

UNE DÉMARCHE D'ENSEIGNEMENT À PARTIR DE CONTES MATHÉMATIQUES : COMMENT ASSURER LA PÉRENNITÉ DU PRODUIT DÉVELOPPÉ SANS LE DÉNATURER ?

Dominic VOYER

Professeur, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
dominic_voyer@uqar.ca

Marie-Pier FOREST

Doctorante, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
marie-pier.forest@uqar.ca

Marie-Pier GOULET

Professeure, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES
marie-pier.goulet@uqtr.ca

Résumé

La pertinence d'avoir recours à la résolution de problèmes pour enseigner et apprendre les mathématiques est reconnue par de nombreux écrits (Fagnant et Vlassis, 2010). Or, l'actualisation de cette approche pédagogique en classe engendre plusieurs défis pour les personnes enseignantes, notamment celui d'avoir accès et de choisir des problèmes mathématiques qui conviennent aux apprentissages visés (Lajoie et Bednarz, 2014). Pour contribuer à relever ce défi, une recherche-développement a permis d'élaborer une série de contes mathématiques visant à enseigner la numération positionnelle par la résolution de problèmes à des élèves de 6 à 8 ans. Nos contes sont des histoires fictives dans lesquelles les personnages principaux ont besoin des mathématiques pour se sortir des difficultés qu'ils rencontrent. Sous la forme de capsules vidéos, ils sont accompagnés de fiches d'animation pour soutenir les personnes enseignantes dans le pilotage des activités mathématiques. Ce texte présente le processus de cette recherche-développement (Voyer, Forest et Cabot Thibault, 2021), puis les résultats associés à l'objectif de recherche, qui était d'évaluer l'effet de l'approche sur la compréhension conceptuelle de la numération positionnelle des élèves. Les analyses statistiques montrent une augmentation de la compréhension conceptuelle chez les élèves des classes expérimentales (Voyer, Lavoie, Goulet et Forest, 2018). Ce texte présente également le prolongement du projet de recherche dans l'optique de rendre les contes mathématiques développés accessibles à tous ceux et celles qui souhaiteraient les utiliser. Nous témoignons ainsi des idées et des solutions mises de l'avant pour la diffusion du produit développé.

I - MISE EN CONTEXTE DE L'ORIGINE DU PROJET

Ce projet de recherche a émergé d'un besoin des acteurs du milieu de pratique, alors que ces derniers étaient soucieux des difficultés vécues par les jeunes élèves en numération, en particulier dans les écoles issues de milieux socioéconomiques défavorisés. Pour les acteurs du milieu de pratique comme pour l'équipe de recherche, l'intention première était donc la réussite des élèves en mathématiques, et c'est notamment par le biais de contes mathématiques et d'un accompagnement du personnel enseignant que cette intention s'est concrétisée.

Ce texte relate ainsi les grandes lignes de ce projet de recherche qui s'est déroulé sur une période de plus de dix ans. Nous présenterons d'abord brièvement le processus de recherche-développement (RD) ayant mené à l'élaboration de contes mathématiques dans une optique d'enseignement-apprentissage par la

résolution de problèmes (Voyer, Forest et Cabot-Thibault, 2021). Ensuite, les principaux résultats quantitatifs de cette recherche seront exposés (Voyer, Lavoie, Goulet et Forest, 2018). Ces deux premières sections nous amèneront enfin à approfondir la diffusion du produit développé, c'est-à-dire l'approche des contes mathématiques telle qu'elle a été expérimentée dans le cadre du projet. Nous discuterons du compromis que nous avons tenté de trouver pour rendre le produit disponible en libre accès afin d'en assurer la pérennité, mais sans le dénaturer.

II - PROCESSUS DE RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT

Ce projet de RD s'inscrit dans la grande famille des recherches appliquées visant à soutenir l'amélioration de situations éducatives. La RD se distingue toutefois par « sa double finalité de développement (concevoir ou adapter un ou des produits en réponse aux besoins ou aux demandes du milieu de pratique) et de recherche (générer des connaissances scientifiques) » (Bergeron, Rousseau et Bergeron, 2021, p. 7). Pour décrire notre processus, nous prenons appui sur la démarche développée et opérationnalisée par Bergeron et al. (2020, voir figure 1). Il s'agit plus précisément de cinq phases flexibles et itératives : 1) la phase de précision de l'idée de développement ; 2) la phase de structuration de la solution inédite ; 3) la phase de développement du prototype ; 4) la phase d'amélioration du prototype et 5) la phase de diffusion du produit et des résultats de recherche. Bien que ces phases soient présentées dans un ordre séquentiel, il est fréquent que le chercheur-développeur doive revenir sur des phases précédentes et faire des allers-retours, d'où le caractère ouvert et itératif de la démarche (Bergeron, Rousseau et Dumont, 2021).

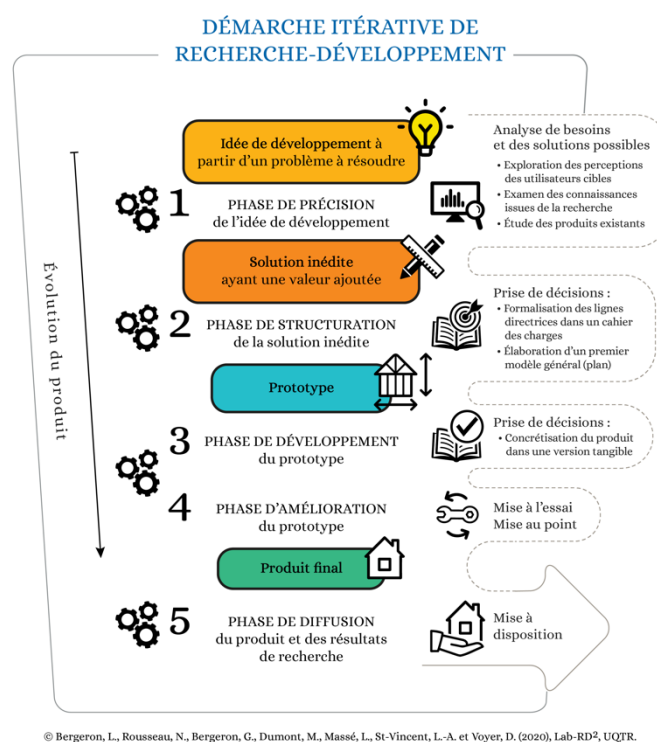


Figure 1. Démarche itérative de RD (Bergeron et al., 2020)

