

L'ENSEIGNEMENT DE L'ESTIMATION COMPUTATIONNELLE AU QUÉBEC : LA QUESTION DES RESSOURCES DIDACTIQUES

| RIOUX* MIRANDA ET BENRHERBAL** ABDERRAHMANE

Résumé | Dans cet article, nous rapportons une étude exploratoire qui s'intéressait à l'enseignement de l'estimation computationnelle dans trois ressources didactiques québécoises destinées à l'enseignement des mathématiques au troisième cycle du primaire. Nos résultats indiquent que l'arrondissement est la seule stratégie d'estimation présentée aux élèves et qu'il règne, dans les ressources didactiques analysées, une certaine confusion entre estimation, approximation, arrondissement et calcul mental.

Mots-clés : Estimation computationnelle, Enseignement, Ressources didactiques, Stratégies, Arrondissement

Abstract | In this article, we report an exploratory study which focused on the teaching of computational estimation in three Quebec educational resources intended for the teaching of mathematics in the third cycle of primary school. Our results indicate that rounding is the only estimation strategy presented to students and that there is, in the educational resources analyzed, a certain confusion between estimation, approximation, rounding and mental calculation.

Keywords: Computational estimation, Teaching, Educational resources, Strategies, Rounding

I. INTRODUCTION

Imaginons qu'une personne souhaite acheter, dans un marché d'alimentation, deux items non taxables se vendant respectivement 4,60 \$ et 5,20 \$. Au moment de payer, cette personne tend un billet de 20 \$ à la caissière, qui lui remet un billet de 5 dollars, deux pièces de 25 cents ainsi qu'une pièce de 10 cents, pour un total de 5,60 \$. N'ayant pas consulté son reçu de caisse, cette personne sort du marché sans se rendre compte qu'un des items a été facturé en double. Les choses se seraient passées autrement si la personne avait estimé le prix total de ses achats. En effet, cette personne aurait éprouvé un certain malaise en recevant son change, aurait examiné son reçu et signalé l'erreur à la caissière. Cette situation illustre l'utilité de l'estimation dans la vie quotidienne. En fait, l'estimation computationnelle requiert moins de temps et de ressources attentionnelles qu'un calcul exact (Ganor-Stern, 2018). Cela signifie qu'il est plus facile d'estimer que de faire un calcul exact quand le temps presse et que le degré d'attention requis est moins important, notamment en raison des manipulations qui simplifient les nombres ou les opérations concernées. L'estimation computationnelle est également fort utile quand « [...] une réponse approximative fournit un degré de précision contextuellement approprié » (trad. libre de Lemaire et al., 2000, p. 141). C'est le cas dans la situation que nous venons de décrire. Par ailleurs, l'estimation permet de développer une certaine flexibilité en calcul (Star et al., 2009) et pour citer Proulx, elle peut même être « [...] une activité tout simplement intéressante, excitante et stimulante, pour jouer avec les nombres » (Proulx, 2021, p. 21). Pour toutes ces raisons, il semble pertinent d'enseigner l'estimation computationnelle aux élèves et d'outiller les personnes qui ont à l'enseigner.

Dans ce texte, nous rapportons une étude qui s'intéressait à l'enseignement de l'estimation computationnelle au Québec. Nous commençons par exposer la problématique, laquelle fait état de notre ignorance à l'égard du traitement réservé à l'estimation computationnelle dans les ressources

* Université du Québec à Rimouski – Canada – miranda_rioux@uqar.ca

** Université Mohammed VI Polytechnique – Maroc – abderrahmane.benrherbal@um6p.ma

didactiques québécoises. Nous poursuivons en ancrant notre réflexion dans un cadre conceptuel. Ce dernier permet notamment de cerner ce que nous entendons par ressource didactique, situation d'enseignement et estimation computationnelle, et met en relief différentes stratégies qui permettent d'estimer le résultat d'une opération. Après avoir formulé nos objectifs de recherche, nous présentons quelques indications relatives à la méthodologie suivie. Nous y décrivons comment nous avons repéré et analysé les situations d'enseignement de l'estimation computationnelle présentes dans trois ressources didactiques dédiées à l'enseignement des mathématiques au troisième cycle du primaire (élèves âgés de 10 à 12 ans). Enfin, avant de conclure, nous présentons et discutons certains résultats issus de nos analyses. Nous soulignons notamment que l'arrondissement est la seule stratégie d'estimation présentée aux élèves et qu'il règne, dans les ressources didactiques analysées, une certaine confusion entre estimation, approximation, arrondissement et calcul mental.

