

La problématisation d'élèves du primaire impliqués dans une démarche d'apprentissage par problème dans une perspective d'enseignement des controverses

Justine Dion-Routhier
Université Laval

Christine Hamel
Université Laval

Résumé

La société fait face à des changements prépondérants où l'école doit former des citoyens actifs (Albe, 2009). Dewey (1910/2004 ; 1916/1990) insiste sur les bénéfices de l'apprentissage par problème (APP) où les élèves se familiarisent avec les enjeux sociaux. Cette étude documente une démarche d'APP exploitant une controverse sociale avec des élèves du primaire pour comprendre la construction de leur compréhension. Dans le cadre d'une étude de cas, nous analysons les discussions de groupes afin d'identifier les phases

de l'enquête (Dewey, 1910/2004). Nous observons que, dans un processus itératif entre les phases de l'enquête, la pensée réflexive des élèves se complexifie.

Mots-clés : apprentissage par problème, controverse socioscientifique, enquête, enseignement primaire

Abstract

Society faces major changes. Schools have to allow students to develop the competencies necessary to be active citizens (Albe, 2009). Dewey (1910/2004; 1916/1990) emphasizes the benefits of problem-based learning (PBL) where students need to become familiar with social issues. This study aims to document the PBL process based on a controversial issue of elementary school students to understand how they reflect. In a case study approach, students group discussions were analyzed to identify the phase of the reflective thinking (Dewey, 1910/2004) in their inquiry process. We observe that, following an iterative process, students' reflective thinking becomes more complex.

Keywords: problem-based learning, inquiry learning, controversial issue, elementary education

Problématique

Contexte et pertinence sociale

La société actuelle compte sur l'école pour former de futurs citoyens scientifiquement alphabétisés, c'est-à-dire aptes à se prononcer sur des enjeux socioscientifiques (Mayes et al., 2014). L'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO, 2011) mentionne que les enseignants doivent outiller les élèves dans diverses compétences essentielles, notamment les habiletés sociales, culturelles et citoyennes, qui leur permettront de contribuer à la société. Le Programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ) abonde également dans ce sens (ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2001, p. 2) et, pour ce faire, une de ses pierres angulaires est la doctrine éducative de Dewey (1910/2004 ; 1916/1990) qui insiste sur les bénéfices de l'apprentissage par problème (APP), où les élèves apprennent à travers une expérience (Veletsianos et Doering, 2010). En exploitant celle-ci, les établissements scolaires pourront amener les élèves à développer des compétences essentielles au XXI^e siècle (Hart et Ouellet, 2013), sans nécessairement former des citoyens concernés par les enjeux sociaux (Rogoff, 1990). L'école doit aller plus loin afin d'amener les élèves à être compétents non seulement sur le plan du curriculum scolaire, mais également dans la compréhension du monde dans lequel ils vivent (Xin et al., 2007). Ainsi, dans une optique d'éducation citoyenne (Albe, 2009), il serait intéressant d'intégrer des enjeux réels, notamment des controverses sociales (CS)¹, à titre de problème dans la démarche d'APP. Les élèves pourraient ainsi s'y familiariser, apprendre à propos des enjeux sociaux, comme ils le feraient avec les rudiments des additions (Simic-Muller et al., 2015) et, parallèlement, ils seraient plus rapidement impliqués dans la communauté dont ils font partie plutôt que d'agir comme spectateurs. Une initiation précoce à ces thématiques d'actualité pourrait ainsi avoir une influence sur les adultes de demain, à tout le moins sur les élèves du niveau élémentaire.

1 Par définition, une controverse sociale est un sujet litigieux qui représente un débat de société et une question d'ordre démocratique (Zembylas et Kambani, 2012), relative à la collectivité (*Petit Larousse illustré*, 2014) et prégnante dans l'environnement social et médiatique (Legardez et Alpe, 2001).

Par conséquent, cette recherche s'intéressera à une démarche d'apprentissage par problème (APP) intégrant une controverse sociale (CS) vécue par des élèves du primaire.

Pertinence scientifique

L'approche pédagogique d'APP, d'abord introduite à la faculté de médecine de l'Université McMaster à Hamilton, en Ontario, en 1958 (Jerzembek et Murphy, 2013), est désormais mise en œuvre dans maints autres domaines (Hansen, 2006), ce qui s'explique possiblement par les multiples retombées documentées dans les écrits scientifiques. En effet, la littérature stipule que les participants à une démarche d'APP développent plusieurs habiletés complexes, qui leur serviront tout au long de leur vie (Azer, 2009), et apprennent les notions prescrites dans le programme de formation (Hmelo-Silver, 2004). Plusieurs métaanalyses démontrent que les participants à l'APP apprennent au-delà des connaissances prescrites (Dochy et al., 2003 ; Gijbels et al., 2005 ; Walker et Leary, 2009), que ces apprentissages s'intègrent mieux et sur une plus longue période (Walker et al., 2011). Dans le même ordre d'idées, la littérature scientifique relate plusieurs avantages à l'exploitation de la CS à l'école, notamment le développement des capacités des élèves à s'impliquer dans des débats de société (Barton et McCully, 2007), à forger et justifier son opinion (Weiland et Morrison, 2013) et à former sa pensée critique (Kello, 2016).

Par contre, la littérature scientifique documente peu la collaboration (Lan et al., 2010), l'engagement dans une démarche d'APP (Walker et al., 2011), l'amélioration des habiletés — tels l'apprentissage autonome et les stratégies de résolution de problèmes (Goodnough et Hung, 2009) — et les compétences dites essentielles au XXI^e siècle, par exemple la pensée critique, la collaboration et l'éducation sociale et à la citoyenneté (Fullan, 2013). De plus, on retrouve peu de documentation sur les conditions éducatives favorables pour soutenir l'expérience des élèves dans une démarche d'APP (Star et Rittle-Johnson, 2008), notamment les interactions entre les pairs et les effets de l'utilisation des CS en classe (Weiland et Morrison, 2013). En outre, la littérature sur l'APP et les CS concerne généralement les études supérieures (Villanen, 2014 ; Zembylas et Kambani, 2012) ou touche la perception et la formation des enseignants (Lebrun, 2018). C'est pourquoi il est pertinent d'étudier plus en profondeur l'expérience des élèves du primaire dans une démarche d'APP dont le centre est une CS (Bolgatz, 2006), notamment pour

comprendre le niveau de conceptualisation des élèves et leur capacité à discuter de ces enjeux sociaux avec leurs pairs.

Cadre théorique

Cette recherche s'ancre dans la doctrine pédagogique de John Dewey (1916/1990), comme le présente la Figure 1.

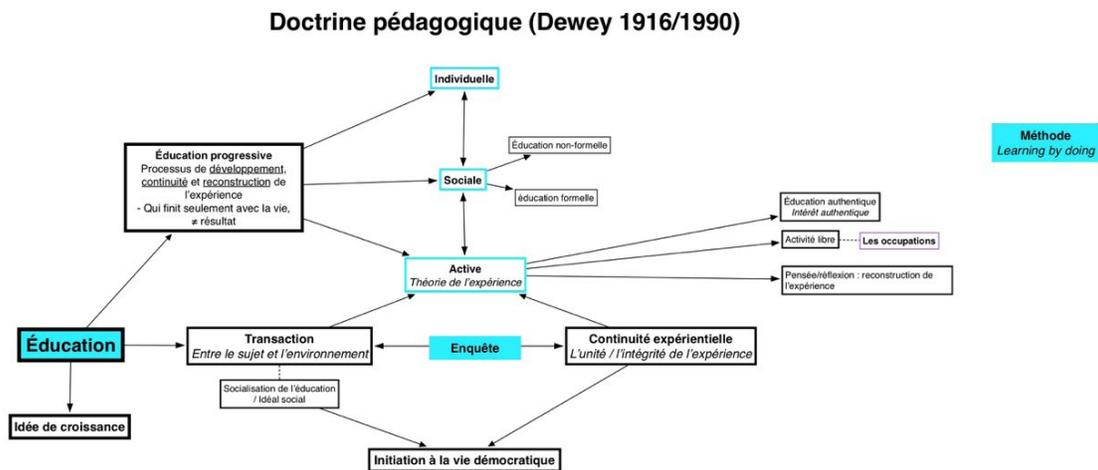


Figure 1. La doctrine pédagogique de Dewey (Dewey, 1916/1990, notre interprétation)

Selon Dewey (1916/1990), l'éducation représente une action constructive et continue où le développement individuel et social est interfécond, puisque la croissance des individus influence nécessairement la société dont ils sont membres. Il se base sur la théorie de l'expérience selon laquelle l'homme est en interaction perpétuelle — ce qu'il nomme « transaction » — avec son environnement et où les différentes situations réelles auxquelles il est confronté exigent de créer ou maintenir un équilibre. Cet équilibre, aussi appelé croissance expérientielle, perdue tant que les occupations auxquelles l'homme est confronté sont conformes à son niveau de croissance et, par opposition, est compromis lorsque celui-ci est confronté à un problème, une situation indéterminée ou douteuse. C'est lorsqu'il y a discontinuité que l'apprenant entre dans un processus de transaction avec son environnement pour rétablir l'équilibre ou en créer un nouvel.

