wow, tu es vraiment bon pour trouver les codes dans la librairie ». OU Un élève dit : « Laisse-moi chercher le code, tantôt ça t'a pris beaucoup trop de temps pour le trouver ».	Fréquence des manifestations observables

Indicateur	Descripteur	Exemples	Mesure
3.3. Résoudre des différends	Les élèves sont capables de résoudre les différends ou parviennent à un consensus lorsqu'il y a des divergences d'opinions avec conflit (les divergences d'opinions sans conflit peuvent survenir lors des échanges et de la sollicitation des points de vue sans qu'il y ait de différend à résoudre).	Des élèves s'obstinent sur le code qu'ils devraient utiliser, puis commencent à monter le ton et à s'insulter. Les autres élèves du groupe parviennent à désamorcer la situation.	Fréquence des manifestations observables
3.4. Communiquer clairement	De façon générale, les élèves utilisent des termes précis, spécifiques ou techniques pour établir une communication claire quant à la tâche à réaliser.	Les élèves utilisent les termes associés à l'outil utilisé plutôt qu'un synonyme provenant du langage courant et peu précis (chose, affaire, truc, etc.).	Cote de séance : 1 : rarement, 2 : parfois, 3 : souvent
3.5. Agir en tant qu'équipe	De façon générale, les élèves démontrent un intérêt pour la cohésion du groupe et le travail en collaboration.	Les élèves utilisent le pronom « nous » et continuent d'être intéressés aux actions même lorsqu'elles sont posées par d'autres élèves [élevé]. OU Un élève choisit d'effectuer les actions seul pendant que les autres membres de l'équipe regardent et sont peu engagés [faible].	Cote de séance : 1 : faible, 2 : moyen, 3 : élevé
3.6. Respecter les rôles attribués	De façon générale, les élèves respectent les rôles qu'ils se sont attribués, explicitement ou implicitement. Cette attribution peut être unique, en amont de l'activité, ou itérative, selon les conditions mises en place par les membres de l'équipe.	Un élève dit : « Non, c'est moi qui m'occupe de bouger le robot, occupe-toi de l'ordinateur ». Il est possible, voire souhaitable, que des équipes effectuent des rotations constantes. Le respect des rôles est alors affecté lorsque des membres de l'équipe se disputent un même rôle et que cela entrave le bon déroulement de la résolution de problèmes.	Cote de séance : 1 : faible, 2 : moyen, 3 : élevé

La justesse de la grille

Les divers moyens employés pour contribuer à la crédibilité et à la fiabilité de la grille lui confèrent une plus grande justesse, d'un point de vue tant théorique qu'empirique. Les diverses étapes du processus de conception ont mené à l'amélioration et à la précision de plusieurs composantes de la grille. Par exemple, nous avons constaté, lors de la phase exploratoire, que les descripteurs des indicateurs 2.2 (*Vérifier les actions*) et 2.3 (*Vérifier la solution*) devaient être révisés : les frontières entre ceux-ci ont été précisées et explicitées, de façon à éviter toute forme de confusion.

Puis, le calcul du pourcentage d'accord intercodeurs a démontré la solidité de la grille, bien que certains codes aient été peu, voire pas utilisés. Par exemple, dans la troisième dimension sur l'établissement et le maintien de l'organisation de l'équipe, le troisième indicateur (*Résoudre des différends*) est le seul pour lequel nous n'avons observé aucune manifestation dans la portion du corpus utilisée pour le calcul de l'accord. Or, considérant nos échanges avec le personnel enseignant et nos observations informelles associées à la mise en œuvre du même scénario pédagogique hors du contexte de la présente recherche, nous avons décidé de conserver l'indicateur dans la grille. Les analyses menées ultérieurement ont montré que cet indicateur représente 0,61 % des segments encodés (n = 8) dans le corpus de données total (Parent, 2021). D'autres codes ont quant à eux été peu utilisés, notamment ceux associés aux indicateurs *Adapter les interventions* et *Identifier les forces et les faiblesses*, qui représentent tous deux 0,38 % des segments codés dans le corpus total (n = 5). Pour les raisons évoquées plus haut, nous avons également choisi de les conserver. Somme toute, ces éléments ont peu d'effet sur la crédibilité et la fiabilité de la grille. L'utilisation du modèle de Strayer et Gauthier (1982) a permis d'inscrire la création de cette grille dans une méthode avérée et structurée. Des moyens ont été employés pour donner à la grille un meilleur ancrage dans le contexte scolaire, de même qu'une constitution compréhensible et accessible à des non-spécialistes. Nous avons fait appel à des praticiens, à des spécialistes, à des professeures et professeurs d'université, de même qu'à deux étudiants de premier cycle universitaire.