1 Phase de précision de l'idée de développement

Pour en arriver à développer un produit en adéquation avec les besoins du milieu de pratique, il est nécessaire de faire une analyse préalable approfondie. Dans ce projet, cette analyse s'est déroulée en trois principaux temps se chevauchant. Dans un premier temps, un examen des connaissances issues de la recherche a été réalisé à partir d'une recension des écrits. Cet examen a permis d'identifier les concepts mathématiques sur lesquels il était pertinent d'intervenir en fonction du niveau scolaire des élèves, soit

la numération positionnelle pour les élèves de 6 à 8 ans. Il a aussi mis en évidence l'importance de favoriser une compréhension conceptuelle¹ des mathématiques chez les élèves par le biais d'une approche d'enseignement-apprentissage par la résolution de problèmes (Kilpatrick, Swafford et Findell, 2001 ; Pellegrino et Hilton, 2012). Dans un second temps, un questionnaire d'enquête a permis d'explorer les perceptions des utilisateurs cibles du produit, c'est-à-dire le personnel enseignant. L'objectif de ce questionnaire était de recueillir les préoccupations des personnes enseignantes concernant les difficultés mathématiques les plus fréquemment rencontrées par leurs élèves, ce qui a orienté la structuration de la solution inédite. Ce questionnaire a d'ailleurs révélé une disparité entre la perception du personnel enseignant quant à l'origine des difficultés des élèves et les causes sous-jacentes de ces difficultés (Voyer, Lavoie et Forest, 2019). Pour en donner un exemple concret, les personnes enseignantes avaient tendance à interpréter les difficultés calculatoires des élèves comme résultant d'une méconnaissance des algorithmes et des procédures, alors qu'en réalité, la véritable source de ces difficultés résiderait dans une compréhension incomplète de certains concepts fondamentaux, comme le concept de nombre ou le concept de numération positionnelle. Dans un troisième temps, afin de nous assurer de la valeur ajoutée du produit, nous avons analysé les produits existants adressés aux jeunes élèves selon une approche d'enseignement-apprentissage par la résolution de problèmes mathématiques.

En somme, cette phase de précision a clarifié le problème pour lequel nous étions à la recherche d'une solution novatrice : les jeunes élèves sont peu placés devant de véritables problèmes permettant de développer une compréhension conceptuelle (Lajoie et Bednarz, 2014), notamment une compréhension conceptuelle de la numération positionnelle. Ce concept est pourtant à la base de plusieurs connaissances futures en mathématiques (Moeller, Pixner, Zuber, Kaufmann et Nuerk, 2011). La conséquence de cette situation est que les élèves développent une compréhension davantage procédurale de la numération positionnelle. Pour plusieurs, cette compréhension limitée est une source d'embuche dans l'apprentissage d'autres notions mathématiques, qui sont entre autres fondées sur la numération positionnelle. C'est donc en réponse à ce problème que l'idée des contes mathématiques a émergé. Nous sommes partis du fait que les jeunes enfants aiment se faire raconter des histoires et nous avons décidé de leur raconter des histoires à travers lesquelles ils pourraient faire des mathématiques. Cela dit, l'idée de développer des contes à partir desquels les élèves pourraient apprendre les mathématiques n'était pas suffisante. Nous avons rapidement pris conscience qu'il fallait aussi développer des outils accompagnant les contes afin de soutenir les personnes enseignantes. L'idée de développement s'est donc complexifiée : en plus des contes, elle allait comprendre des activités mathématiques pour les élèves et du soutien pour les personnes enseignantes.

2 Phase de structuration de la solution inédite

Avant d'entamer la phase de développement du prototype, il est essentiel d'établir un plan qui servira de référence tout au long du processus, ce que Bergeron, Rousseau et Dumont (2021) appellent un cahier des charges. Le nôtre comprenait quatre principaux éléments : les contes mathématiques, les activités mathématiques avec leur matériel de manipulation, un guide d'accompagnement et une formation. À partir des constats issus de la phase de précision, des décisions ont été prises concernant les principales orientations de chacun de ces quatre éléments. Nous avons ainsi identifié les caractéristiques idéales du produit à développer, ce qui nous a guidés dans les phases subséquentes (pour plus de détails, voir Voyer, Forest et Cabot-Thibault, 2021). Le tableau 1, ci-après, en présente les grandes lignes. Sommairement, nous souhaitons que nos contes soient une série d'histoires fictives et imaginées dans lesquelles les personnages principaux auraient besoin des mathématiques pour se sortir des difficultés qu'ils rencontrent. Après l'écoute des histoires en classe, les élèves seraient invités à venir en aide aux

¹ La compréhension conceptuelle se définit notamment par la capacité des élèves à établir des liens entre les concepts mathématiques (Hiebert et Grouws, 2007 ; Schneider, Rittle-Johnson et Star, 2011).

personnages, et par le fait même, à faire eux aussi des mathématiques. Nous voulions également soutenir les personnes enseignantes dans le pilotage de ces activités mathématiques, ce qui a pris la forme d'un guide d'accompagnement pour chaque conte et d'une formation.

Éléments du produit	Caractéristiques idéales des éléments à développer
Contes mathématiques	• Sont adaptés aux élèves ciblés (p. ex., longueur, vocabulaire, nombre de mots par phrase, syntaxe, etc.). • Sont imaginés. • Sont captivants. • Incluent des problèmes reliés aux mathématiques vécus par les personnages principaux afin de motiver les élèves à vouloir les résoudre.
Activités mathématiques	• Sont en cohérence avec l'histoire vécue par les personnages (p. ex., si les personnages doivent compter des canettes, les élèves ont accès à des canettes en classe). • Incluent l'accès à du matériel de manipulation visant à soutenir le raisonnement des élèves.
Guide d'accompagnement	• Vise à soutenir les personnes enseignantes dans la préparation et le pilotage des activités mathématiques. • Aide à prévoir le déroulement des activités mathématiques (p. ex., intentions pédagogiques, solutions attendues, erreurs fréquentes, questions de relance possibles, etc.).
Formation	• Vise à outiller les personnes enseignantes par rapport aux concepts mathématiques en jeu et par rapport au pilotage d'une approche d'enseignement-apprentissage par la résolution de problèmes.