Cette démarche de recherche d'équilibre, appelée « enquête », représente un processus de résolution de problèmes où l'homme expérimente à travers des transactions avec son environnement, en s'appuyant sur ses expériences antérieures et en pavant la voie aux expériences futures par les apprentissages qui en émergent. Dans le présent article, nous définissons le terme « enquête » comme suit : « L'enquête est la transformation contrôlée ou dirigée d'une situation indéterminée en une situation qui est si déterminée en ses distinctions et relations constitutives qu'elle convertit les éléments de la situation originelle en un tout unifié » (Dewey, 1967, p.169). C'est à travers le processus d'enquête que l'apprentissage se réalise.

Plus spécifiquement, Dewey distingue cinq phases au schème de l'enquête, et donc, à la pensée réflexive qui se produit à travers elle (Dewey, 1967 ; Dewey, 1910/2004 ; Dewey, 1916/1990 ; Pépin, 2015 ; Tsuin Chen, 1958). Il est important de souligner que ces phases ne sont pas linéaires et qu'il est possible de revenir aux autres phases (dites précédentes), comme le démontre la Figure 2.

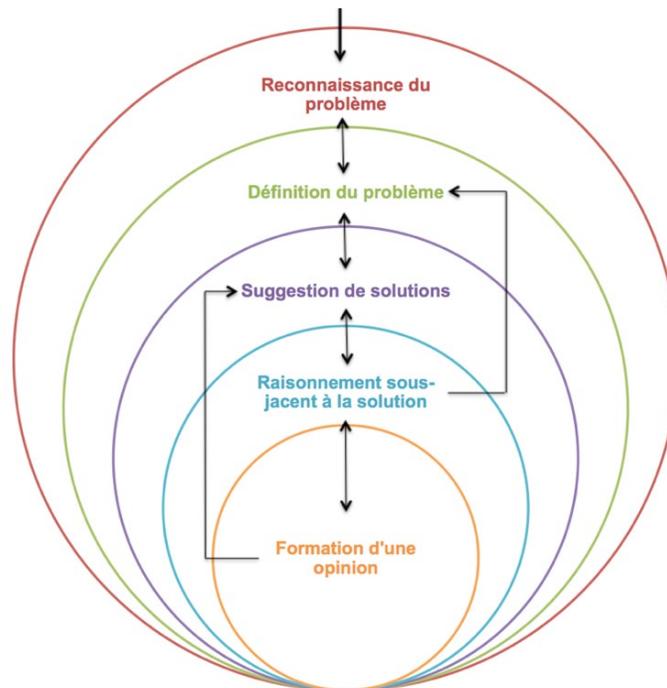


Figure 2. Les phases du schème de l'enquête (Dewey, 1910/2004, notre interprétation)

Premièrement, la reconnaissance du problème est induite par une situation indéterminée, définie comme une situation douteuse posant un problème qui oblige l'individu à se questionner (Dewey, 1910/2004). La rupture dans la continuité entre l'homme et l'environnement exige que l'enquête soit amorcée afin de rétablir l'équilibre. Deuxièmement, dans l'institution du problème, l'individu détermine si la situation douteuse est problématique en observant ses éléments constitutifs afin de la déclarer problématique, et ainsi faire un premier pas vers le processus d'enquête (Dewey, 1910/2004). Troisièmement, l'individu doit énoncer des solutions possibles au problème déterminé dans la phase précédente afin que celui-ci ait une signification (Dewey, 1910/2004). Plusieurs idées différentes peuvent émerger à cette étape. Cette multiplication de suggestions possibles favorise une bonne activité de pensée (Pépin, 2015). Quatrièmement, la phase de raisonnement représente la mise à l'épreuve — validation ou invalidation —, la problématisation des idées véhiculées précédemment comme solutions possibles à la problématique en analysant les implications et les conséquences de celles-ci (Dewey, 1910/2004). Cinquièmement, la phase de concordance d'une idée et de la formation d'une opinion implique une opérationnalisation des idées sélectionnées afin de vérifier qu'elles correspondent aux résultats rationnellement ou théoriquement déduits (Dewey, 1910/2004). Lorsque les résultats sont positifs, la conclusion de l'enquête constitue la formation d'une opinion sur la problématique (Pépin, 2015), un jugement de cette idée, « qui équivaut à une conclusion [et] clôt le débat » (Dewey, 1910/2004, p. 142).

Objectif et questions de recherche

L'objectif général est donc de documenter la démarche d'APP, vécue dans une classe primaire, où une CS est analysée en tentant de répondre aux questions suivantes : si l'on considère, à la lumière de Dewey, qu'apprendre c'est enquêter, comment les élèves problématisent-ils durant leur démarche d'enquête ? Quel éclairage nous donne cette problématisation sur les apprentissages qu'ils s'approprient ? Plus spécifiquement, quels sont les apprentissages réalisés par les élèves dans cette démarche en lien avec le Programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ) ?

Approche méthodologique

Cette recherche s'inscrit dans une approche par étude de cas (Yin, 1984), puisqu'elle met l'accent sur la description et la documentation d'un cas unique (Creswell et Poth, 2018).

Participants

Le projet est réalisé dans une école primaire située dans un milieu socioéconomique favorisé de la ville de Québec. Plus précisément, la recherche est menée auprès d'un groupe de 4^e année, formé de 13 garçons et 10 filles âgés de 8 et 9 ans, dans lequel la chercheuse principale est responsable de l'enseignement de la science et de la technologie en complément de tâche. Son rôle était donc double : enseignante et chercheuse principale de l'étude. La chercheuse intègre donc la réalisation du projet en tant que participante à part entière (Burton et al., 2014), selon une posture épistémologique socioconstructiviste, où une coconstruction d'expérience et de savoirs s'effectue entre les élèves et la chercheuse (Creswell et Poth, 2018).

La chercheuse a choisi les participants par un processus d'échantillonnage intentionnel (Patton, 2015) ou par choix raisonné, c'est-à-dire, pour la présente étude, selon leur proximité (Fortin et Gagnon, 2016). La stratégie d'échantillonnage s'inscrit dans l'étude de cas unique (Patton, 2015), puisque l'approche préconisée vise à décrire un projet vécu par des élèves du primaire dans une approche pédagogique d'APP.

Contexte de l'étude

Le projet s'est échelonné sur quatre mois. D'abord, à la lumière du PFÉQ et des enjeux d'actualité, l'enseignante a choisi et présenté la vidéo de Paul Nicklen (CNN, 2017) présentant un ours polaire en détresse qui, à l'époque, était sur toutes les plateformes de diffusion. À partir de diverses sources d'informations et de différents médias — dont les journaux, les vidéos de nouvelles et les reportages —, les élèves ont analysé cette vidéo, puis déterminé la question de recherche à laquelle ils souhaitaient répondre : quelles seraient les conséquences de la disparition des ours polaires ? Cette question représentait la CS sur laquelle la démarche d'APP a pris ancrage, puisqu'il s'agissait d'une question d'ordre scientifique et social qui perdure dans le temps et dont aucune solution ne fait consensus (Hasni et Dumais, 2018). La corrélation entre les conditions de vie des ours

polaires et les conséquences du réchauffement climatique, deux thèmes émanant de la question des élèves, représentait ainsi ce sujet sensible, prégnant dans les médias, ne faisant pas consensus dans la collectivité.

Ensuite, le travail d'enquête proprement dit a commencé. Les élèves ont cherché des informations liées à la question de recherche, négocié le sens des informations collectées et tenu des raisonnements déductifs afin de formuler une réponse commune à leur question. Pour ce faire, ils ont eu accès à diverses sources d'informations, par exemple, des sites internet, des documentaires, des articles de journaux et des spécialistes. Les éléments de réponse ont été consignés et débattus sur la plateforme web Knowledge Forum (KF)². Des discussions en grand groupe ou en sous-groupes étaient également quotidiennement effectuées afin de faire un bilan des acquis et des difficultés, de mettre en commun les connaissances et opinions (Pouliot et Groleau, 2011), en plus de cibler les réajustements nécessaires à la continuité de la démarche.

Finalement, la mise en commun des résultats de la réflexion des élèves a permis de répondre à la question de recherche initiale. À ce moment, les élèves ont fait la rencontre d'une biologiste agissant à titre d'experte pour répondre aux questions latentes, valider ou invalider leurs hypothèses et alimenter leur réflexion. Les élèves avaient préalablement ciblé les thèmes qu'ils souhaitaient aborder avec la spécialiste ; celle-ci en a reçu une copie avant sa visite. Cette rencontre, prenant la forme d'une discussion ouverte, a permis de consolider les représentations des élèves (Fourez, 1997) et de les réajuster aux contextes réels de la controverse sociale (Pouliot et Groleau, 2011).

Méthode de recueil de données

Comme la présente étude vise à dresser un portrait global de la démarche d'APP basée sur une CS, à la lumière des traits généraux de résolution de problèmes et de réflexivité liés à l'enquête (Dewey, 1910/2004 ; 1916/1990) atteints par les élèves, nous avons collecté les enregistrements audios de neuf discussions de groupe.

2 Le Knowledge Forum (KF) est un espace numérique qui permet aux élèves de s'exprimer et de collaborer à l'élaboration d'un discours collectif. Pour ce faire, les élèves peuvent écrire des contributions, préciser leurs pensées et réagir sur celles de leurs pairs en les interrogeant ou en les enrichissant par de nouvelles idées et informations. La forme neuronale du KF permet de garder les traces de la progression de leurs idées et de forger une compréhension commune d'un problème donné (Allaire et Laferrière, 2013 ; Bereiter et Scardamalia, 2014).