Les usages potentiels de la grille

Le principal point fort de cette grille est sa vérification empirique. Nous avons eu la démonstration qu'elle peut être utilisée en contexte authentique auprès d'élèves du

primaire. Contrairement aux dispositifs employés dans l'étude PISA 2015, par exemple, notre grille repose sur un principe interprétatif positionnant l'humain au centre de l'analyse. Les principales grilles trouvées dans la littérature impliquent l'utilisation d'interfaces numériques où un élève peut résoudre un problème en collaboration avec un agent virtuel. Nous estimons que cette méthode, bien qu'utile dans une perspective pragmatique de collecte de données à l'échelle internationale, ne peut répliquer une interaction humaine : nous sommes d'avis que les interactions effectuées entre un humain et un agent virtuel (H-A) sont dépourvues de la complexité inhérente aux interactions entre humains (H-H) (langage non verbal, idiosyncrasies, etc.). Il est également à noter que la grille proposée dans cet article permet d'observer des dynamiques d'équipe en plus de comportements individuels. En somme, la grille d'observation de la RCP que nous proposons est qualitative et interprétative. Cela fait en sorte de la rendre utilisable dans une variété de contextes, sans se limiter aux outils et au contexte de notre recherche. Or, l'usage du numérique n'est pas une condition *sine qua non* à l'application de la grille. En effet, si l'on fait fi des exemples proposés, les indicateurs et les descripteurs permettent d'observer une résolution collaborative de problèmes en contexte hors ligne. Nous anticipons l'utilisation de cette grille principalement par les chercheuses et chercheurs en sciences de l'éducation, mais également par le personnel scolaire qui souhaite orienter ses pratiques en se fondant sur des données issues de la recherche.

Limites

Bien que cette grille ait été mise à l'essai dans un contexte réel, il demeure que ces résultats sont difficilement généralisables. Ce n'était d'ailleurs pas l'objectif fixé. En effet, les recherches fondées sur l'observation de cas sont très utiles pour comprendre un contexte particulier, mais permettent difficilement d'étendre les conclusions à grande échelle, considérant les particularités inhérentes à chaque milieu et le nombre de variables qu'il est difficile d'isoler (Karsenti et Demers, 2018). La diversification de notre échantillon a toutefois permis d'effectuer des observations dans trois milieux très différents les uns des autres, atténuant ainsi cette limite. Notons également que les indicateurs *Échanger* et *Solliciter les points de vue* ont posé problème à différentes étapes du processus de conception de la grille. En effet, la frontière entre ces deux éléments était parfois difficile à déterminer pour les codeurs. Malgré les nombreuses modifications et

précisions apportées à ces deux indicateurs, de même que les exemples qui permettent d'illustrer les comportements ciblés, il est possible que d'autres utilisateurs éprouvent un problème similaire. Les travaux subséquents en lien avec cette grille permettront probablement de proposer des exemples d'application supplémentaires, dans une plus grande variété de contextes.

Conclusion

Cet article a présenté le processus de conception d'une grille d'observation empirique de la mobilisation de la résolution collaborative de problèmes (RCP). Les trois phases du modèle de Strayer et Gauthier (1982), de même que les travaux de Guikas et al. (2015) qui s'en sont inspirés, ont offert une structure qui a guidé la création de cet outil. En combinant la littérature scientifique, la consultation de spécialistes en sciences de l'éducation, la collaboration d'étudiants de premier cycle, le codage du corpus de données et la validation de ce codage par le calcul d'un accord intercodeurs, nous considérons avoir réuni les conditions nécessaires à la création d'une grille dont la pertinence scientifique et pratique a été démontrée.