II. PROBLÉMATIQUE

Au Québec, les élèves doivent être en mesure, à la fin du primaire, d'estimer le résultat des quatre opérations sur les nombres naturels et sur les nombres décimaux (MELS, 2009). Cet apprentissage est fort utile, d'une part pour les raisons relevées en introduction et d'autre part parce qu'il permet aux élèves d'évaluer, *a priori*, la magnitude du résultat d'une opération puis d'examiner, *a posteriori*, la plausibilité du résultat découlant de l'application d'un processus de calcul. Andrews et ses collaborateurs (2022) ont toutefois constaté qu'au Royaume-Uni, les curriculums mettent l'accent sur cette dernière utilité et omettent de mentionner l'utilité de l'estimation computationnelle dans les circonstances où les ressources en temps et en attention sont limitées. Nous sommes donc curieux de voir comment on légitime, au Québec, le recours à cette forme d'estimation.

Si les stratégies d'estimation des élèves semblent bien documentées (Reys et al., 1982 ; Lemonidis et Likidis, 2019), on en connaît très peu sur l'enseignement de l'estimation et à notre connaissance, exception faite des travaux de Bednarz et Proulx (2024), aucune étude n'a été menée, au Québec, pour explorer l'enseignement de ce processus. Comment l'estimation computationnelle est-elle enseignée ? Comment légitime-t-on le recours à cette forme d'estimation ? Quelles situations sont utilisées pour travailler ce processus ? Quelles stratégies privilégie-t-on ? Andrews et ses collaborateurs (2021) signalent que des analyses récentes de documents curriculaires mathématiques européens ont révélé que « [...] la seule stratégie d'estimation mentionnée était l'arrondissement, qui devait être un résultat d'apprentissage en soi et non un support à l'estimation (Andrews et al., 2021; Sunde et al., 2021) » (trad. libre de Andrews et al., 2021, p. 10). Feron-nous les mêmes constats en analysant les ressources didactiques destinées à l'enseignement des mathématiques au Québec ?

III. CADRE CONCEPTUEL

Dans ce cadre conceptuel, nous précisons ce que nous entendons par ressources didactiques et par situations d'enseignement. Nous définissons ensuite l'estimation computationnelle et déclinons quelles sont les principales stratégies de cette forme d'estimation.

1. *Les ressources didactiques et les situations d'enseignement*

De façon générique, les ressources didactiques renvoient aux ressources sur lesquelles peuvent s'appuyer les personnes enseignantes pour alimenter les réflexions menées ou les actions posées dans le contexte de leur pratique professionnelle. Ces ressources peuvent être de différentes natures, mais dans le cadre de ce texte, nous référons plus précisément aux manuels destinés à l'enseignement des mathématiques et aux guides pédagogiques qui les accompagnent. Enfin, en ce qui a trait aux situations

d'enseignement, ces dernières réfèrent aux différentes activités proposées aux élèves dans les ressources didactiques. Il peut s'agir d'une capsule informative, d'une situation-problème, d'une tâche décontextualisée, d'un exercice ou de toute autre activité figurant dans ces ressources et étant destinée à enseigner un objet de savoir donné.