Méthode d'analyse de données

À la lumière des questions de recherche et de la première lecture des transcriptions des plénières, l'analyse des données est réalisée dans une approche déductive, c'est-à-dire que les codes sont prédéterminés et issus de la littérature (Creswell et Poth, 2018). Nous avons utilisé deux séries de codes qui ne sont pas mutuellement exclusifs et peuvent se superposer. Le logiciel MAXQDA a servi à la réalisation des analyses.

Dans un premier temps, le discours collectif est séparé en unités temporelles, c'est-à-dire que les plénières ont été catégorisées dans une chronologie (Denzin, 1989), du temps 1 (T1) au temps 9 (T9), dans l'optique de mettre l'accent sur le processus par lequel les élèves sont passés et de faire émerger les moments charnières de celui-ci pour leurs apprentissages.

Dans un second temps, le discours collectif est analysé selon les cinq traits généraux de résolution de problèmes et de réflexivité du schème de l'enquête, soit : 1) la reconnaissance du problème ; 2) la définition du problème ; 3) la suggestion de solutions possibles et alternatives ; 4) le raisonnement sous-jacent aux solutions suggérées ; et 5) la formation d'une opinion comme conclusion (Dewey, 1910/2004 ; 1916/1990 ; Pépin, 2015), comme l'illustre le Tableau 1.

Tableau 1. Les traits généraux de résolution de problèmes et de réflexivité (Dewey, 1910/2004 ; 1916/1990)

Traits généraux	Descriptions	Exemples ³
Reconnaissance du problème	La contribution des élèves reconnaît qu'ils sont face à un problème, sans pour autant le définir.	« On voyait que il était pas en très bonne santé pis que il avait plus de quoi manger. »
Définition du problème	La contribution des élèves définit la nature du problème et ses causes.	« aussi parce que, il faut sauver la glace parce que si y'a pu de glace, l'habitat, c'est beaucoup dangereux, parce qu'il fait beaucoup moins froid, "fait que" ils peuvent mourir de chaud, de chaleur, parce qu'il ne fait plus assez froid pour eux. »

3 Les exemples présentés sont également issus du discours des élèves afin d'illustrer leurs contributions pour chacun des traits généraux de Dewey (1910/2004 ; 1916/1990).

Traits généraux	Descriptions	Exemples ³
Suggestion de solutions possibles	La contribution des élèves suggère une idée pour pallier le problème. Celle-ci n'est ni testée ni prouvée.	« ... ils disaient de refroidir un peu la terre, parce que c'était devenu beaucoup plus chaud. »
Raisonnement sous-jacent aux solutions	La contribution des élèves exprime le raisonnement sous-jacent la solution.	« ... c'est parce que l'ours polaire, il est, s'il est fait pour vivre au froid, s'il va au chaud il va être plus épuisé, puis il va rester par terre puis il va mourir, parce que, il bouge pas, il peut pas, il peut pas marcher pour aller chercher de la nourriture. »
Formation d'une opinion	La contribution des élèves évoque la conclusion liée au choix de la solution.	« C'est que là, les ours polaires ils vont se rendre où il y a les grizzlis. Puis là ça va faire des, puis là il aura plus d'ours polaires là-bas.

À la lumière de ce qui précède, le type d'unités privilégié dans l'analyse du discours collectif est en contexte, c'est-à-dire que les segments codés sont délimités et situés. Les unités ne sont pas quantifiables, ne sont pas indépendantes les unes des autres et, en ce sens, les catégories peuvent se chevaucher (Krippendorff, 2013), au même titre que les étapes de l'enquête qui visent à être documentées. Plus précisément, le discours des participants est codé selon les unités de sens ou thématiques. En d'autres termes, les verbatims ont été découpés selon les idées et les pensées évoquées dans le but de reconstruire (Krippendorff, 2013) le processus d'enquête des élèves.

Critères de scientificité

Les critères de scientificité respectés dans le cadre de cette recherche sont ceux de Whitemore et al. (2001). Les critères primaires sont tous mobilisés : la crédibilité, en regard de la cohérence entre la méthode d'analyse, la description et l'analyse des résultats ; l'authenticité, via l'emploi récurrent d'extraits de verbatim pour s'assurer d'être fidèle aux propos des élèves ; la perspective critique, notamment dans la section portant sur les limites de l'étude et l'intégrité, particulièrement perceptible dans les principes éthiques incorporés tout au long de la démarche. Certains critères secondaires sont également employés : la transparence et la vivacité.

Résultats

La section des résultats se découpe en deux parties. Nous présentons d'abord une description et une analyse de la démarche générale d'enquête. Ensuite, nous décrivons et analysons plus finement deux enquêtes spécifiques : l'enquête 3 (E3) et l'enquête 4 (E4).

Démarche générale d'enquête

Six enquêtes distinctes viennent segmenter la démarche générale d'enquête. Le Tableau 2 en décrit les questionnements.

Tableau 2. Détails des enquêtes menées au cours de la démarche

Enquête	Questionnement
Enquête 1 (E1)	Qu'est-ce qui ressort de la vidéo de Paul Nicklen ?
Enquête 2 (E2)	Quelles sont les causes et les conséquences de la disparition des ours polaires ?
Enquête 3 (E3)	Comment sauver la chaîne alimentaire ?
Enquête 4 (E4)	Quel est le meilleur habitat pour l'ours polaire ?
Enquête 5 (E5)	Qu'est-ce que l'on peut faire, comme humain, pour sauver les ours polaires ?
Enquête 6 (E6)	Qu'est-ce que les scientifiques font avec le résultat de leurs recherches ?

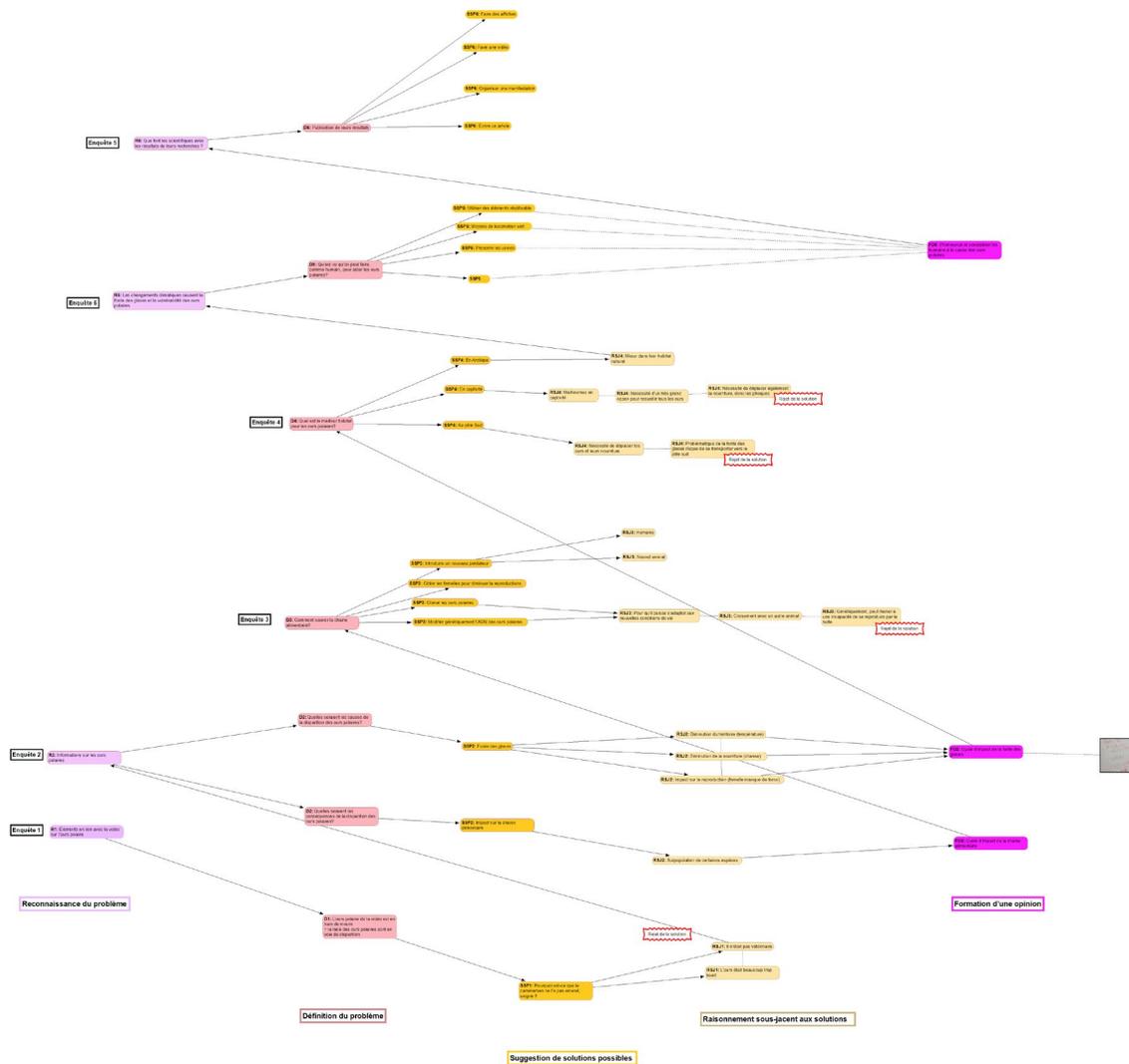


Figure 3. Évolution de la démarche d'enquête

À la lumière de la lecture des transcriptions du discours des élèves lors des plénières et du journal de bord tenu par la chercheuse, la Figure 3 présente une vue d'ensemble de la démarche d'APP réalisée par les élèves. Il est possible de constater qu'à partir d'un même point de départ, soit la présentation de la vidéo de l'ours polaire de Paul Nicklen, les élèves ont réalisé six enquêtes distinctes. Celles-ci sont intimement liées puisque, comme le démontre la spirale de la Figure 3, elles découlent toutes les unes des autres. Par exemple, dans l'enquête 1 (E1), les élèves se questionnent sur les éléments de la vidéo préalablement visionnée, établissent que l'ours polaire de la vidéo est en train de

mourir et, plus généralement, que son espèce est en voie de disparition, puis suggèrent que le photographe aurait pu aider l'animal. Cette suggestion de solution possible est toutefois rejetée, puisque certains élèves soulignent que le photographe n'avait pas l'expertise d'un vétérinaire. Cette première enquête mène à une seconde (E2) : les élèves, curieux de comprendre plus en profondeur les éléments énoncés dans l'analyse de la vidéo, se questionnent ensuite sur les causes et les conséquences de la disparition potentielle des ours polaires.