À l'instar de Rosen et Foltz (2014), nous croyons que l'interaction avec des agents virtuels (H-A), telle qu'utilisée dans l'enquête PISA 2015 (OCDE, 2017), ne peut pas rendre compte de la complexité des interactions et de la collaboration entre humains (H-H). À cet égard, notre grille se démarque également des outils majeurs visant à étudier la RCP dans la littérature par son application en contextes authentiques : nos travaux contribuent ainsi à l'avancement des connaissances relatives à l'observation de la RCP. Notre grille pourrait être fort utile pour la réalisation de recherches qualitatives interprétatives futures dans le champ de la technopédagogie. En outre, elle pourrait être utilisée dans les milieux de pratique, par le personnel scolaire, pour orienter des interventions ou des pratiques pédagogiques adaptées au contexte de la classe et au profil des élèves.

Nous croyons qu'il serait pertinent, dans le cadre de futurs travaux, d'étendre la portée de cette grille en vérifiant son application auprès d'élèves plus âgés, mais aussi auprès d'étudiants du postsecondaire, que ce soit dans un contexte directement lié à l'utilisation de la programmation ou encore dans un contexte tout à fait distinct, sans l'utilisation d'appareils numériques pour médiatiser la collaboration des apprenants.

Références

Baron, G.-L. et Bruillard, É. (2001). Une didactique de l'informatique ? *Revue Française de P*édagogie, (135), 163–172. https://www.jstor.org/stable/41201696

Barr, V. et Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads, 2*(1), 48–54. https://doi.org/10.1145/1929887.1929905

Béziat, J. (2012, 3-4 mai). *Les TIC à l'*école primaire en France *: informatique et programmation* [Communication]. Colloque scientifique international sur les TIC en éducation : bilan, enjeux et perspectives futures, Montréal. https://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1311d.htm

Care, E. et Griffin, P. (2017). Assessment of collaborative problem-solving processes. Dans B. Csapó et J. Funke (dir.), *The nature of problem solving. Using research to inspire 21st century learning* (p. 227–243). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264273955-16-en

Çetin, M. et Demircan, H. Ö. (2020). Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: A systematic literature review. *Early Child Development and Care, 190*(9), 1323–1335. https://doi.org/10.1080/03004430.2018.1534844

Chalkiadaki, A. (2018). A systematic literature review of 21st century skills and competencies in primary education. *International Journal of Instruction, 11*(3), 1–16. https://doi.org/10.12973/iji.2018.1131a

Champoux, L., Couture, C. et Royer, É. (1992, aout). École et comportement. L*'observation systématique du comportement.* Direction de l'adaptation scolaire et des services complémentaires, ministère de l'Éducation du Québec. https://educationspecialisee.ca/wp-content/uploads/2018/02/L_observation_du_comportement.pdf

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement, 20*(1), 37–46. https://doi.org/10.1177/001316446002000104

Delcker, J. et Ifenthaler, D. (2017). Computational thinking as an interdisciplinary approach to computer science school curricula: A German perspective. Dans P. J. Rich et C. B. Hodges (dir.), *Emerging research, practice and policy on computational thinking. Educational communications and technology: Issues and innovations* (p. 49–62). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_4

Dillenbourg, P. et Traum, D. (2006). Sharing solutions: Persistence and grounding in multimodal collaborative problem solving. *Journal of the Learning Sciences, 15*(1), 121–151. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1207/s15327809jls1501_9

Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Orienta-Konsultit.

Fessakis, G., Gouli, E. et Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education, 63*, 87–97. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.016

Fortin, M.-F. et Gagnon, J. (2022). *Fondements et étapes du processus de recherche : méthodes quantitatives et qualitatives* (4e éd.). Chenelière éducation.

Forum économique mondial. (2016, 14 janvier). The Fourth Industrial Revolution: What it means, how to respond. *Forum économique mondial*. https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/

Forum économique mondial. (2018, janvier). *Towards a reskilling revolution: A future of jobs for all* [Rapport]. http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOW_Reskilling_Revolution.pdf

Greiff, S., Holt, D. et Funke, J. (2013). Perspectives on problem solving in educational assessment: Analytical, interactive, and collaborative problem solving. *Journal of Problem Solving, 5*(2), 71–91. http://hdl.handle.net/10993/3177

Griffin, P. et Care, E. (2015). The ATC21S Method. Dans P. Griffin et E. Care (dir.), *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach* (p. 3–33). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7_1