Tableau 1. Résumé des éléments du produit à développer (adapté de Voyer, Forest et Cabot-Thibault, 2021)

3 Phases de développement et d'amélioration du prototype

C'est pendant la phase de développement du prototype qu'une première version tangible du produit a été développée. Une série de six contes mettant en vedette Philippe, Stéphanie et Jacob, trois enfants d'âge primaire, a ainsi été élaborée. À travers l'ensemble de la série, seize problèmes sont rencontrés par ces personnages, ce qui correspond à un problème dans le conte d'introduction et trois problèmes dans chacun des cinq contes subséquents. Tous les problèmes, qui nécessitent le recours aux mathématiques pour être résolus, font plus précisément appel au concept de la numération positionnelle. Après chaque problème, l'écoute du conte s'arrête pour que les élèves de la classe puissent aider les personnages principaux à résoudre ledit problème. Il convient cependant de souligner que l'histoire en soi existe au-delà des problèmes mathématiques rencontrés par les personnages. Cela signifie que les contes demeureraient intéressants même si les activités mathématiques n'étaient pas vécues en salle de classe.

Pendant les phases de développement et d'amélioration du prototype, de nombreux allers-retours ont eu lieu afin de bonifier le produit développé, que ce soit entre les membres de l'équipe de recherche, avec des personnes enseignantes ou avec d'autres professionnels, dont une illustratrice. Ces allers-retours ont porté sur de nombreux aspects : la trame narrative des contes, les problèmes mathématiques intégrés à la trame narrative, les illustrations, le matériel nécessaire à la réalisation des activités mathématiques, le contenu du guide d'accompagnement, etc. Nous en présenterons ici brièvement quelques exemples. Un premier exemple porte sur les personnages principaux de la série. Dans une première mouture de la trame narrative des contes, les personnages principaux n'avaient pas de personnalité propre à eux. À titre d'exemple, les personnages intervenaient dans les contes sans que leurs propos ne soient influencés par leurs traits de caractère. Rapidement, nous avons réalisé qu'il fallait doter les personnages d'une personnalité unique qui guiderait leurs actions et leurs paroles. De cette manière, les élèves en classe apprendraient progressivement à découvrir leur personnalité en suivant leurs aventures d'un conte à l'autre, à l'instar des séries télévisées pour enfants dans lesquelles les mêmes personnages principaux

reviennent d'un épisode à l'autre. Pour en donner un aperçu, l'extrait suivant résume brièvement la personnalité de chaque personnage (voir figure 2) : « Jacob, Stéphanie et Philippe sont des amis d'âge primaire. Bien qu'ils soient tous les trois très différents, ils sont inséparables. Philippe est l'aventurier, toujours prêt à relever un défi. On le surnomme la petite boule d'énergie. Il a une imagination débordante! Stéphanie, le petit génie du groupe, adore l'école. Elle aime y apprendre de nouvelles choses. Jacob est plutôt le roi de la paresse : il aime dormir et en faire le moins possible. Il suit malgré tout ses amis dans toutes leurs aventures. »

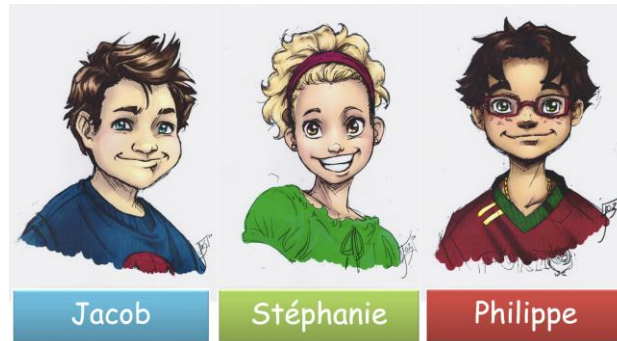


Figure 2. Personnages principaux des contes mathématiques

Un deuxième exemple d'amélioration, toujours en ce qui a trait à la trame narrative des contes, a été l'ajout de personnages secondaires : un personnage fantaisiste, Rapidolutin, et un personnage « fauteur de trouble ». Ces derniers provoquent plusieurs péripéties mettant Stéphanie, Jacob et Philippe dans l'embarras.

L'extrait suivant présente, sous une forme adaptée et abrégée pour les fins du présent texte, le premier des trois problèmes du conte « Un concours de canettes » (adapté de Voyer, Lavoie et Forest, 2019). Il est également possible de consulter gratuitement la capsule vidéo du conte « Un concours de canettes » sur la plateforme du RÉVERBÈRE. L'extrait présenté ici dure en réalité 13 minutes. La fiche d'animation accompagnant ce problème mathématique est présentée en annexe.

En prévision du festival de Jolie-Musique, le maire de la ville souhaite que sa ville soit très, très propre. Pour motiver les citoyens à nettoyer leur quartier, il organise un concours. La première personne qui amassera 200 canettes vides gagnera un prix. Philippe entend le discours du maire à la télévision. Il se voit déjà gagner le concours! Il propose l'idée à ses deux amis, qui acceptent de relever le défi. Avec l'aide des élèves de l'école, les trois amis amassent des canettes qui sont entreposées dans le local du service de garde. Au moment où ils arrivent dans le local pour savoir s'ils ont atteint leur objectif, les trois amis découvrent un véritable fouillis : toutes les canettes sont éparpillées. C'est assurément un coup de Rapidolutin! Les amis entreprennent de nettoyer le désordre avant que les adultes ne s'en aperçoivent...

Lorsqu'ils ont enfin terminé, les trois amis sont épuisés... Surtout Jacob, qui a l'impression de travailler depuis des heures! Les trois amis regardent la montagne de canettes vides.

- Défi réussi! crie Philippe qui se prend pour un superhéros.
- Woooooooooooo! chuchote Jacob. Avez-vous vu toutes ces canettes?
- C'est certain que nous avons 200 canettes! ajoute Philippe.
- Je ne sais pas s'il y en a 200, mais il y en a beaucoup! répond Stéphanie.
- Nous devons absolument savoir la quantité exacte de canettes avant de les apporter au maire. Et surtout, nous devons le faire avant que « vous-savez-qui » revienne nous jouer un tour! conclut Philippe.
- Pas de problème! Nous allons compter toutes ces canettes! Au travail! dit Stéphanie.
- Ah non, pas encore du travail! murmure Jacob...