Il est également possible de constater qu'une même enquête peut se segmenter en parties distinctes. C'est le cas de l'E2 qui se déploie sur deux pans de recherche : d'une part, les élèves se penchent sur les causes de la disparition potentielle des ours polaires, et d'autre part, ils s'interrogent sur les conséquences de celle-ci.

« C'est que il y a aussi le réchauffement climatique, peut-être pas le réchauffement climatique, mais peut-être que vu qu'il n'a plus beaucoup de nourriture justement à cause du réchauffement climatique, sûrement qu'ils vont essayer de s'avancer pour chercher des poissons puis de la nourriture. »

Dans cet extrait, l'élève explique les causes de la disparition des ours, soit le réchauffement climatique et le manque de nourriture, puis une conséquence découlant de ces causes, soit que les ours se déplacent pour chercher de la nourriture. Certes, ces deux tronçons de la recherche sont interreliés, se réalisent simultanément et s'interalimentent, ce qui permet d'expliquer qu'elles soient analysées comme une seule et même enquête.

Considérant qu'elles mènent les unes aux autres, il serait erroné de dire que les enquêtes se sont toutes mobilisées à l'unisson. La démarche d'enquête s'échelonne sur plusieurs mois et neuf temps de discussions de groupe ont été analysés. À cet égard, la Figure 4 démontre que chacune des discussions ne mobilise pas toutes les enquêtes et qu'elles n'ont pas toutes la même importance dans le processus.

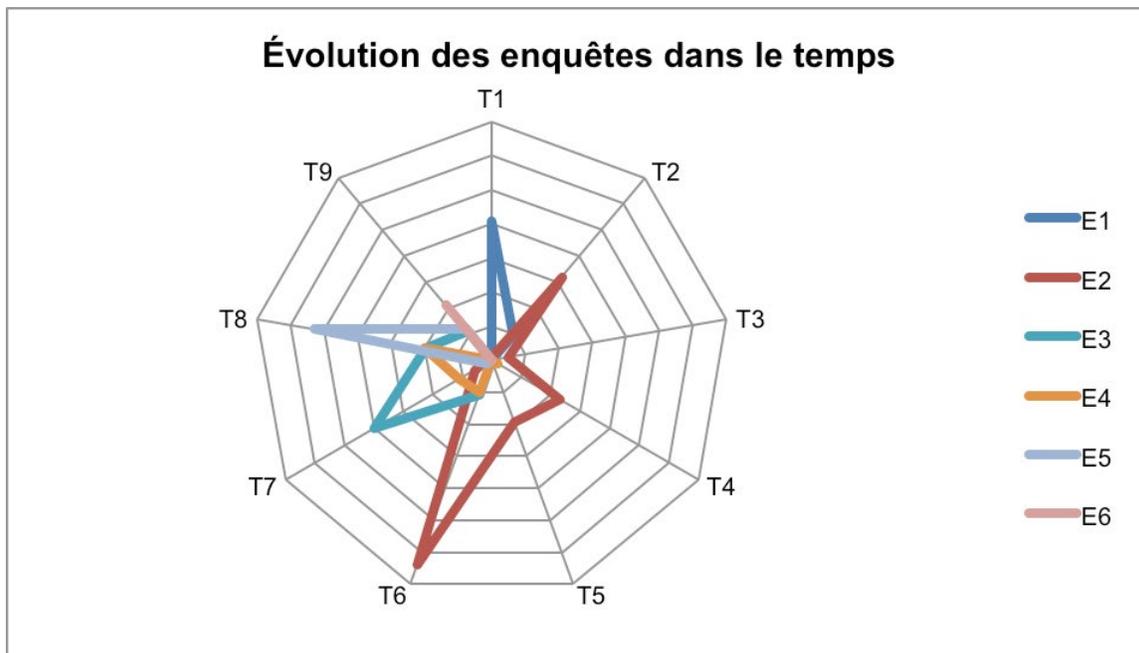


Figure 4. Évolution des enquêtes dans le temps

Par exemple, l'E2 s'étale dans les temps 1, 2, 3, 4, 5 et 6 ; elle accapare donc une part importante du processus. Cela est peu surprenant considérant que la définition du problème de cette enquête se segmente en deux pans distincts — les causes et les conséquences de la disparition des ours polaires — et que l'un d'entre eux représente la question centrale à laquelle les élèves tentaient de répondre, c'est-à-dire « quelles seraient les conséquences de la disparition des ours polaires ? » En revanche, l'enquête 6 (E6) est seulement effleurée au temps 9, ce qui peut s'expliquer par sa nature même, puisqu'elle concerne le travail des scientifiques lorsqu'ils ont effectué une recherche et les étapes subséquentes à la publication de leurs résultats. Ce questionnement émerge en fin de parcours lorsque les élèves s'interrogent sur ce qu'ils vont faire avec les résultats de leurs propres recherches.

Conformément à ce qui précède, il est possible de constater que les questionnements des élèves évoluent à l'intérieur du processus d'enquête. Les élèves problématisent et, à l'intérieur d'une enquête, un nouveau questionnement peut émerger, ce qui amène leur question à évoluer. C'est effectivement ce qui lie plusieurs enquêtes, notamment l'E2 et l'E3 ainsi que l'E2 et l'E4. À la fin de l'E2, les élèves sont en mesure de théoriser, de former leur opinion, un cycle de conséquences qu'ils qualifient

« d'inférial », à la potentielle disparition des ours polaires, comme le démontre l'extrait suivant : « Ça bouleverse la chaîne alimentaire, qui va bouleverser, qui va toucher son habitat, qui va toucher sa reproduction avec les grizzlis puis la reproduction avec les grizzlis, ça va bouleverser la chaîne alimentaire ». Ces conséquences touchent donc plusieurs aspects, notamment la chaîne alimentaire et l'habitat. C'est à partir de ceux-ci que les élèves problématisent à nouveau, reconnaissent un nouveau problème, dans les enquêtes subséquentes. Ainsi, au fil du temps et grâce à l'affiliation de leur compréhension, les élèves tendent à pousser leur réflexion plus loin et à ouvrir de nouveaux pans d'enquête, et ce, à différentes phases de leur enquête.

Dans le même ordre d'idées, les phases de l'enquête telles que proposées par Dewey (1910/2004) ne sont pas systématiquement mobilisées à chacune des enquêtes et, lorsqu'elles le sont, ne sont pas nécessairement incorporées dans la même proportion. Tout comme les enquêtes elles-mêmes, la mobilisation des phases évolue concurremment avec celles-ci dans le temps, comme le démontre la Figure 5.