2. *Une définition de l'estimation computationnelle*

Un examen de la littérature scientifique sur l'estimation (Andrews et al., 2022; Sunde et al., 2021) nous a permis de repérer quatre formes d'estimation : l'estimation de la numérosité, l'estimation de la mesure, l'estimation sur la ligne numérique et l'estimation computationnelle. C'est à cette dernière forme d'estimation que nous nous intéressons ici. En première approche, il est possible d'associer l'estimation computationnelle à un processus qui permet de donner une réponse rapide et raisonnable à une opération sur les nombres, et ce, sans effectuer le calcul exact. L'estimation computationnelle permet ainsi d'estimer l'ordre de grandeur du résultat d'une opération arithmétique. Par ailleurs, selon Desli et Liolou (2020), cette forme d'estimation doit se faire mentalement : « L'estimation computationnelle réfère à l'action de déterminer une solution approximative, mais satisfaisante à des calculs arithmétiques par le biais de mathématiques mentales » (trad. libre de Desli et Liolou, 2020, p. 2). Il convient toutefois de distinguer calcul mental et estimation computationnelle, le premier processus produisant une réponse exacte et le second, un résultat approximatif (en ce sens qu'il avoisine la réponse exacte)

3. *Les stratégies d'estimation computationnelle*

Plusieurs stratégies permettent d'estimer le résultat d'une opération sur les nombres (voir Gunes, 2022). Ces stratégies peuvent être regroupées dans trois catégories, selon qu'elles impliquent un processus de reformulation, de traduction ou de compensation (Reys et al., 1982). Voici une description succincte de ces catégories.

Les stratégies de reformulation sont des stratégies qui impliquent une simplification des nombres sur lesquels on opère. L'opération demeure la même, mais les nombres, eux, sont modifiés de manière à simplifier le calcul. Quand une personne arrondit ou tronque les nombres impliqués dans une opération, elle utilise une stratégie de reformulation. Il en va de même lorsqu'une personne modifie les nombres de manière à opérer sur des nombres compatibles. C'est notamment le cas quand elle estime la somme de 1,27 et 12,78 en additionnant 1,25 et 12,75. Les stratégies de traduction sont des stratégies qui impliquent une modification de la structure mathématique du problème. Plus souvent qu'autrement, ces stratégies requièrent une modification de l'opération à effectuer. Imaginons qu'une personne doive estimer la somme des nombres 18,34, 19,01 et 17,99. Cette personne pourrait très bien multiplier 20 par 3 et estimer à 60 la somme de ces trois nombres. Ou encore, si elle est habile en calcul mental, elle pourrait multiplier 18 par 2 et ajouter 19 au produit obtenu. Le résultat estimé (55) se rapprocherait alors davantage du résultat exact (55,34). Les stratégies de compensation sont des stratégies mobilisant des stratégies de reformulation et de traduction et impliquant « [...] un ajustement du résultat estimé, et ce, afin de réduire la différence potentielle entre l'estimation réalisée et le résultat exact » (Rioux, Benrherbal et Couture, 2023, p. 15). Pour fin d'illustration, supposons qu'une personne doive estimer la somme des nombres 18,34, 19,01 et 17,99. Si elle calcule le triple de 20, elle sait que son approximation sera supérieure à la somme de ces nombres, car elle a arrondi les trois nombres à la dizaine supérieure avant d'opérer sur ces derniers. Aussi, pour compenser cette perte de précision, elle pourrait soustraire 5 à 60 et estimer à 55 la somme des trois nombres. Enfin, il est à noter que la stratégie d'arrondissement est une stratégie de reformulation car elle permet de simplifier les nombres sur lesquels on opère. Cela étant dit, cette stratégie de reformulation peut être mobilisée lors des

processus de traduction ou de compensation, s'il y a respectivement modification de la structure mathématique du problème ou ajustement du résultat estimé. Il en va de même de la troncature.

IV. OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Notre recherche s'intéressait à l'enseignement de l'estimation computationnelle au Québec et tournait son regard vers les ressources didactiques québécoises destinées à l'enseignement des mathématiques au troisième cycle du primaire. Elle nourrissait deux objectifs : (1) Décrire les situations utilisées pour travailler l'estimation computationnelle dans ces ressources didactiques et (2) Identifier les stratégies d'estimation computationnelle enseignées aux élèves dans ces mêmes ressources.

V. MÉTHODOLOGIE

Nous donnons ici certaines indications quant à la méthodologie suivie pour atteindre nos objectifs de recherche. Nous commençons par toucher quelques mots sur la constitution du corpus à l'étude et nous poursuivons en renseignant la personne lectrice sur l'analyse des situations recensées.