Guikas, I., Morin, D. et Bigras, M. (2016). Développement d'une grille d'observation : considérations théoriques et méthodologiques. *Revue francophone de la déficience intellectuelle, 27*, 163–178. https://doi.org/10.7202/1043131ar

Hanko, G. (2016). *Inscreasing competence through collaborative problem-solving: Using insight into social and emotional factors in children's learning* (2e éd.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203065020

Harris, F. C. et Lahey, B. B. (1982). Recording system bias in direct observational methodology: A review and critical analysis of factors causing inaccurate coding behavior. *Clinical Psychology Review, 2*(4), 539–556. https://doi.org/10.1016/0272-7358(82)90029-0

Henri, F. et Lundgren-Cayrol, K. (2001). *Apprentissage collaboratif à distance. Pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels*. Presses de l'Université du Québec.

Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K. et Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. Dans P. Griffin et E. Care (dir.), *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach. Educational assessment in an information age* (p. 37–56). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7_2

Hurme, T.-r. et Järvelä, S. (2005). Students' activity in computer-supported collaborative problem solving in mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning, 10*(1), 49–73. https://doi.org/10.1007/s10758-005-4579-3

Jaccoud, M. et Mayer, R. (1997). L'observation en situation et la recherche qualitative. Dans J. Poupart, L.-H. Groulx, J.-P. Deslauriers, A. Laperrière, R. Mayer et A. P. Pires (dir.), *La recherche qualitative : enjeux épistémologiques et méthodologiques* (p. 85–109). Gaëtan Morin.

Jonassen, D. H. (2014). Assessing problem solving. Dans J. M. Spector, D. M. Merrill, J. Elen et M. J. Bishop (dir.), *Handbook of research on educational communications and technology* (4e éd., p. 269–288). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_22

Kamga, R., Romero, M., Komis, V. et Misirli, A. (2017, 18-19 mai). *Identification des difficultés des futur(e)s enseignant(e)s du primaire et du préscolaire en lien avec la compétence de résolution collaborative de problèmes (RCP)* [Communication]. 5e sommet du iPad et du numérique en éducation, Montréal, Canada.

Karsenti, T. et Demers, S. (2018). L'étude de cas. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (4e éd., p. 289–316). Les Presses de l'Université de Montréal.

Karsenti, T., Parent, S., Kerbrat, N. et Bugmann, J. (2019). *Le robot NAO en éducation. Deviens un maître NAO* (2e éd.). CRIFPE.

Komis, V. et Misirli, A. (2013, 28–30 octobre). Étude des processus de construction d*'algorithmes et de programmes par les petits enfants à l'aide de jouets programmables* [Communication]. Colloque international DIDAPRO 5, Clermont-Ferrand, France. https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00875628/

Lai, A.-F. et Yang, S.-M. (2011, 16–18 septembre). *The learning effect of visualized programming learning on 6th graders' problem solving and logical reasoning abilities* [Communication]. International conference on electrical and control engineering, Yichang, Chine. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICECENG.2011.6056908

Lave, J. et Wenger, É. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355

Leontiev, A. (1978). *Activity and consciousness*. Prentice-Hall.

Lopez, J. (1986). *Des algorithmes aux langages : basic, LSE, logo*. Hachette.

Lu, J. J. et Fletcher, G. H. L. (2009). Thinking about computational thinking. *ACM SIGCSE Bulletin, 41*(1), 260–264. https://doi.org/10.1145/1539024.1508959

Merrill, M. D. et Gilbert, C. G. (2008). Effective peer interaction in a problem-centered instructional strategy. *Distance Education, 29*(2), 199–207. https://doi.org/10.1080/01587910802154996

Miles, M. B. et Huberman, A. M. (2003). *Analyse des données qualitatives* (2e éd.). De Boeck Supérieur.