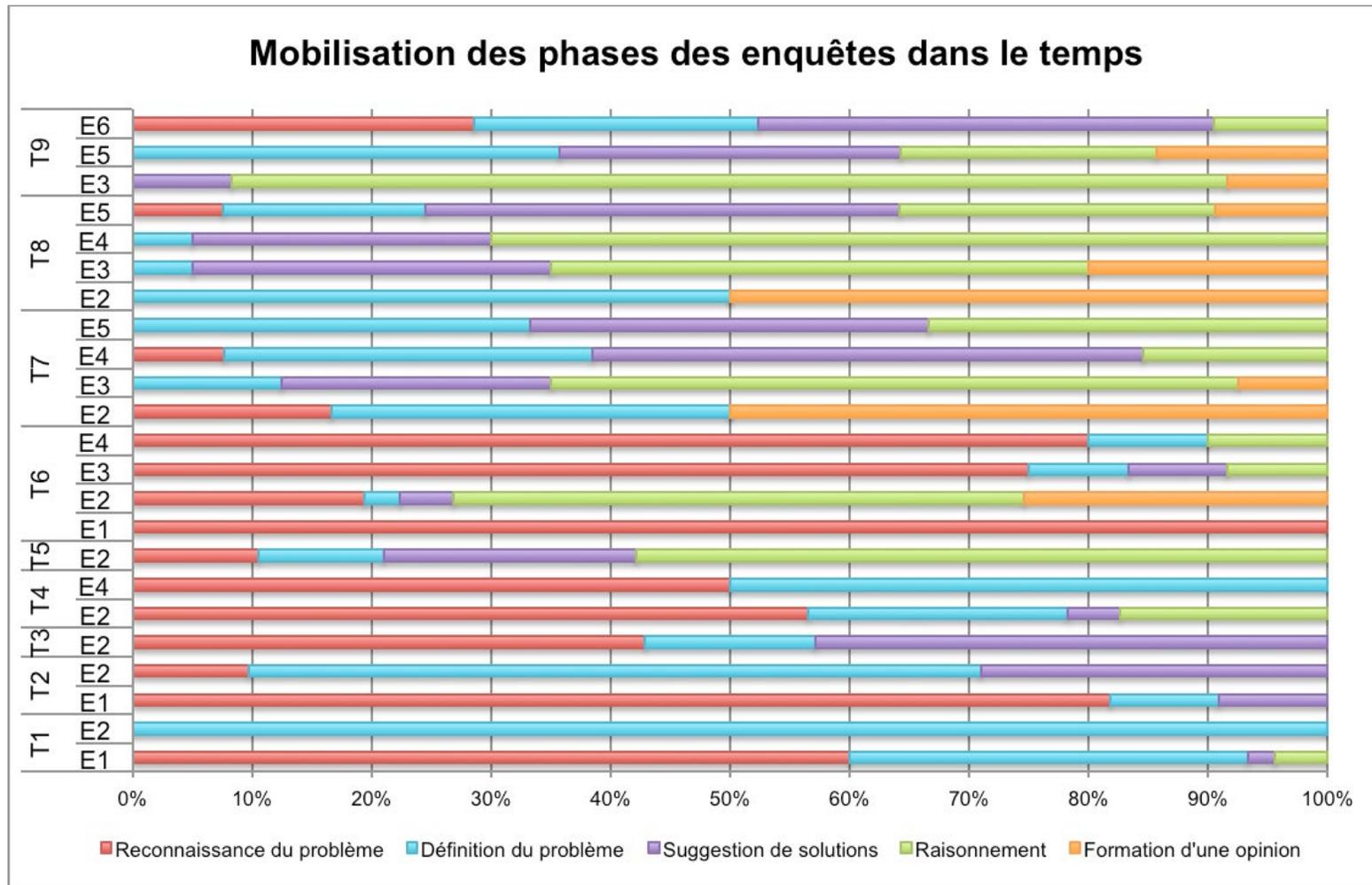


Figure 5. Mobilisation des phases des enquêtes dans le temps

Il est d'abord possible de constater que les deux premières phases, soit la reconnaissance et la définition du problème, prennent une place prépondérante dans chacune des enquêtes. Cela semble conforme aux phases proposées par Dewey (1910/2004), puisque ces dernières permettent aux élèves de déterminer les éléments constitutifs de la situation analysée afin de la cerner adéquatement. Par exemple, dans l'E2, ces phases sont présentes à tous les temps de discussion, possiblement pour permettre aux élèves de se rafraichir la mémoire et de faire le bilan de leurs connaissances. Elles sont particulièrement présentes au début, notamment aux temps 1, 2 et 3, et tendent à laisser place aux phases subséquentes par la suite.

Ensuite, les deux phases suivantes, la suggestion de solutions possibles et le raisonnement, sont généralement interreliées à chacun des temps où elles sont mobilisées. En effet, à travers ces deux phases, les élèves proposent des solutions et évaluent ses dernières à la lumière de leurs connaissances. Elles vont donc de pair. Par exemple :

« É : B'en, avant de sauver les ours polaires, il faut sauver la glace.

[...]

É : Parce que, si y'a plus de, de glace, y'a plus de nourriture.

[...]

É : Si y'a plus d'eau, y'a plus de nourriture. Puis euh, c'est ça.

É : B'en, y'ont plus de territoire.

C : Y'ont plus de territoire. Si y'ont plus de territoire...

É : Ils peuvent plus chasser. »

L'extrait précédent démontre que dans l'E2, qui traite des causes de la disparition des ours polaires, une suggestion de solution possible est de sauver la glace, puis, le raisonnement sous-jacent à cette solution est que si la glace fond, les ours polaires n'ont plus accès au territoire de chasse, et donc à leur nourriture. Le lien entre ces éléments est d'une part indissociable pour aller plus loin dans l'enquête, en prouvant ou en éprouvant la solution à l'aide de faits issus du raisonnement, et d'autre part appuyé sur les connaissances acquises lors des phases précédentes de l'enquête. Ainsi, la suggestion de solutions possibles et le raisonnement semblent émerger habituellement ensemble.

Toutefois, lors de l'E2, il est possible de constater que la phase de suggestion de solutions possibles est énoncée aux temps 2 et 3, sans celle du raisonnement. Parallèlement, les deux premières phases sont encore très présentes dans le discours des élèves à ce moment de l'enquête. Comme Dewey (1910/2004) le mentionne, afin d'arriver au raisonnement qui prouve et éprouve les solutions suggérées, les élèves doivent avoir défini adéquatement le problème pour être en mesure de s'appuyer sur des faits connus. Dans l'E2, la suggestion de solutions possibles apparaît probablement seule en raison d'allers-retours entre celle-ci et les phases de reconnaissance et définition du problème dans le but de circonscrire le problème, ce qui est essentiel pour se positionner quant aux solutions suggérées en formalisant un raisonnement sous-jacent.

« É : Ils disaient que pour sauver les ours polaires, en premier, il faut qu'on sauve la glace.

C : [...] Pourquoi c'est une idée qui pourrait être prometteuse ?

É : J'ai deux choses à dire. Pour que les phoques reviennent, ou pour que la nourriture, qu'elle soit dans leur environnement, pour que la nourriture soit plus abondante. »

L'extrait précédent montre, encore une fois, qu'une suggestion de solution possible est de sauver la glace, et on remarque que les élèves reviennent ensuite sur des faits issus de la définition du problème. À la lumière de ces extraits, il est possible de comprendre que les phases de l'enquête ne sont pas linéaires et, dans leur compréhension et leur problématisation des enjeux étudiés, les élèves ont réalisé plusieurs allers-retours constructifs.

Enfin, il est possible d'observer que la phase de formation d'une opinion n'est pas mobilisée dans chacune des enquêtes. La Figure 5 démontre qu'il s'agit de la phase la moins mobilisée, puisqu'elle n'émerge que dans les enquêtes 2, 3 et 5, et seulement à certains moments spécifiques dans le processus. Par exemple, dans l'E2, elle est mobilisée seulement à partir du T6, et ce, bien que cette investigation ait débuté au T1. Cela semble représentatif, puisque cette dernière étape représente le niveau de conceptualisation le plus complexe de l'enquête de Dewey (1910/2004). Elle représente la concordance entre la solution, le raisonnement et les faits qui permettent une conceptualisation des enjeux, une pensée réflexive de haut niveau. En ce sens, elle

s'appuie sur chacune des phases précédentes. Considérant que l'E2 se scindait en deux aspects distincts et qu'elle a nécessité maints allers-retours entre les phases précédentes, il semble normal que la formation d'une opinion n'ait émergé qu'à partir du T6 et qu'elle ait mobilisé de plus en plus d'espace dans le discours des participants à partir de ce moment. En somme, la mobilisation des différentes phases de l'enquête, notamment la formation d'une opinion, aux différents moments de la démarche des élèves permet d'illustrer que les six enquêtes menées n'engendrent pas toutes le même niveau de réflexivité chez les élèves.

Enquête 3 (E3)

Comme explicité précédemment, l'E3 découle de l'E2 qui étudiait les causes et les conséquences de la disparition des ours polaires. Dans cette dernière, les élèves ont découvert que la disparition des ours blancs aurait un impact important sur la chaîne alimentaire.

« Si l'ours polaire meurt, les animaux que l'ours polaire mange vont être surpeuplés, puis après les animaux surpeuplés vont manger toute la nourriture, puis ils vont mourir de faim parce que y'auront plus assez de nourriture, puis c'est les autres qui vont être surpeuplés. »

Cette formation d'une opinion a fait émerger de nouveaux questionnements chez les élèves, une nouvelle problématisation. En effet, ils se sont mis à enquêter, certes, sur l'alimentation de l'ours polaire, mais plus généralement sur la chaîne alimentaire. Pour ce faire, ils ont mobilisé plusieurs phases de l'enquête (Dewey, 1910/2004), comme le démontre la Figure 6.

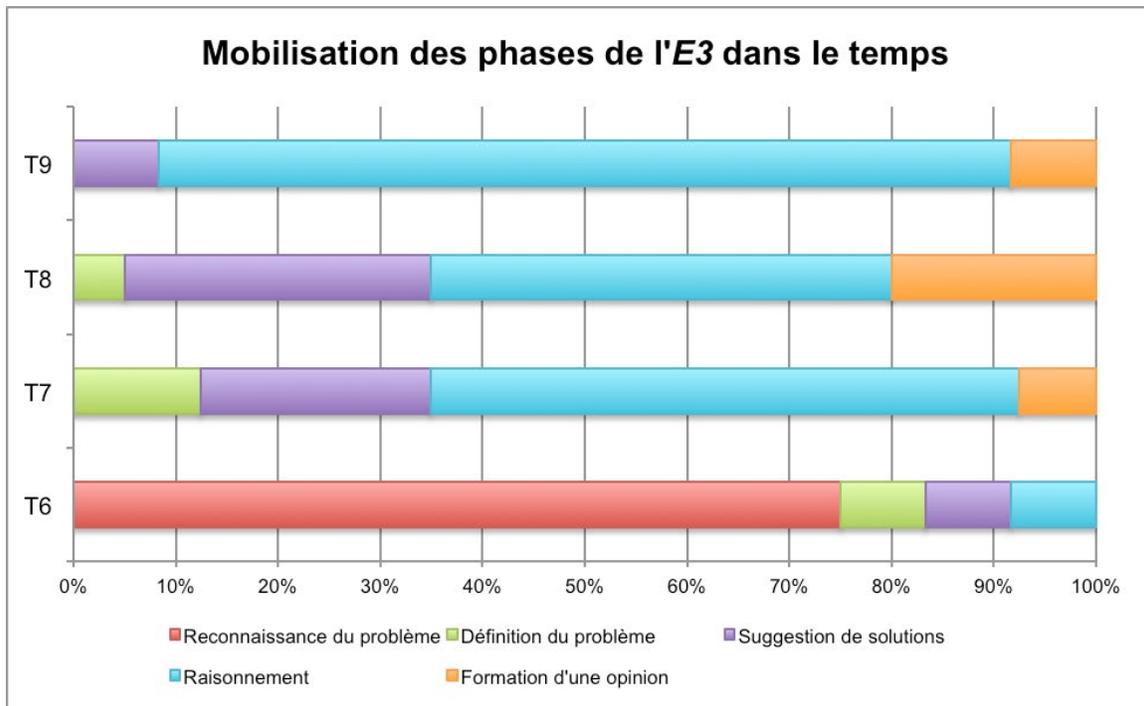


Figure 6. Mobilisation des phases de l'E3 dans le temps

L'E3 débute au T6 et est mobilisé jusqu'au T9. À travers ces quatre plénières, les élèves mobilisent toutes les phases de l'enquête. Or, il est possible de constater certains allers-retours, notamment dans la place qu'occupe la phase de formation d'une opinion.