1. *Constitution du corpus à l'étude*

Plusieurs ressources didactiques peuvent être utilisées pour enseigner les mathématiques aux élèves du troisième cycle du primaire. Dans le cadre de cette recherche exploratoire, nous avons ciblé trois ressources didactiques québécoises, soit *Décimale Mathématique* (Fortier et Leblanc, 2013), *Les irréductibles* (Lord et Bergeron, 2020) et *Caméléon, classe branchée : mathématique* (Bergeron et al., 2014). Bien qu'il s'agisse d'un échantillon de convenance, les ressources didactiques ciblées devaient répondre à certains critères. Elles devaient être québécoises, avoir été publiées après 2009 et affirmer être conformes à la *Progression des apprentissages* (MELS, 2009). Elles devaient servir à enseigner les mathématiques aux élèves du 3^e cycle du primaire (5^e et 6^e année) et être accompagnées d'un guide d'enseignement. De plus, ce guide devait permettre de repérer facilement, dans les manuels de l'élève, les situations impliquant un travail sur l'estimation. En ce qui a trait à la sélection des situations d'enseignement, nous avons consulté le guide d'enseignement de chaque ressource didactique et retenu, dans les manuels de l'élève, les situations que les personnes autrices avaient identifiées pour travailler l'estimation. Quand les guides référaient à un thème comportant plusieurs situations, nous avons considéré toutes les situations de ce thème, question de bien cerner le contexte entourant l'enseignement de l'estimation computationnelle.

2. *Analyse des situations recensées*

Notre premier objectif consistait à décrire les situations utilisées pour travailler l'estimation computationnelle dans les ressources didactiques sélectionnées. Pour atteindre cet objectif, nous souhaitions adopter un cadre d'analyse non contraignant, et ce, afin de pouvoir intégrer à notre description les éléments qui émergeaient au fil de nos observations. Cela étant dit, lorsqu'opportun, nous nous posions les questions suivantes : cette situation mobilise-t-elle l'estimation computationnelle ? Si oui, dans quel contexte s'inscrit cette estimation ? Quelle définition donne-t-on de l'estimation computationnelle ? Comment légitime-t-on le recours à ce processus ? Sans s'y restreindre, ces questions ont orienté notre description des situations utilisées pour travailler l'estimation computationnelle. Il est à noter qu'il s'agit là d'une analyse exploratoire de la transposition externe (Chevallard, 1991) de cette forme d'estimation, considérée dès lors en tant que « savoir à enseigner ». L'attention portée aux contextes qu'empruntent les situations d'enseignement analysées relève par ailleurs de l'idée selon laquelle la transposition externe est d'abord et avant tout un processus de recontextualisation de savoirs décontextualisés. Notre second objectif consistait à identifier les

stratégies d'estimation computationnelle enseignées aux élèves dans ces mêmes ressources. Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé les catégories proposées par Reys et ses collaborateurs (1982) comme cadre d'analyse. Ainsi, à chaque fois qu'une situation enseignait une stratégie d'estimation aux élèves, nous avons tenté de la décrire le plus fidèlement possible et nous avons déterminé s'il s'agissait d'une stratégie de reformulation, de traduction ou de compensation. Notons qu'aucune analyse quantitative n'a été réalisée.

VI. RÉSULTATS

Nous présentons ici les résultats obtenus en analysant les situations d'enseignement de l'estimation computationnelle dans les ressources didactiques ciblées.