Après être parvenu à une version suffisamment développée du produit, une rencontre de concertation a été organisée avec des personnes enseignantes pour recueillir leurs rétroactions sur la pertinence des contes et sur le niveau de difficulté des textes. Cette mise à l'essai de nature fonctionnelle (Harvey et Loiselle, 2009) a permis d'améliorer le produit à partir des savoirs expérientiels des personnes

enseignantes. À titre d'exemple, des personnes ont souligné que certains élèves ne savent pas ce qu'est un maire ou une mairesse d'une ville. Il a donc été proposé d'ajouter une question à poser aux élèves pendant l'écoute du conte. Cela permet ainsi aux personnes enseignantes d'avoir une courte discussion avec leurs élèves afin de s'assurer que tous comprennent ce qu'est un maire ou une mairesse avant de poursuivre l'écoute du conte. Les contes ont par la suite été testés auprès de plusieurs groupes d'élèves en y apportant aussi des bonifications à chaque itération. Cette mise à l'essai de nature empirique (Harvey et Loiselle, 2009) a notamment permis de vérifier si les problèmes mathématiques correspondaient bien au niveau des élèves. Nous avons aussi bonifié notre guide d'accompagnement contenant une analyse a priori, notamment des pistes d'intervention, des questions de relances et des exemples de réponses d'élèves. Dans l'ensemble, ces boucles de mise à l'essai ont eu lieu de manière séquentielle, avec une amélioration du produit entre chaque mise à l'essai, plutôt que de manière simultanée. Lorsqu'une version satisfaisante du produit a été obtenue (bien que nous soyons conscients qu'il y a toujours place à l'amélioration), un devis quasi expérimental de type prétest/posttest avec groupe témoin a été mis en place (Fortin et Gagnon, 2022) afin d'évaluer l'effet de l'approche sur la compréhension conceptuelle de la numération positionnelle des élèves.

4 Phase de diffusion

En cohérence avec la double finalité de la RD, la phase de diffusion comprend à la fois la diffusion des résultats de recherche (finalité de recherche) et la mise à disposition du produit final (finalité de développement). La diffusion des résultats de recherche n'a pas posé de défis particuliers. Les résultats de cette recherche ont été présentés par le biais de différents canaux de diffusion en ciblant des publics variés, à la fois dans les communautés scientifiques et professionnelles (Forest et Voyer, 2019a, 2019b ; Voyer et Forest, 2021 ; Voyer, Forest et Cabot-Thibault, 2021 ; Voyer, Lavoie et Forest, 2019 ; Voyer, Lavoie, Goulet et Forest, 2018). Un résumé des principaux résultats quantitatifs est présenté à la section 3. La mise à disposition du produit a toutefois été un défi beaucoup plus important, défi qui avait peut-être été sous-estimé. C'est ce défi qui sera approfondi à la section IV, notamment les différentes idées réfléchies et les solutions mises de l'avant.

III - RÉSULTATS DE RECHERCHE

Les résultats sur l'efficacité de l'approche ont été présentés en détail dans Voyer, Lavoie, Goulet et Forest (2018). Rappelons ici que l'analyse de covariance qui a été menée afin de comparer les deux groupes, témoin et expérimental, suggère que l'approche des contes mathématiques a permis aux élèves qui en ont bénéficié de développer une meilleure compréhension conceptuelle de la numération positionnelle que les élèves n'ayant pas vécu l'approche. Une différence statistiquement significative entre les deux groupes a été obtenue avec un effet de modéré à fort ($\eta^2 = 0,10$) pour l'ensemble des élèves. Ce résultat, bien que très intéressant pour valider l'efficacité du produit que nous avons développé en réponse au besoin initial, ne nous permettait pas de savoir si les élèves avec les plus grandes difficultés pouvaient eux aussi bénéficier de l'approche des contes mathématiques. Nous avons alors mené une analyse de covariance avec cette fois seulement les élèves qui ont eu un résultat sous la moyenne au prétest. Les résultats nous permettent de conclure à une différence statistiquement significative entre les deux groupes à l'avantage du groupe expérimental. À nouveau, l'effet de l'approche des contes mathématiques en comparaison avec l'enseignement reçu dans les classes témoins peut être qualifié de modéré à fort avec une valeur d'êta-carré partiel de 0,11. Selon Cohen (1988), un êta-carré partiel de 0,06 indique un effet modéré alors qu'un êta-carré partiel de 0,14 suggère un effet de grande taille.

L'intérêt de nos résultats réside notamment dans les questions utilisées pour établir le rendement au prétest et au posttest. Nos tests évaluaient particulièrement la compréhension conceptuelle de notre système de numération positionnelle, ce qui est directement lié au besoin à l'origine du projet. Par notre approche des contes mathématiques, les élèves sont invités à résoudre des problèmes mathématiques

et, par le fait même, à développer une compréhension en profondeur de notre système de numération. Puisque les activités mathématiques proposées aux élèves ont été créées spécialement pour favoriser une compréhension conceptuelle des notions mathématiques, ici la numération positionnelle, nous sommes dans une situation très profitable sur différents plans. D'abord, l'objectif d'aider les élèves avec le plus de difficulté est atteint sans pour autant avoir à les identifier et à mettre en place des mesures particulières spécifiquement pour eux. Ensuite, les personnes enseignantes ont, avec les contes, un moyen de proposer de véritables problèmes aux élèves et un moyen de mettre en œuvre un enseignement des mathématiques par la résolution de problèmes, avec les avantages que cela comporte, notamment de favoriser une compréhension plus signifiante des notions mathématiques chez les élèves. Ces derniers apprennent donc les mathématiques sans trop s'en rendre compte en voulant aider les personnages.

IV - DIFFUSION DU PRODUIT DÉVELOPPÉ

Après avoir constaté que notre approche des contes mathématiques a eu des effets bénéfiques chez les élèves qui l'ont vécue (Voyer, Lavoie, Goulet et Forest, 2018), nous avons souhaité rendre les contes accessibles à un plus grand nombre de personnes. Pour mettre le produit développé à la disposition d'utilisateurs potentiels, nous souhaitions trouver une formule permettant d'en assurer une certaine pérennité. Il va sans dire que cela a constitué l'un des plus grands défis de ce projet de RD. En effet, pendant la réalisation du projet, le soutien financier octroyé par l'organisme subventionnaire a permis de couvrir les nombreuses dépenses, par exemple l'achat du matériel, la création du matériel par des auxiliaires de recherche, l'impression des contes en versions papier², la libération du personnel enseignant pendant les rencontres de concertation et les journées de formation, les déplacements de l'équipe de recherche, etc. Cependant, cette formule n'était pas viable à long terme, dans une visée de pérennité. À ce propos, St-Vincent, Rousseau et Laforme (2021) soulignent que les coûts (monétaires, en termes de temps, d'énergie, en ressources humaines et matérielles) associés au processus d'une RD constituent l'un des freins liés au développement du produit final. Ainsi, après la fin de la subvention de recherche, plusieurs questions ont émergé afin de trouver le meilleur compromis pour assurer la pérennité du produit, mais sans le dénaturer. Autrement dit, nous étions à la recherche d'une formule permettant de préserver le contexte de l'approche, c'est-à-dire sans altérer ses principes et les intentions avec lesquelles elle a été développée.