D'abord, dans le T6, les élèves mettent en commun leurs différentes connaissances quant à l'alimentation des ours polaires, par exemple : « C'est le plus grand carnivore terrestre » ou « ils mangent des phoques, des phoques barbus, [...] des cadavres de morses, [...] des baleines, [...] des calmars, des bélougas [...] et des narvals », ce qui représente la phase de reconnaissance du problème. Cette étape incorpore la majeure partie de la discussion de groupe et, à la lumière des différents éléments soulevés, ils en viennent à définir le problème, c'est-à-dire que les ours polaires éprouvent des difficultés à se nourrir. La suggestion de solution possible est qu'« ils doivent se déplacer pour la nourriture ».

Ensuite, au T7, il est intéressant de voir que la compréhension des élèves évolue, possiblement en raison des recherches effectuées entre les plénières. Cette évolution est bien illustrée dans la façon dont les élèves définissent le problème : « É1 : Les phoques ils s'en vont », « É2 : Il y a plus de glace », « É3 : Il peut plus manger à cause de la fonte

des glaces ». Bien qu'ils nomment la même idée, c'est-à-dire que les ours polaires n'ont plus une quantité suffisante de nourriture, les élèves vulgarisent celle-ci en lien avec leurs connaissances générées par les enquêtes précédentes. La définition du problème se complexifie, puisqu'ils expliquent que l'impact sur la chaîne alimentaire affectera au-delà de l'espèce des ours polaires. Selon cette définition du problème, les élèves proposent plusieurs solutions possibles très créatives afin de répondre au problème et raisonnent sur celles-ci par la suite. Ils proposent d'introduire un nouveau prédateur pour prendre la place de l'ours polaire : « s'il y a un nouveau prédateur, c'est que quand les phoques vont être moins surpeuplés, ils auront plus de nourriture, donc on pourrait, nous on pourrait donner de la nourriture et augmenter de la chasse aux phoques par l'homme ». Ils poussent leur réflexion en proposant d'inclure les communautés inuites déjà impliquées dans cette activité de chasse.

Une autre solution suggérée est de « cloner des ours polaires en Arctique » (E3, T7) pour qu'ils ne soient plus en voie de disparition ou de modifier leur ADN pour qu'ils aient les caractéristiques d'un autre animal afin de survivre aux nouvelles conditions climatiques.

« E1 : Bien, on a juste à changer l'ADN de l'ours polaire avec un animal qui va, qui ne vit pas dans le froid, mais qui peut, qui est capable de résister au chaud.

E2 : Genre le grizzli.

E3 : C'est comme si, on a dit, de prendre l'ADN d'une tortue, elle a vit au chaud, puis elle mange de la laitue, fait qu'on va pouvoir mettre l'ours polaire au chaud. »

Dans leur raisonnement sous-jacent à cette solution, les élèves évoquent plusieurs préoccupations, notamment les changements physiques qu'une telle opération apporterait et les problèmes liés à la reproduction : « ça se peut qu'ils puissent pas faire de bébés, à cause que les tortues, eux, ils ont besoin de sable pour les œufs ». Au bout de leur analyse dans cette plénière, les élèves se positionnent comme experts et s'appuient sur leur raisonnement pour expliquer qu'ils considèrent la solution comme prometteuse : « de lui faire des provisions de nourriture pour éviter qu'il meure », « pour qu'il vive plus longtemps, pour qu'il continue à être bien, pour qu'il puisse continuer à se reproduire ».

À cet égard, le T8 représente un moment charnière dans la problématisation de l'E3. Les élèves ont alors pu rencontrer une biologiste venue pour répondre à leurs différentes questions. Dans le cadre de la piste de solution concernant la modification génétique des ours polaires, elle a amené de nouveaux éléments d'information, notamment qu'il n'est pas possible de faire des croisements entre n'importe quel type d'animal. En ce sens, la venue de l'experte provoque un aller-retour entre les phases du schème de l'enquête, puisque les élèves, à la lumière de ces nouvelles informations (les faits), réévaluent l'opinion qu'ils s'étaient forgée lors du T7 et éprouvent leur solution qui, précédemment, paraissait prometteuse. Leur compréhension, leur pensée réflexive, semble en ressortir complexifiée, notamment parce qu'ils sont en mesure d'expliquer les raisons sous-jacentes de cet abandon. « On pourra pas [modifier génétiquement] parce que après qu'on le fasse une fois, la reproduction, ça va être un nouvel animal, puis après il ne pourra plus se reproduire ». Conformément à ce qui précède, cet exemple illustre ce que Dewey (1910/2004) appelle une piste d'enquête avortée et représente l'itération liée au processus d'enquête, au développement de la pensée réflexive des élèves.

Enquête 4 (E4)

Tout comme l'E3, l'E4 découle de la formation d'une opinion de l'E2. En effet, dans cette dernière, les élèves ont théorisé que « puisque la glace fond, ça fait que des ours doivent se déplacer au sud et que là-bas, il fait plus chaud, donc ils sont moins habitués à ça ». Cette affirmation a amené les élèves à se questionner sur l'habitat qui serait le plus adapté pour l'ours polaire. Comme présenté dans la Figure 7, cette enquête a mobilisé plusieurs phases qui ont évolué dans le temps.

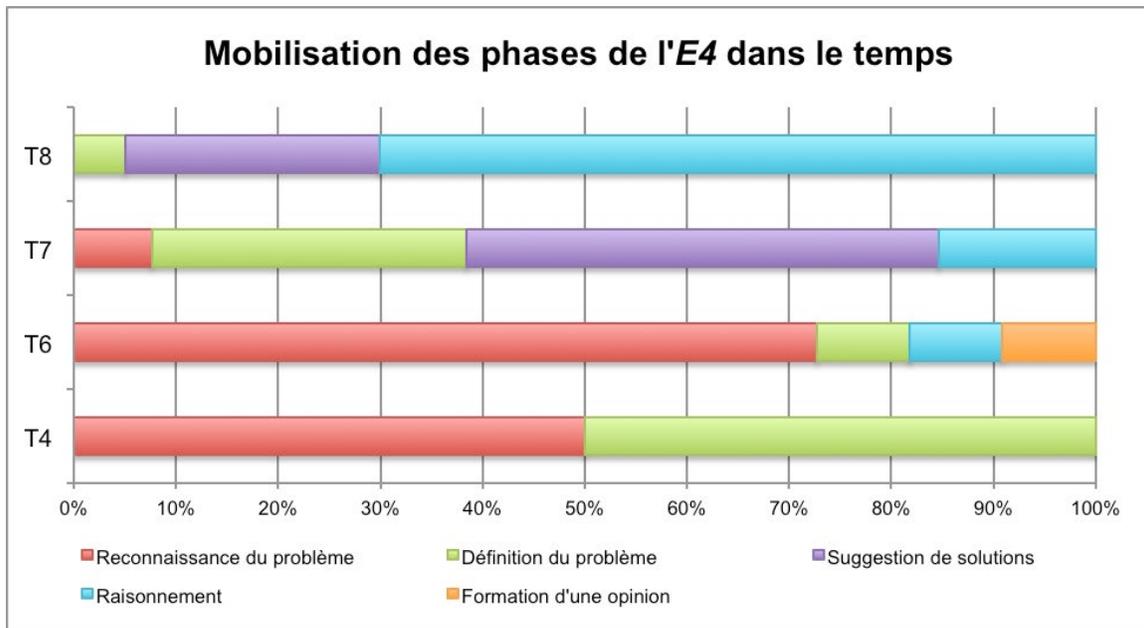


Figure 7. Mobilisation des phases de l'E4 dans le temps

D'abord, la phase de reconnaissance du problème occupe une grande partie du discours lorsque le problème commence à être abordé. Les élèves mettent en commun leurs connaissances en ce qui a trait à l'habitat actuel de l'ours polaire. À la lumière de ces informations et de la compréhension qu'ils se sont forgée des causes de la disparition de ces animaux dans l'enquête précédente, les élèves définissent le problème en disant que « à cause de la fonte des glaces, [...] ça fait fondre leur territoire, ils peuvent plus manger », en plus de se réchauffer alors qu'ils préfèrent vivre au froid. Il est intéressant d'observer que dans le T6, les élèves raisonnent et se forment une opinion quant à l'impact de la fonte des glaces pour l'ours polaire, c'est-à-dire qu'« ils s'en vont plus vers le sud ». Or, comme la question proprement dite n'était pas encore définie, ils n'ont pas formulé de solutions possibles, mais ont tout de même raisonné et formulé une opinion en s'appuyant sur différents faits, notamment en lien avec l'E2. Encore une fois, cela illustre que la démarche d'enquête n'est pas linéaire.