1. *Décimale Mathématique (Fortier et Leblanc, 2013)*

Dans cette ressource, un nombre limité de situations d'enseignement mobilisent l'estimation computationnelle. Cela dit, lorsqu'on consulte les guides d'enseignement de cette ressource, on constate que les situations devant mobiliser des connaissances sur l'approximation réfèrent pour la plupart à des situations d'enseignement de l'arrondissement. Aussi, nous constatons que les termes « approximation » et « arrondissement » sont utilisés de manière synonymique. Par ailleurs, cette ressource légitime le recours à l'estimation en avançant que l'approximation accroît la vitesse de calcul, qu'elle facilite le calcul mental, qu'elle est utile lorsqu'on fait des achats et qu'elle permet de vérifier le positionnement de la virgule lorsqu'on multiplie deux nombres décimaux non entiers. Enfin, lorsque notre regard se tourne vers les situations qui mobilisent réellement une estimation computationnelle, nous observons que la quasi-totalité de ces situations invite les élèves à estimer la somme ou la différence de montants d'argent.

L'arrondissement, qui est d'abord et avant tout une stratégie de reformulation, est la seule stratégie d'estimation computationnelle présentée aux élèves dans cette ressource. Ainsi, dans le cahier de savoirs et d'activités A de 5^e année, on indique que « Pour faire l'approximation d'une opération comportant des décimales, on arrondit chaque nombre à l'unité près » (Fortier et Leblanc, 2013, p. 99). Fait intéressant, plus tôt dans ce cahier, on présentait l'arrondissement comme étant une stratégie utile pour faire des approximations : « Arrondir un nombre est utile dans plusieurs contextes. Par exemple, pour faire l'approximation : - des distances parcourues ; des hauteurs de sauts ; du nombre de partisans à un match de soccer » (Fortier et Leblanc, 2013, p. 12). Nous ignorons si ces contextes se prêtent à des estimations computationnelles, à des estimations de la mesure ou à des estimations de la numérosité. Chose certaine, nous avons observé que ces contextes ne sont pas exploités dans les situations d'enseignement proposées ultérieurement. Cela signifie que dans cette ressource, l'accent est mis sur l'enseignement de la technique d'arrondissement et non sur les situations susceptibles de mobiliser l'arrondissement en tant que stratégie d'estimation.

2. *Les irréductibles (Lord et Bergeron, 2020)*

Cette ressource didactique présente l'arrondissement comme étant l'une des stratégies que l'on peut utiliser pour effectuer une estimation, laissant entendre par là qu'il existe d'autres stratégies. En effet, dans le cahier d'apprentissage A de 5^e année, on introduit ainsi l'estimation computationnelle :

Faire une approximation d'un résultat, c'est estimer une réponse près du résultat attendu. Une des façons possibles est d'arrondir les nombres faisant partie de l'opération mathématique. $880 + 1245 = ?$ On peut arrondir pour faire une approximation du résultat : $900 + 1200 = 2100$ (Lord et Bergeron, 2020, p. 53).

L'approximation est également présentée comme étant une stratégie mathématique : « Arrondis les nombres pour faire rapidement l'approximation d'une réponse. Compare ton approximation au résultat pour le valider » (Lord et Bergeron, 2020, p. 154). Ainsi, cette ressource didactique légitime le recours à l'estimation en avançant qu'elle permet de valider rapidement le résultat d'un calcul. Comme c'était le cas pour *Décimale Mathématique*, cette ressource enseigne également aux élèves que l'approximation permet de vérifier le positionnement de la virgule dans le résultat d'une opération impliquant des nombres décimaux non entiers : « Avant d'additionner ou de soustraire des nombres décimaux, il peut être utile de faire une approximation du résultat afin de s'assurer d'avoir bien positionné la virgule dans la réponse » (Lord et Bergeron, 2020, p. 130). Enfin, lorsque les élèves sont appelés à estimer la réponse à de petits problèmes mathématiques mobilisant des opérations sur les nombres décimaux non entiers, les nombres impliqués ne renvoient pas à des montants d'argent, mais bien à des mesures exprimées en kilomètres, en mètres ou en litres. Le problème suivant en offre un exemple :

Fais une approximation. Calcule ensuite le résultat exact.

a) Monsieur Ferrini a parcouru 28,94 kilomètres sur son voilier. De cette distance, 19,57 kilomètres ont été franchis grâce au vent. Quelle distance monsieur Ferrini a-t-il parcourue en utilisant son moteur ? (Lord et Bergeron, 2020, p. 123).