Si l'on revient à l'origine d'une RD, l'une de ses finalités est de concevoir ou d'adapter un produit en réponse aux besoins ou aux demandes du milieu de pratique (Bergeron, Rousseau et Bergeron, 2021). Dans les prolongements de cette RD, nous cherchions donc une façon de continuer à répondre à ce besoin. Dans les prochaines lignes, nous témoignerons d'abord des différentes idées auxquelles nous avons réfléchi pour atteindre ce but. Ensuite, nous décrirons plus en détail les solutions que nous avons mises de l'avant, tout en sachant qu'il s'agit de solutions possibles parmi plusieurs autres.

1 Différentes idées pour la mise à disposition du produit

Une première idée à laquelle nous avons réfléchi a été la mise en marché du produit. Il s'agit en effet d'une démarche souvent mise de l'avant à la fin d'une RD pour diffuser le produit développé (Bergeron, Rousseau et Dumont, 2021; Harvey et Loiselle, 2009; Van der Maren, 2003). Cette idée aurait permis de rendre accessibles les versions papier des contes à tous ceux et celles qui le désireraient, mais cela aurait impliqué des coûts financiers. Cette première idée nous aurait aussi permis de bénéficier de l'aide de professionnels tout au long de cette démarche. Or, elle aurait eu pour principal inconvénient de limiter l'accessibilité au produit étant donné le coût nécessaire pour se le procurer. La mise en marché avait aussi

² Initialement, les contes se présentaient sous la forme de livres et non sous la forme de capsules vidéo.

comme inconvenient de ne pas nécessairement inclure l'accompagnement du personnel enseignant tel que nous l'envisagions. En guise d'exemple, si les versions papier des contes mathématiques avaient été vendues sans inclure les autres éléments du produit, par exemple le matériel, le guide d'accompagnement et la formation, il y aurait eu un risque qu'ils ne permettent pas d'atteindre leur objectif, qui est de favoriser la compréhension conceptuelle de la numération positionnelle chez les élèves. À l'opposé, si nous avions voulu inclure tous les éléments du produit, cela aurait considérablement augmenté son coût, et par le fait même, limité son accessibilité. Pour ces raisons, cette première idée a été écartée.

Nous sommes d'avis qu'une approche comme la nôtre doit s'accompagner d'une présentation vulgarisée des fondements théoriques sur lesquels elle s'appuie. Pour un objet différent du nôtre, mais dans un contexte similaire, Drainville (2023) propose de présenter ces fondements théoriques par le biais d'une formation à laquelle les personnes participantes peuvent se référer ultérieurement ainsi que par le biais d'un accompagnement individualisé. Dans cette optique, une seconde idée a été de mettre en place une démarche d'implantation du produit accompagnée par l'équipe de recherche. Cette idée avait pour principal avantage d'inclure la formation et l'accompagnement du personnel enseignant, ce qui aurait permis de présenter l'approche dans l'esprit où elle a été conçue. Cela dit, cette démarche est vite apparue comme peu réaliste à long terme, considérant qu'elle serait trop énergivore en termes de ressources financières et de temps.

2 Solutions mises de l'avant pour la mise à disposition du produit

La solution que nous avons finalement mise de l'avant a été de rendre le produit disponible en ligne en accès libre sur la plateforme du Réseau de recherche et de valorisation de la recherche sur le bien-être et la réussite en contexte de diversité (RÉVERBÈRE)³. Le RÉVERBÈRE est un réseau pancanadien francophone qui a pour finalité le développement et la mise en place de stratégies de mobilisation de connaissances favorisant l'utilisation des connaissances issues de la recherche (Borri-Anadon, Desmarais, Rousseau, Giguère et Kenny, 2021). Dans cette optique, les membres du RÉVERBÈRE développent et mettent à disposition des élèves et des acteurs de l'éducation des produits et des ressources pour favoriser le bien-être et la réussite éducative dans un contexte de diversité. Cela dit, pour que notre approche puisse être autosuffisante sur une telle plateforme en ligne, nous avons dû y apporter certaines adaptations.

Premièrement, les versions papier des contes ont été transformées sous la forme de capsules vidéos. Dans celles-ci, une personne agit comme narratrice et fait la lecture de l'histoire pendant que les illustrations apparaissent à l'écran. Un accent est parfois mis sur certains aspects des illustrations en fonction de l'histoire et quelques éléments sonores ont été intégrés, par exemple des bruits de lucioles lors d'un feu de camp ou une musique de fond lors de certains moments clés. Les capsules vidéos indiquent clairement les endroits où le conte s'arrête pour que les élèves, en classe, vivent une activité mathématique reliée au problème rencontré par les personnages. Dans l'ensemble, l'adaptation des contes en format vidéo en facilite l'accessibilité, puisque les personnes enseignantes n'ont pas à acheter ou à faire imprimer les versions papier des contes. Il convient ici de souligner que c'est seulement la forme qui a changé et non le fond, puisque l'histoire et les illustrations sont demeurées inchangées. Il est possible de consulter les capsules vidéos gratuitement sur la plateforme du RÉVERBÈRE.

Deuxièmement, le guide d'accompagnement a été transformé sous la forme de fiches d'animation dynamiques. Comme ce guide d'accompagnement était initialement dans une forme plutôt traditionnelle, c'est-à-dire un document papier de plusieurs dizaines de pages, nous souhaitions l'adapter en un format plus convivial et synthétisé. Ce travail d'adaptation a été réalisé par quelques allers-retours entre les membres de l'équipe de recherche afin de trouver une façon optimale pour présenter l'information. Ainsi, plutôt que d'avoir un seul guide d'accompagnement comprenant toutes les activités mathématiques des

³ <http://reverbereeducation.com/contes>

différents contes, nous l'avons scindé en différentes fiches d'animation, soit une fiche d'animation par activité mathématique. De cette façon, la disposition des éléments sur la plateforme facilite le repérage des éléments importants (voir figure 3) : pour chaque conte sous la forme d'une vidéo (à gauche), on retrouve les fiches d'animation y étant associées (à droite). À nouveau, il est possible de consulter les fiches d'animation gratuitement sur la plateforme du RÉVERBÈRE. Comme mentionné précédemment, un exemple se trouve également en annexe.