La définition de la question, et donc du problème proprement dit, n'arrive qu'au T7. Les élèves posent explicitement la question « quel serait le meilleur habitat pour l'ours polaire en ce moment ? ». Ils proposent deux pistes de solutions, explorées plus tard, pour que les ours polaires aient un territoire adapté. D'une part, les élèves proposent que les ours polaires soient gardés en captivité. À cela, au T8, notre experte biologiste

explique aux élèves l'ampleur de la population des ours polaires : « en fait, il y a vraiment beaucoup d'ours polaires, fait que ça prendrait vraiment un gros zoo ». À partir de cette affirmation, les élèves raisonnent et sont en mesure de dire qu'effectivement, il y a une population de 45 000 ours blancs sur la planète et que, considérant que c'est un animal massif, la solution n'est pas adaptée. Elle est donc rejetée, avortée. D'autre part, les élèves proposent qu'ils aillent « É1 : où ce qu'il fait plus froid que... l'Arctique... — É2 : L'Antarctique, [...] Au Pôle Nord ». Un élève émet une réserve quant à cette solution : « c'est que s'il veut aller au pôle Sud, il n'y a pas vraiment de chemin où il fait toujours 10 degrés ». En réponse à cela, un autre élève propose de les transporter par avion, puis un quatrième élève s'interroge sur la façon de les capturer. Ces éléments illustrent bien les allers-retours entre la phase de suggestion de solutions possibles et le raisonnement, même si ultimement la piste de solution est éprouvée par les faits, et donc rejetée. L'impact de l'éducation individuelle et collective est également bien représenté dans la négociation de sens qui s'effectue entre les élèves. Ces derniers enrichissent et remettent en doute les solutions proposées de leurs collègues à la lumière de leur compréhension personnelle et, en ce sens, complexifient la pensée réflexive collective. Les processus d'apprentissage personnel et collectif sont intimement liés.

Lorsque les élèves ont abordé le sujet de l'habitat avec la biologiste, cette dernière leur explique qu'il est « important de limiter les interventions humaines » directes auprès des ours polaires et les a guidés vers un nouveau pan de recherche, c'est-à-dire « est-ce que, je vous pose la question, est-ce que vous voyez des solutions autres que de prendre les ours ou changer leur nourriture, ou changer leur habitat, ou... », ce qui, nécessairement, a fait évoluer la question des élèves, et donc leur enquête.

Discussion des résultats

Retombées

D'abord, l'analyse du discours collectif des élèves démontre que les apprentissages sous-jacents à la démarche vont au-delà du curriculum prescrit, comme le documentent Walker et al. (2011). D'une part, d'un point de vue purement scolaire, le projet visait le domaine d'apprentissage de la science et de la technologie. À cet égard, les élèves ont travaillé

l'univers vivant ; plus précisément, ils ont appris les caractéristiques du vivant (nutrition, respiration, croissance, etc.) et son organisation (principaux systèmes physiologiques), comme le prescrit le PFÉQ (MELS, 2001). Ils ont également pris conscience de l'interrelation des systèmes, notamment en lien avec la chaîne alimentaire, et de surcroît, se sont familiarisés avec les enjeux sociaux et les conséquences du réchauffement climatique, ce qui n'est pas prescrit par le Programme. Ce dernier élément démontre bien les retombées de l'approche dans une optique d'alphabétisation citoyenne (Mayes et al., 2014). Il est également important de souligner les apprentissages réalisés dans les autres domaines d'apprentissage, même si à proprement parler ceux-ci n'étaient évalués, soit en géographie (lecture d'une carte), en français (lecture de textes variés et écriture dans différents contextes) ainsi qu'en éthique (besoins des humains et d'autres êtres vivants et leurs interdépendances). Ces éléments représentent les faits sur lesquels les élèves ont pu s'appuyer tout au long de leur processus d'enquête.

D'autre part, les élèves ont développé des habiletés complexes telles que la recherche d'informations, la communication et la collaboration avec leurs pairs et l'exploitation des technologies de l'information et de la communication (TIC). Tout au long de la démarche, les élèves ont effectué des recherches, notamment sur internet, dans des documentaires et des articles de journaux. Ils se sont questionnés sur la validité des sources, ont sélectionné les informations pertinentes à leur sujet et ont travaillé dans une démarche d'amélioration constante des idées par les pairs. Ils étaient donc en constante discussion, en ligne et en présentiel, avec leurs pairs, ce qui représente l'interfécondité de l'éducation individuelle et collective prônée par Dewey (1916/1990). Ces quelques exemples démontrent la concordance du développement de ces habiletés de haut niveau avec le développement des compétences transversales visé dans le PFÉQ (MELS, 2001). Ils vont toutefois au-delà de ce dernier en développant des habiletés de raisonnement déductif et en créant des liens de cause à effet entre les éléments d'information recueillis, notamment illustrés avec l'évolution de la problématisation et du questionnement à travers leurs enquêtes ainsi qu'avec les connaissances souvent acquises lors des enquêtes précédentes, qu'ils exploitent pour construire leur compréhension. Les solutions novatrices qu'ils proposent sont également une illustration parlante de cet aspect.

Ensuite, le discours collectif des élèves démontre également la valeur d'ancrer les interventions dans des contextes réels et authentiques, comme le prône Dewey (1916/1990), dans une optique d'éducation citoyenne (Albe, 2009). À travers leurs

enquêtes, les élèves démontrent une compréhension des enjeux complexes, établissent des liens serrés entre ceux-ci et réussissent à évoquer certaines pistes de solution, ce qui justifie la pertinence de l'approche. En effet, à partir d'une question portant sur les conséquences potentielles de la disparition des ours polaires, ils ont problématisé pour en arriver aux gestes que les individus peuvent faire au quotidien pour les sauver, notamment « [utiliser] des moyens de locomotion verts, ça veut dire qui utilisent pas de, de pollution, qui faut pas de pollution comme la marche, le vélo », « remplacer le plastique, les genres de sacs en plastique par des sacs en paille » ou encore « prendre des objets réutilisables ». Bref, l'utilisation d'une CS permet aux élèves de se familiariser avec les enjeux sociaux et de s'impliquer à leur façon (Albe, 2009).

Limites et pistes de recherches futures

Il est important de mentionner qu'en raison du contexte où la chercheuse était responsable d'enseigner la science et la technologie, les objectifs pédagogiques visaient donc seulement ce domaine d'apprentissage. Il aurait été intéressant d'amener les élèves à pousser leurs connaissances à l'égard des autres domaines d'apprentissage et ainsi de complexifier les contenus abordés dans la démarche. Ainsi, dans une recherche future, il serait intéressant de documenter une démarche d'APP où une CS est exploitée dans un contexte favorisant l'intégration des autres matières.

Ensuite, les métaanalyses font consensus pour dire que les participants à l'APP intègrent mieux (Dochy et al, 2003 ; Gijbels et al., 2005 ; Walker et Leary, 2009) et sur une plus longue période le contenu explicité dans la démarche (Walker et al., 2011) et, dans le même ordre d'idées, Deuchar (2008) prône les bienfaits de l'intégration de CS dans les classes pour permettre aux élèves de développer leur pensée critique et de s'appuyer sur des habiletés plus complexes dans le futur. Or, dans le contexte où le projet s'est échelonné seulement sur une partie de l'année scolaire, il n'était pas possible de documenter les impacts à long terme de celui-ci. Dans une recherche future, il pourrait être pertinent d'échelonner la démarche sur plus d'une année scolaire afin de constater l'impact de cette approche pédagogique sur le réinvestissement des apprentissages et des habiletés ainsi que sur le positionnement citoyen des élèves.

Finalement, dans le cadre du projet, nous documentons le discours collectif des élèves, c'est-à-dire la compréhension collective des enjeux. Afin de complexifier

la compréhension des impacts d'une telle démarche pédagogique et de comprendre ce que l'individu retire de sa participation, il serait pertinent de documenter l'évolution du discours individuel des élèves. Pour ce faire, il serait intéressant d'effectuer des entretiens individuels ponctuels au fil de la démarche afin de constater l'évolution de la compréhension des élèves et l'impact de celle-ci sur leur discours.

Conclusion

À travers la démarche générale d'enquête réalisée par des élèves du primaire, il est possible d'observer une évolution dans leur processus de problématisation et sa complexité. En effet, au fil des allers-retours entre les différentes phases de l'enquête, il est possible de constater que les élèves se basent sur leurs connaissances et en développent de nouvelles à l'aide du raisonnement afin de mettre à l'épreuve leurs suggestions de solutions possibles. Lors de l'aboutissement de ces mises à l'épreuve, de nouveaux segments d'enquête s'ouvrent et une nouvelle problématisation peut être entamée. À plusieurs égards, il est possible de voir un lien entre la problématisation qu'effectuent les élèves et leurs apprentissages, par exemple, dans l'association entre les causes de la disparition des ours polaires et l'habitat idéal de celui-ci. En somme, les élèves bâtissent leur pensée réflexive à travers la démarche d'APP et démontrent des capacités évidentes pour le faire à l'école primaire. Bien que les enquêtes effectuées n'aient pas toutes la même profondeur, les allers-retours entre ces phases et entre les enquêtes elles-mêmes permettent une problématisation ; celle-ci favorise l'appartenance à une compréhension commune, la construction de connaissances, et donc l'apprentissage.