3. *Caméléon, classe branchée : mathématique (Bergeron et al., 2014)*

Dans le cahier d'apprentissage A de 5^e année, nous observons que les situations d'enseignement devant impliquer un travail sur l'estimation renvoient plutôt à des situations d'enseignement du calcul mental. Nous avons effectué les mêmes observations dans le cahier d'apprentissage B de 5^e année. Cela étant dit, à la page 29, dans une section portant sur la multiplication d'un nombre décimal non entier par un nombre naturel, cette ressource introduit l'arrondissement comme étant une stratégie permettant d'estimer un produit :

Pour obtenir le produit approximatif d'une multiplication, arrondis les termes de façon à obtenir le plus de 0 possible. Ces nombres seront plus faciles à calculer.

Afin d'obtenir un produit qui se rapproche le plus possible du produit exact :

- arrondis un terme à la hausse et l'autre à la baisse ;
- ensuite, coupe et colle les zéros (Bergeron et al., 2014, p. 29)

Cette idée d'arrondir un facteur à la hausse et l'autre à la baisse est intéressante dans certaines circonstances, mais ne conviendrait pas à des nombres tels que 18 et 69, le produit de 20 et de 70 étant plus rapproché du résultat exact (1242) que le produit de 10 et 70. De plus, en cherchant à obtenir le plus de 0 possible, on facilite les calculs, certes, mais on court le risque d'obtenir une approximation qui s'éloigne davantage du résultat exact. Enfin, il convient de mentionner que la stratégie consistant à couper et à coller les zéros est une stratégie de calcul mental, et non une stratégie d'estimation computationnelle.

Dans le cahier d'apprentissage A de 6^e année, on parle d'approximation d'un nombre :

Il existe deux moyens d'obtenir une approximation d'un nombre : l'estimation et l'arrondissement.

Faire une approximation par estimation permet de trouver la valeur approchée d'une grandeur quand la valeur exacte est difficile à calculer.

Exemple : Estimer le nombre d'élèves qui participent au cross-country.

Faire une approximation par arrondissement permet de remplacer une valeur exacte par une autre valeur arrondie, donc approximative, à une position donnée (Bergeron et al., 2014, p. 62).

Le premier moyen dont il est question renvoie à une estimation de la numérosité (déterminer approximativement le cardinal d'une collection) et le second, à l'arrondissement, qui n'est pas présenté comme une stratégie d'estimation computationnelle. Bien qu'il existe un lien logique entre ces moyens et l'estimation, leur emploi relève ici de la métonymie. Par ailleurs, ces explications ne viennent ni soutenir, ni légitimer les activités d'estimation computationnelle qui figurent dans les deux pages qui suivent. En effet, à la page 63 est proposé un petit problème à l'intérieur duquel les élèves doivent estimer la somme de différentes durées exprimées en minutes. À la page 64 est proposé un petit problème à l'intérieur duquel les élèves doivent estimer la somme de différents montants d'argent. Enfin, bien qu'il y ait une mention selon laquelle l'arrondissement des nombres facilite les calculs, à notre connaissance, cette ressource didactique ne légitime pas le recours à l'estimation computationnelle.

VII. DISCUSSION DES RÉSULTATS

Nous discutons ici des résultats en lien avec les deux objectifs de notre étude. Seront donc présentés des éléments de discussion relatifs à la description des situations utilisées pour travailler l'estimation computationnelle dans les ressources didactiques sélectionnées et à l'identification des stratégies d'estimation computationnelle enseignées aux élèves dans ces mêmes ressources. Notons que devant l'absence d'études antérieures sur la question, pour l'instant, les résultats dont nous discutons peuvent difficilement être mis en parallèle avec d'autres.