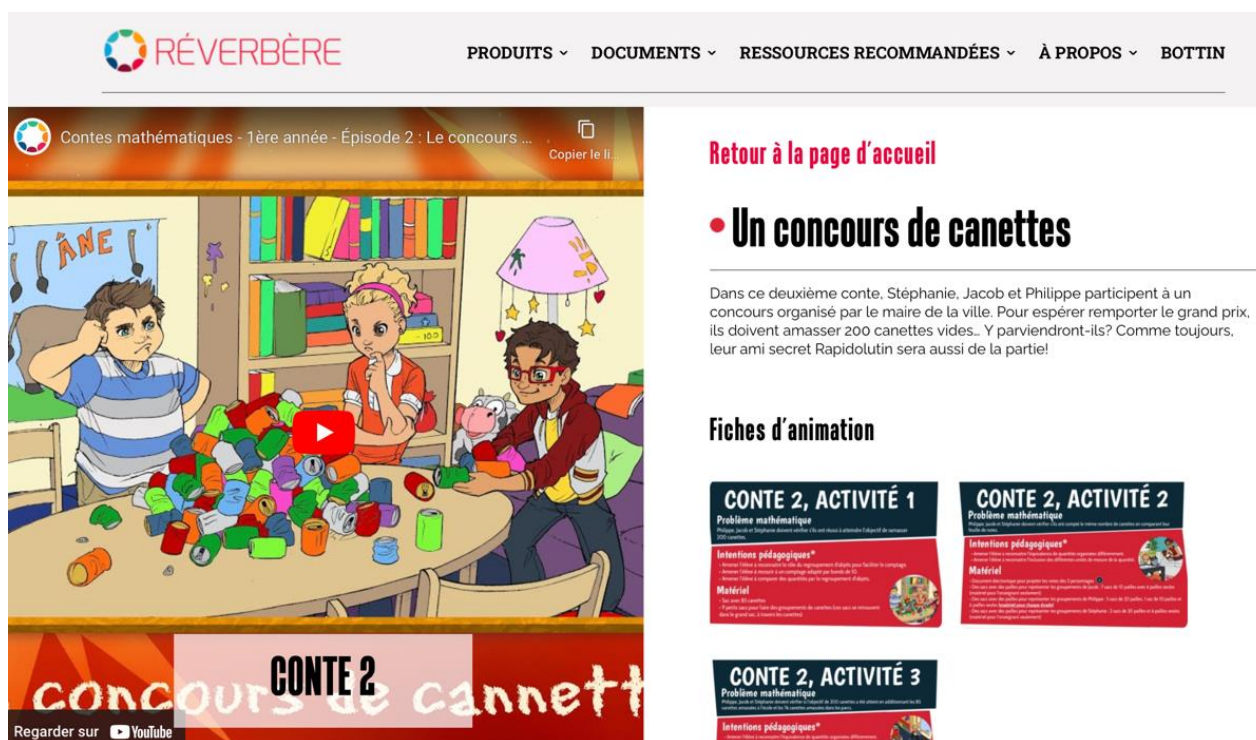


Figure 3. Disposition des éléments sur la plateforme du RÉVERBÈRE

Chaque fiche d'animation, dans laquelle on retrouve les balises nécessaires à la réussite pédagogique de l'approche, est organisée de la même façon afin de faciliter le repérage des informations. Plus précisément, il s'agit du problème mathématique vécu par les personnages, des intentions pédagogiques de l'activité, du matériel nécessaire ainsi que du déroulement global de l'activité, notamment l'animation par la personne enseignante, cette dernière section étant la plus imposante. En effet, on y retrouve des exemples de questions de relance pouvant être posées par la personne enseignante ainsi que des exemples de réponses et d'erreurs fréquentes d'élèves. Ces fiches d'animation sont pensées pour être lues directement en ligne puisqu'elles contiennent certains éléments dynamiques, notamment des compléments d'information. Cela dit, une personne pourrait décider de faire imprimer les fiches si elle le souhaite.

Troisièmement, la formation accompagnant l'approche des contes mathématiques est l'élément qui a demandé le plus d'adaptation. D'abord, [une courte capsule vidéo](#) d'environ quatre minutes a été réalisée pour présenter brièvement les fondements de l'approche, notamment l'importance de développer une compréhension conceptuelle chez les élèves ainsi que les retombées d'un enseignement par la résolution de problèmes. On y retrouve également les principaux écueils à éviter dans la mise en place de l'approche, par exemple ne pas sous-estimer le temps de recherche pour les élèves puisque ce temps est nécessaire pour qu'ils puissent construire leurs connaissances, laisser les élèves aller au bout de leurs idées et prévoir le temps de préparation nécessaire avant le pilotage des activités mathématiques. Cette capsule introductive est présentée dès la page d'accueil des contes mathématiques. Cela dit, nous sommes conscients que cette courte vidéo n'équivaut pas à une formation de plus longue durée ou à un

accompagnement individualisé. Pour compenser le contact direct avec les personnes enseignantes utilisatrices des contes que nous n'avons plus, nous diffusons le produit développé directement auprès des milieux de pratique, notamment lors de différentes activités de développement professionnel adressées aux personnes enseignantes du primaire (Voyer, Forest et Corbin, 2023 ; Voyer, Forest et Goulet, 2022). Nous sommes également à ajouter sur la plateforme du RÉVERBÈRE où se trouvent les contes un onglet par lequel les personnes pourraient poser directement une question à l'équipe de recherche.

3 Projet de diffusion et d'accompagnement en cours

Au courant de l'année scolaire 2023-2024, une nouvelle formule est expérimentée grâce à un partenariat initié par l'École en réseau (ÉER), une initiative financée par le ministère de l'Éducation du Québec. La mission première d'ÉER est « d'accompagner les classes du Québec et d'ailleurs dans la collaboration afin d'enrichir les apprentissages des élèves avec le numérique et de susciter leur engagement » (Nadeau-Tremblay et Boudreau, 2020, p. 78). Existant depuis plus de 20 ans, l'ÉER a d'abord été pensé pour répondre aux besoins de petites écoles, souvent situés en milieux éloignés, dans lesquelles les interactions entre le personnel enseignant et entre élèves du même âge sont nécessairement réduites (Beaudoin et al., 2008). Considérant les résultats positifs constatés au fil du temps, l'apprentissage en réseau s'est rapidement ouvert à toutes les écoles. Aujourd'hui, l'ÉER offre plusieurs types d'activités suscitant la collaboration entre élèves et/ou entre personnes enseignantes délocalisés, par exemple la participation à des séquences pédagogiques, des communautés de pratique (CoP) en réseau et le partage de pratiques inspirantes (Nadeau-Tremblay et Boudreau, 2020). Ces activités s'appuient sur les disciplines du curriculum scolaire et s'adressent aux classes du préscolaire, du primaire et du secondaire. Elles complètent les apprentissages réalisés dans les classes en plaçant les élèves en interaction, à l'oral par visioconférence et à l'écrit sur des plateformes collaboratives, avec des élèves d'autres classes du Québec. L'ÉER offre un accompagnement soutenu aux personnes enseignantes participantes, ce qui crée de riches occasions de développement professionnel.