Ministère de l'Éducation de l'Ontario [MEO]. (2016). *Définir les compétences du 21e* siècle pour l*'Ontario. Compétences du 21e siècle. Document de réflexion*. https://pedagogienumeriqueenaction.cforp.ca/wp-content/uploads/2016/03/Definir-les-competences-du-21e-siecle-pour-l_Ontario-Document-de-reflexion-phase-1-2016.pdf

Ministère de l'Éducation du Québec [MEQ]. (2020). *L'usage pédagogique de la programmation informatique*. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/Usage-pedagogique-programmation-informatique.pdf

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES]. (2006). *Programme de formation de l'*école québécoise - Éducation préscolaire et enseignement primaire. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PFEQ_competences-transversales-primaire.pdf

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES]. (2018). *Plan d'action numérique en éducation et en enseignement supérieur*. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/ministere/PAN_Plan_action_VF.pdf

Neubert, J. C., Mainert, J., Kretzschmar, A. et Greiff, S. (2015). The assessment of 21st century skills in industrial and organizational psychology: Complex and collaborative problem solving. *Industrial Organizational Psychology, 8*(2), 238–268. https://doi.org/https://doi.org/10.1017/iop.2015.14

Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE]. (2015). *Résultats du PISA 2012. Trouver des solutions créatives (Volume V) : compétences des élèves en résolution de problèmes de la vie réelle*. https://doi.org/10.1787/9789264215771-fr

Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE]. (2017, juillet). *PISA 2015. Collaborative problem solving framework*. https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf

Parent, S. (2021). *La programmation informatique à l'école primaire : pratiques effectives de programmation et mobilisation d'habiletés de résolution collaborative de problèmes (RCP)* [Thèse de doctorat, Université de Montréal]. Papyrus. http://hdl.handle.net/1866/25874

Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical methods* (2e éd.). Princeton University Press.

QSR International. (2020). *NVivo 12* (version 12.6.0) [logiciel]. QSR International.

Romero, M. (2017). Les compétences pour le XXIe siècle. Dans M. Romero, B. Lille et A. Patiño (dir.), *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXIe siècle*. Presses de l'Université du Québec.

Rosen, Y. et Foltz, P. W. (2014). Assessing collaborative problem solving through automated technologies. *Research & Practice in Technology Enhanced Learning, 9*(3), 389–410. https://meyda.education.gov.il/files/Scientist/RosenFoltz2014.pdf

Roy, N. et Garon, R. (2013). Étude comparative des logiciels d'aide à l'analyse de données qualitatives : de l'approche automatique à l'approche manuelle. *Recherches qualitatives, 32*(1), 154–180. https://doi.org/10.7202/1084616ar

Savoie-Zajc, L. (2018). La recherche qualitative/interprétative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (4e éd., p. 191–217). Les Presses de l'Université de Montréal.

Stadler, M., Herborn, K., Mustafić, M. et Greiff, S. (2020). The assessment of collaborative problem solving in PISA 2015: An investigation of the validity of the PISA 2015 CPS tasks. *Computers & Education, 157*, article 103964. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103964

Strayer, F. F. et Gauthier, R. (1982). L'approche éthologique de l'observation du comportement. *Apprentissage et socialisation, 5*(1), 12–23.

Taggar, S. et Brown, T. (2001). Problem-solving team behaviors: Development and validation of BOS and a hierarchical factor structure. *Small Group Research, 32*(6), 698–726. https://doi.org/10.1177%2F104649640103200602

Tausczik, Y. R., Kittur, A. et Kraut, R. E. (2014, 15–19 février). Collaborative problem solving: A study of MathOverflow. Dans *CSCW'14: Proceeding of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing, Baltimore, États-Unis* (p. 355–367). https://doi.org/10.1145/2531602.2531690

van der Maren, J.-M. (2004). *Méthodes de recherche pour l'*éducation (2e éd.). Presses de l'Université de Montréal.

Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P. et Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies, 20*(4), 715–728. https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6

Vygotsky, L. S. (1934). *Thought and language*. M.I.T. Press.

Wood, D., Bruner, J. S. et Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*(2), 89–100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

Yin, K. Y. et Abdullah, A. G. K. (2013). The collaborative problem solving questionnaire: Validity and reliability test. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 3*(1), 470–478. https://hrmars.com/papers_submitted/9443/the-collaborative-problem-solving-questionnaire-validity-and-reliability-test.pdf

Zehner, F., Weis, M., Vogel, F., Leutner, D. et Reiss, K. (2019). Kollaboratives Problemlösen in PISA 2015: Deutschland im Fokus [Collaborative problem solving in PISA 2015: Focusing on Germany]. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 22*(3), 617–646. https://doi.org/10.1007/s11618-019-00874-4