Références

- Albe, V. (2009). *Enseigner des controverses*. Presses universitaires de Rennes. <https://doi.org/10.7202/1006256ar>
- Allaire, S. et Laferrière, T. (2013, 20 mai). Synthèse d'idées et de travaux à propos de la coélaboration/création de connaissances et du Knowledge Forum. *Adjectif.net* <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article234>
- Azer, S. A. (2009). Problem-based learning in the fifth, sixth, and seventh grades: Assessment of students' perceptions. *Teaching and Teacher Education*, 25(8), 1033–1042. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.03.023>
- Barton, K. et McCully, A. (2007). Teaching controversial issues ... where controversial issues really matter. *Teaching History*, (127), 13–19.
- Bereiter, C. et Scardamalia, M. (2014). Knowledge building and knowledge creation: One concept, two hills to climb. Dans S. C. Tan, H. J. So et J. Yeo (dir.), *Knowledge creation in education* (p. 35–52). Springer.
- Bolgatz, J. (2006). Revolutionary talk: Elementary teacher and students discuss race in a social studies class. *Social Studies*, 96(6), 259–264. <https://doi.org/10.3200/TSSS.96.6.259-264>
- Burton, N., Brundrett, M. et Jones, M. (2014). *Doing your education research project*. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.4135/9781473921849>
- CNN. (2017). *Starving polar bear video goes viral* [Communiqué de presse]. <https://www.cnn.com/videos/world/2017/12/15/starving-polar-bear-video-paul-nicklen-cnni.cnn>
- Controverse sociale. (2014). Dans *Le Petit Larousse illustré*. Éditions Larousse.
- Creswell, J. W. et Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry & research design. Choosing among five approaches* (4e éd.). SAGE Publications.
- Denzin, N. K. (1989). *Interpretative biography*. SAGE Publications.
- Deuchar, R. (2008). 'All you need is an idea!': the impact of values-based participation on pupils' attitudes towards social activism and enterprise. *Improving Schools*, 11(1), 19–32. <https://doi.org/10.1177/1365480207086751>

- Dewey, J. (1910/2004). *Comment nous pensons* (traduit par O. Decroly). Seuil.
- Dewey, J. (1916/1990). *Démocratie et éducation* (traduit par G. Deledalle). Armand Colin.
- Dewey, J. (1967). *Logique : La théorie de l'enquête* (traduit par G. Deledalle). Presses universitaires de France.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P. et Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction: the Journal of the European Association for Research on Learning and Instruction*, 13(5), 533–568.
- Fortin, M. A. et Gagnon, J. (2016). *Fondement et étapes du processus de recherche : Méthodes quantitatives et qualitatives* (3e éd.). Chenelière Éducation.
- Fourez, G. (1997). Qu'entend par « îlot de rationalité » ? et par « îlot interdisciplinaire de rationalité » ? *Aster*, (25), 217–225. <https://doi.org/10.4267/2042/8686>
- Fullan, M. (2013). *Stratosphere: Integrating technology, pedagogy, and change knowledge*. Pearson.
- Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P. et Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: A meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, 75(1), 27–61. <https://doi.org/10.3102/00346543075001027>
- Goodnough, K. et Hung, W. (2009). Enhancing pedagogical content knowledge in elementary science. *Teaching Education*, 20(3), 229–242. <https://doi.org/10.1080/10476210802578921>
- Hansen, J. D. (2006). Using problem-based learning in accounting. *Journal of Education for Business*, 81(4), 221–224. <https://doi.org/10.3200/JOEB.81.4.221-224>
- Hart S. A. et Ouellet, D. (2013). Les compétences du 21e siècle. *Observatoire compétences-emplois UQAM*, 4(4). <http://www.oce.uqam.ca/article/les-competences-qui-font-consensus/>
- Hasni, A. et Dumais, N. (2018). Les controverses en sciences : significations et défis pour les universitaires. *Bulletin du Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS)*, (5), 6–12. https://www.usherbrooke.ca/creas/fileadmin/sites/creas/documents/Publications/Bulletin_du_CREAS/5/CREAS_Bulletin_5.pdf

- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Jerzembek, G. et Murphy, S. (2013). A narrative review of problem-based learning with school-aged children: implementation and outcomes. *Educational Review*, 65(2), 206–218. <https://doi.org/10.1080/00131911.2012.659655>
- Kello, K. (2016). Sensitive and controversial issues in the classroom: Teaching history in a divided society. *Teachers & Teaching*, 22(1), 35–53. <https://doi.org/10.1080/13540602.2015.1023027>
- Krippendorff, K. (2013). *Context analysis: An introduction to its methodology* (3e éd.). SAGE Publications.
- Lan, Y.-J., Sung, Y.-T., Tan, N.-c., Lin, C.-P. et Chang, K.-E. (2010). Mobile-device-supported problem-based computational estimation instruction for elementary school students. *Educational Technology & Society*, 13(3), 55–69. www.jstor.org/stable/jeductechsoci.13.3.55
- Lebrun, J. (2018). Contextualisation des apprentissages en sciences et technologies et en sciences humaines au primaire : quels liens avec la vie hors de l'école ? *Bulletin du Centre de recherche de l'enseignement des sciences (CREAS)*, (5), 52–56. https://www.usherbrooke.ca/creas/fileadmin/sites/creas/documents/Publications/Bulletin_du_CREAS/5/CREAS_Bulletin_5.pdf
- Legardez, A. et Alpe, Y. (2001, 5–8 sept.). *La construction d'objets d'enseignements scolaires sur des questions socialement vives : problématisation, stratégies didactiques et circulations des savoirs* [communication orale]. 4e congrès de l'AECSE, Lille.
- Mayes, R., Forrester, J., Schuttlefield, J., Christus, J., Peterson, F., Bonilla, R. et Yestness, N. (2014). Quantitative reasoning in environmental science: A learning progression. *International Journal of Science Education*, 36(4), 635–658. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.819534>
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). (2001). *Programme de formation de l'école québécoise : éducation préscolaire, enseignement primaire*.

- Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/formation_jeunes/prform2001.pdf
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4e éd.). SAGE Publications.
- Pépin, M. (2015). *Apprendre à s'entreprendre en milieu scolaire : Une étude de cas collaborative à l'école primaire* [Thèse de Doctorat, Université Laval]. <https://corpus.ulaval.ca/jspui/handle/20.500.11794/17461>
- Pouliot, C. et Groleau, A. (2011). L'approche des îlots de rationalité interdisciplinaires : pour une éducation aux sciences et à la citoyenneté. *Pédagogie collégiale*, 25(1), 9–14. <http://aqpc.qc.ca/sites/default/files/revue/Pouliot-Groleau-25-1-2011.pdf>
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. Oxford University Press.
- Simic-Muller, K., Fernandes, A. et Felton-Koestler, M. D. (2015). “ I just wouldn't want to get as deep into it ”: Preservice teachers' beliefs about the role of controversial topics in mathematics education. *Journal of Urban Mathematics Education*, 8(2), 53–86. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1086266.pdf>
- Star, J. R. et Rittle-Johnson, B. (2008). Flexibility in problem solving: The case of equation solving. *Learning and Instruction*, 18(6), 565–579. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.018>
- Tsuin Chen, O. (1958). *La doctrine pédagogique de John Dewey*. Vrin.
- UNESCO. (2011). *TIC UNESCO : un référentiel de compétences pour les enseignants*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000216910>
- Veletsianos, G. et Doering, A. (2010). Long-term student experiences in a hybrid, open-ended and problem based adventure learning program. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(2), 280–296. <https://doi.org/10.14742/ajet.1096>
- Villanen, H. (2014). Teachers' reflections on an education for sustainable development project. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(2), 179–191. <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.908526>
- Walker, A. et Leary, H. (2009). A problem-based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels.

-
- Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1), 12–43. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1061>
- Walker, A., Recker, M., Robertshaw, M., Osen, J., Leary, H., Ye, L. et Sellers, L. (2011). Integrating technology and problem-based learning: A mixed methods study of two teacher professional development designs. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(2), 70–94. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1255>
- Weiland, I. S. et Morrison, J. A. (2013). The integration of environmental education into two elementary preservice science methods courses: A content-based and a method-based approach. *Journal of Science Teacher Education*, 24(6), 1023–1047. <https://doi.org/10.1007/s10972-013-9336-1>
- Whittemore, R., Chase, S. K. et Mandle, C. L. (2001). Validity in qualitative research. *Qualitative Health Research*, 11(4), 522–537. <https://doi.org/10.1177/104973201129119299>
- Xin, Z., Lin, C., Zhang, L. et Rong, Y. (2007). The performance of Chinese primary school students on realistic arithmetic word problems. *Educational Psychology in Practice*, 23(2), 145–159. <https://doi.org/10.1080/02667360701320853>
- Yin, R. K. (1984). *Case study research: Design and methods*. SAGE Publications.
- Zembylas, M. et Kambani, F. (2012). The teaching of controversial issues during elementary-level history instruction: Greek-Cypriot teachers' perceptions and emotions. *Theory & Research in Social Education*, 40(2), 107–133. <https://doi.org/10.1080/00933104.2012.670591>