C'est dans ce contexte que l'équipe de l'ÉER a pris l'initiative de nous contacter pour réfléchir à une forme d'accompagnement des personnes enseignantes à travers la mise en place de l'approche des contes mathématiques. Ainsi, une activité en réseau est proposée aux personnes enseignantes ayant envie de s'entraider dans la mise en oeuvre des contes mathématiques dans leur classe. Cette activité se veut donc complémentaire et non obligatoire, ce qui veut dire qu'une personne enseignante pourrait très bien vivre les contes mathématiques dans sa classe sans nécessairement y participer. Il s'agit plutôt d'une occasion supplémentaire d'interagir avec d'autres personnes qui enseignent au même niveau scolaire et qui expérimentent aussi les contes mathématiques. Les personnes enseignantes peuvent alors partager leurs pratiques, leurs bons coups et leurs défis dans un contexte signifiant.

Bien que la formule puisse évoluer au courant de l'année scolaire, deux types de rencontres se déroulent en alternance par visioconférence : 1) des rencontres entre personnes enseignantes pour soutenir la préparation et l'animation des contes mathématiques et 2) des rencontres interclasses pour un partage collectif avec les élèves autour des contes mathématiques vécus. Les élèves peuvent ainsi partager leurs réflexions et leurs découvertes à l'aide du numérique. Alors que les rencontres sont organisées et coordonnées par une enseignante-ressource de l'ÉER, un membre de l'équipe de recherche et une enseignante vivant les contes dans sa classe depuis plusieurs années sont également présents, ce qui permet de jumeler les connaissances issues de la recherche avec les savoirs expérientiels.

V - CONCLUSION

Pour conclure, la diffusion du produit développé représente assurément l'un des défis les plus complexes auxquels nous avons fait face dans le cadre de cette RD. Nous ne prétendons pas que les solutions

développées sont les meilleures, mais ce sont celles qui nous sont apparues comme le meilleur compromis. Ce processus de RD nous a surtout amenés à réaliser qu'il aurait probablement été plus facile de réfléchir à certaines questions en amont du développement du produit. Soulignons qu'initialement, ce projet ne comprenait pas de manière explicite une méthodologie de RD, ce qui peut expliquer que certaines décisions aient dû être prises plus tard dans le processus. À ce propos, Bergeron, Rousseau et Dumont (2021) affirment que le manque de balises méthodologiques de la RD pourrait expliquer pourquoi certains chercheurs ont recours à la RD sans pour autant l'affirmer de manière explicite. Dans ce contexte, le travail effectué par Bergeron, Rousseau et Dumont (2021) afin d'opérationnaliser le processus de RD contribuera assurément à fournir de meilleurs repères méthodologiques et à valoriser la place de la RD en contextes éducatifs.

VI - BIBLIOGRAPHIE

Beaudoin, J., Inchauspé, P., Laferrière, T., Breuleux, A., Allaire, S., Hamel, C. et Turcotte, S. (2008). *L'École éloignée en réseau. Cinq ans plus tard : bilan et perspectives* (ressource en ligne. Consultée le 10/04/2024, url : <https://eer.qc.ca/publication/1599169909038/ee-cinq-ans-plus-tard.pdf>

Bergeron, L., Rousseau, N. et Bergeron, G. (2021). Quelques propositions méthodologiques pour une recherche-développement dans les contextes éducatifs. Dans L. Bergeron et N. Rousseau (dir.), *La recherche-développement en contextes éducatifs : une méthodologie alliant le développement de produits et la production de connaissances scientifiques* (3-24). Québec : Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv224v0vg.8>

Bergeron, L., Rousseau, N., Bergeron, G., Dumont, M., Massé, L., St-Vincent, L.-A. et Voyer, D. (2020). *Démarche itérative de recherche-développement*. Document inédit, Laboratoire sur la recherche-développement au service de la diversité, Université du Québec à Trois-Rivières.

Bergeron, L., Rousseau, N. et Dumont, M. (2021). Une opérationnalisation de la recherche-développement menée en contextes éducatifs. Dans L. Bergeron et N. Rousseau (dir.), *La recherche-développement en contextes éducatifs : une méthodologie alliant le développement de produits et la production de connaissances scientifiques* (25-44). Québec : Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv224v0vg.9>

Borri-Anadon, C., Desmarais, M.-É., Rousseau, N., Giguère, M.-H. et Kenny, A. (2021). Le bien-être et la réussite en contexte de diversité : un cadre enrichi pour le RÉVERBÈRE.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (2^e éd.). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Drainville, R. (2023). Élaboration et mise à l'essai d'un dispositif pédagogique reposant sur la perspective vygotkienne : soutenir l'émergence de l'écrit des enfants à l'éducation préscolaire en contexte de jeu symbolique (thèse de doctorat, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue) (ressource en ligne). Consultée le 10/04/2024, url : <https://depositum.uqat.ca/id/eprint/1403/>

École en réseau. (s.d.). Historique. ressource en ligne). Consultée le 10/04/2024, url : <https://eer.qc.ca/historique>

Fagnant, A. et Vlassis, J. (2010). Le rôle de la résolution des problèmes dans les apprentissages mathématiques : questions et réflexions. *Éducation Canada*, 50(1), 50-52.

Forest, M.-P. et Voyer, D. (2019a). Recours à la littérature jeunesse pour l'enseignement des mathématiques. *InspirAction*, 2, 11-13.

Forest, M.-P. et Voyer, D. (2019b). Un exemple d'enseignement conceptuel des mathématiques grâce au matériel de manipulation. *Vivre le primaire*, 32(2), 55-57.

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

Harvey, S. et Loiselle, J. (2009). Proposition d'un modèle de recherche développement. *Recherches qualitatives*, 28(2), 95-117.

Hiebert, J. et Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. Dans F. K. Lester Jr (dir.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (371-404). Charlotte : Information Age Publishing.

Kilpatrick, J., Swafford, J. et Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington : National Academy Press.

Lajoie, C. et Bednarz, N. (2014). La résolution de problèmes en mathématiques au Québec : évolution des rôles assignés par les programmes et des conseils donnés aux enseignants. *Éducation et francophonie*, 42(2), 7-23. <https://doi.org/10.7202/1027903ar>

Moeller, K., Pixner, S., Zuber, J., Kaufmann, L. et Nuerk, H.-C. (2011). Early place-value understanding as a precursor for later arithmetic performance — a longitudinal study on numerical development. *Research in Developmental Disabilities*, 32(5), 1837-1851. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.03.012>

Nadeau-Tremblay, S. et Boudreau, C. (2020). Enseignants en réseau : une riche occasion de développement professionnel. *Vivre le primaire*, 33(2), 78-79.