1. *Discussion des résultats relatifs au premier objectif*

Quand il est question d'estimation, les guides d'enseignement des trois ressources réfèrent à des blocs de situations diverses. Lorsque nous examinons ces blocs, nous constatons que peu de situations abordent l'estimation computationnelle telle que nous l'avons définie dans le cadre conceptuel. En effet, il est généralement question d'arrondissement ou de calcul mental, et les situations d'enseignement de l'estimation computationnelle sont parfois absentes des blocs de situations auxquels les guides d'enseignement nous ont référés. Cela signifie que l'arrondissement est souvent présenté de façon très procédurale, et ce, en faisant abstraction du rôle qu'il peut jouer en estimation computationnelle. Cela signifie également qu'il y a une certaine confusion entre calcul mental et estimation, certaines situations invitant les élèves à calculer mentalement le résultat exact d'une opération. En ce qui a trait à la manière de définir cette forme d'estimation, seule la ressource *Les irréductibles* (Lord et Bergeron, 2020) offre aux élèves une définition du processus ; les autres se contentent de présenter l'arrondissement comme étant la stratégie à déployer pour effectuer des approximations. Maintenant, quand nous analysons la manière de légitimer le recours à l'estimation computationnelle, nous avons noté qu'exception faite de *Caméléon, classe branchée : mathématique* (Bergeron et al., 2014), les ressources didactiques analysées mettent l'accent sur l'accroissement de la vitesse de calcul, sur la validation des calculs ainsi que sur la vérification du positionnement de la virgule lors des opérations sur les nombres décimaux non entiers. Enfin, lorsque les problèmes proposés aux élèves sont contextualisés, les ressources didactiques invitent le plus souvent les élèves à arrondir des mesures ou des sommes d'argent avant d'opérer sur ces dernières, mais sans pour autant justifier le recours à l'estimation. En fait, les contextes des situations présentées aux élèves renvoient la plupart du temps à ce que Wager (2012) nommait « activités extrascolaires liées aux mathématiques » et servent

de prétextes pour travailler l'estimation, sans pour autant établir un lien avec les stratégies informelles ou les pratiques culturelles associées à ces activités.

2. *Discussion des résultats relatifs au second objectif*

Dans les ressources didactiques analysées, l'arrondissement, qui est une stratégie de reformulation, est la seule stratégie d'estimation computationnelle enseignée. Cela s'explique probablement par le fait que l'arrondissement est la seule stratégie d'estimation computationnelle mentionnée dans la *Progression des apprentissages* (MELS, 2009), bien que cet objet d'apprentissage ne soit pas explicitement présenté comme étant une stratégie d'estimation. Nous notons par ailleurs que les élèves sont encouragés à utiliser cette stratégie, peu importe les nombres et les opérations concernées, ce qui n'encourage pas le développement de leur flexibilité en calcul. Pourtant, selon Star et ses collaborateurs, être un bon estimateur computationnel implique de connaître plusieurs stratégies et d'être en mesure de sélectionner la stratégie la plus appropriée pour un problème donné et une intention donnée (Star et al., 2009). L'usage exclusif des ressources didactiques analysées ne permettrait donc pas aux élèves de développer pleinement leurs compétences en estimation computationnelle.

VIII. CONCLUSION

L'étude dont il était ici question explorait le traitement réservé à l'estimation computationnelle dans trois ressources didactiques québécoises destinées à l'enseignement des mathématiques au troisième cycle du primaire. Ses résultats indiquent que l'arrondissement est la seule stratégie d'estimation computationnelle qui est présentée. Ce constat nous préoccupe puisque ces ressources n'enseignent pas aux élèves à adapter leur stratégie en fonction des nombres et des opérations concernées, ce qui pourrait avoir une incidence sur le développement de leurs compétences en estimation. En ce qui a trait aux justifications du recours à l'estimation computationnelle dans les ressources didactiques étudiées, nous observons que la plupart sont liées à la validation des résultats de calculs impliquant des nombres naturels ou des nombres décimaux. À l'instar d'Andrews et ses collaborateurs (2022), qui ont étudié les curriculums mathématiques du Royaume-Uni, nous constatons également que les ressources didactiques analysées omettent de faire valoir que l'estimation computationnelle est utile dans les circonstances où les ressources en temps et en attention sont limitées. À notre avis, cela est susceptible d'affecter, chez les élèves, le sens et la portée de cet apprentissage. Pourquoi estimerait-on le résultat d'une opération quand on peut le calculer précisément ? Les réponses à cette question sont à chercher dans des situations similaires à l'exemple que nous avons présenté en introduction, et ce, que l'on considère l'estimation comme un outil à mettre au service de la résolution de problème ou comme un objet de savoir en lui-même. Enfin, l'étude que nous rapportons ici met en lumière une certaine confusion entre estimation, approximation, arrondissement et calcul mental. Est-ce le cas pour l'ensemble des ressources didactiques dédiées, au Québec, à l'enseignement des mathématiques ? Les personnes enseignantes présentent-elles ce processus aux élèves et si oui, comment ? Se limitent-elles aux situations présentes dans les ressources didactiques ? À leurs yeux, quelle est la pertinence de cet objet de savoir ? De plus amples recherches seraient nécessaires pour répondre à ces questions et pour soutenir les personnes qui ont à enseigner l'estimation computationnelle.