Pellegrino, J. W. et Hilton, M. L. (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington : National Academy Press.

Schneider, M., Rittle-Johnson, B. et Star, J. R. (2011). Relations among conceptual knowledge, procedural knowledge, and procedural flexibility in two samples differing in prior knowledge. *Developmental psychology*, 47(6), 1525-1538. <https://doi.org/10.1037/a0024997>

St-Vincent, L.-A., Rousseau, N. et Laforme, C. (2021). Les responsabilités du chercheur pour une démarche scientifique de qualité en recherche-développement : défis et précautions. Dans L. Bergeron et N. Rousseau (dir.), *La recherche-développement en contextes éducatifs : une méthodologie alliant le développement de produits et la production de connaissances scientifiques* (65-78). Québec : Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv224v0vg.11>

Van der Maren, J.-M. (2003). La recherche scientifique et les recherches en éducation. Dans J.-M. Van der Maren (dir.), *La recherche appliquée en pédagogie : des modèles pour l'enseignement* (15-38). Bruxelles : De Boeck Supérieur.

Voyer, D. et Forest, M.-P. (2021). *Un exemple de développement d'une approche innovante pour enseigner et apprendre les mathématiques par la résolution de problèmes*. Communication présentée au 88^e congrès de l'Acfas, Sherbrooke, Québec.

Voyer, D., Forest, M.-P. et Cabot Thibault, J. (2021). Enseigner et apprendre les mathématiques par la résolution de problèmes : un exemple de recherche-développement. Dans L. Bergeron et N. Rousseau (dir.), *La recherche-développement en contextes éducatifs : une méthodologie alliant le développement de produits et la production de connaissances scientifiques* (157-174). Québec : Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv224v0vg.16>

Voyer, D., Forest, M.-P. et Corbin, M. (2023). *Enseigner la numération positionnelle en première année du primaire à partir de contes mathématiques*. Communication présentée au Clin d'œil sur la recherche d'École en réseau (ressource en ligne). Consultée le 10/04/2024, url : <https://eer.qc.ca/developpement-professionnel/ressource/6238bde5164e090b421e4718>

Voyer, D., Forest, M.-P. et Goulet, M.-P. (2022). *Des contes mathématiques pour découvrir la numération positionnelle avec les élèves du premier cycle du primaire*. Communication présentée au 34^e congrès de l'Association québécoise des enseignantes et des enseignants du primaire, Sherbrooke, Québec.

Voyer, D., Lavoie, N. et Forest, M.-P. (2019). Des contes pour apprendre à compter. *Vivre le primaire*, 32(2), 34-38.

Voyer, D., Lavoie, N., Goulet, M.-P. et Forest, M.-P. (2018). La littérature jeunesse pour enseigner les mathématiques : résultats d'une expérimentation en première année. *Revue canadienne de l'éducation*, 41(3), 633-660. <https://www.jstor.org/stable/26570563>

ANNEXE – FICHE D'ANIMATION DE L'ACTIVITÉ 1 DU CONTE « UN CONCOURS DE CANETTES »

Pour avoir accès à la version dynamique de la fiche d'animation : <https://reverbereducation.com/conte-2-activite-1/>

CONTE 2, ACTIVITÉ 1

Problème mathématique

Philippe, Jacob et Stéphanie doivent vérifier s'ils ont réussi à atteindre l'objectif de ramasser 200 canettes.

Intentions pédagogiques*

- Amener l'élève à reconnaître le rôle du regroupement d'objets pour faciliter le comptage.
- Amener l'élève à recourir à un comptage adapté par bonds de 10.
- Amener l'élève à comparer des quantités par le regroupement d'objets.

Matériel

- Sac avec 85 canettes
- 9 petits sacs pour faire des groupements de canettes (ces sacs se retrouvent dans le grand sac, à travers les canettes)



Déroulement de l'activité

- 
1. Écoute du conte 2 jusqu'à l'arrêt pour l'activité 1
- 
2. Retour sur l'histoire
 Philippe, Jacob et Stéphanie participent au concours de nettoyage organisé par le maire de la ville de Jolie. Les trois amis, avec l'aide des élèves de leur école, doivent ramasser 200 canettes vides qui traînent dans les endroits publics.
- 
3. Retour sur le problème mathématique
 Après avoir rangé le fouillis créé par Rapidolutin qui s'est amusé à éparpiller les canettes partout dans le local du service de garde, les trois amis se demandent s'ils ont réussi à ramasser 200 canettes.
- 
4. Animation par la personne enseignante

À partir de l'image, demander aux élèves leurs hypothèses.

Vider le sac de canettes au sol et demander à nouveau aux élèves leurs hypothèses.

Demander aux élèves comment faire pour savoir s'il y a réellement 200 canettes.

Lorsque les élèves ont l'idée de compter, inviter des élèves à le faire devant la classe.

Lorsque l'idée de groupement par 10 est évoquée, proposer aux élèves de l'essayer. Les petits sacs dissimulés avec les canettes peuvent servir. Les canettes peuvent être comptées à voix haute par le groupe, et éventuellement par bonds de 10.

Si l'idée de groupement par 10 n'est pas évoquée, amener les élèves à réfléchir à des stratégies qui permettent de garder des traces du dénombrement (p. ex., mettre les canettes dans des sacs, écrire les nombres sur les sacs ou au tableau). Au besoin, faire ressortir les limites des paquets qui ne contiennent pas le même nombre de canettes.

Faire ressortir les avantages du regroupement en paquets de 10 par les élèves (p. ex., ça va plus vite que de faire des paquets de 2 ou de 5, c'est plus facile à compter, on a moins de chance de se tromper, on a 10 doigts, c'est comme des dizaines).
- 
5. Retour en groupe
 Les élèves peuvent compter par bonds de 10, puis associer les sacs contenant 10 canettes aux bonds de 10 pour connaître le nombre total de canettes. Lorsque tous les sacs auront été associés aux bonds, il restera 5 canettes (8 sacs de 10 canettes et 5 canettes seules pour un total de 85 canettes).

Voyer, D., Forest, M.-P. et Goulet, M.-P. (2021)

© CC BY - NC-ND 4.0 www.reverbereducation.com/contes

*Inspirés des travaux de Herscovics et Bergeron (1982) ainsi que des travaux de Dionne et Deblois (1995)

Québec 

 REVERBERÉ