RÉFÉRENCES

Andrews, P., Xenofontos, C. et Sayers, J. (2022). Estimation in the primary mathematics curricula of the United Kingdom: Ambivalent expectations of an essential competence. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(8), 2199-2225.

- Andrews, P., Bødtker Sunde, P., Nosrati, M., Petersson, J., Rosenqvist, E., Sayers, J. et Xenofontos, C. (2021). Computational estimation and mathematics education: A narrative literature review. *Journal of Mathematics Education*, 14(1), 6-27.
- Bednarz, N. et Proulx, J. (2024). L'estimation et l'approximation dans l'enseignement des mathématiques : questions et clarifications conceptuelles. *Petit x*, (120), 39-67.
- Bergeron, C., Bergeron, C. L. et Sauvageau, K. (2014). *Caméléon, classe branchée : mathématique, 5e [-6e année] du primaire*. Les Éditions CEC.
- Desli, D. et Lioliou, A. (2020). Relationship between computational estimation and problem solving. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(3), em 0602.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné* (réédition, revue et augmentée). La Pensée Sauvage.
- Fortier, N. et Leblanc, A. (2013). *Décimale mathématique : 5e [-6e] année du primaire*. Pearson.
- Ganor-Stern, D. (2018). Do exact calculation and computation estimation reflect the same skills? Developmental and individual differences perspectives. *Frontiers in Psychology*, 9, article 1316.
- Gunes, G. (2022). Investigation of the computational estimation skills of and strategies employed by pre-service primary school teacher. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0689.
- Lord, S. et Bergeron, M. M. (2020). *Les irréductibles : mathématique, 5e[-6e] année*. Chenelière Éducation.
- Lemaire, P., Lecacheur, M. et Farioli, F. (2000). Children's strategy use in computational estimation. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54(2), 141.
- Lemonidis, C. et Likidis, N. (2019). An integrated hierarchical model of 5th grade students' computational estimation strategies. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(1), 84-106.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et des Sports [MELS]. (2009). *Progression des apprentissages – Mathématique*. Gouvernement du Québec.
- Proulx, J. (2021). Leçons de la classe de mathématiques – estimation. *Vivre le primaire*, 34(3), 19-21.
- Reys, R. E., Rybolt, J. F., Bestgen, B. J. et Wyatt, J. W. (1982). Processes used by good computational estimators. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(3), 183–201. <https://doi.org/10.2307/748555>
- Rioux, M., Benrherbal, A. et Couture, A. (2023). Estimer le résultat d'une opération : pourquoi et comment ? *Vivre le Primaire*, 36(2), 14-16.
- Star, J., Rittle-Johnson, B., Lynch, K. et Perova, N. (2009). The role of prior knowledge in the development of strategy flexibility: The case of computational estimation. *ZDM*, 41(5), 569-579.
- Sunde, P. B., Petersson, J., Nosrati, M., Rosenqvist, E. et Andrews, P. (2021). Estimation in the mathematics curricula of Denmark, Norway and Sweden: Inadequate conceptualisations of an essential competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(1). <https://doi.org/10.1080/00313831.2021.1897881>
- Wager, A. A. (2012). Incorporating out-of-school mathematics: from cultural to embedded practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 15, 9-23.