ÉVALUER LA RESOLUTION DE PROBLEMES DE MANIERE CERTIFICATIVE : UNE QUESTION COMPLEXE

Isaline Ruf, Laura Weiss

Institut de Recherche et de Documentation Pédagogique

La résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques est incontournable. Qu'en est-il de son évaluation ? L'analyse des évaluations cantonales externes de Suisse romande nous a permis de distinguer des types de tâches proposées. Sur la base des catégories obtenues, nous discutons de la pertinence de certaines tâches pour évaluer la résolution de problèmes.

École primaire, évaluation certificative, résolution de problèmes.

INTRODUCTION

La résolution de problèmes est depuis plusieurs années incontournable dans l'enseignement des mathématiques en milieu scolaire, tant au regard des curricula que des moyens d'enseignement. En Suisse romande, on le constate par exemple dans les visées prioritaires du domaine Mathématiques et sciences de la nature (MSN) du Plan d'études romand (PER) : « Se représenter, problématiser et modéliser des situations et résoudre des problèmes en construisant et en mobilisant des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements propres aux Mathématiques […] » ainsi que dans le premier chapitre de chaque axe thématique des cycles 1 et 2 (*Espace*, *Nombres*, *Opérations*, *Grandeurs et mesures*) intitulé « Éléments pour la résolution de problèmes » (CIIP, 2010). L'idée sous-jacente est que la résolution de problèmes est un moyen de développer les connaissances mathématiques des élèves – c'est à travers les problèmes que les outils et notions mathématiques enseignés prennent sens – mais elle peut aussi être un objet d'apprentissage pour elle-même (Favier & Chanudet, 2021).

Bien que la résolution de problèmes soit au cœur des recherches en didactique des mathématiques depuis bien des années, elle reste un sujet très actuel de par sa complexité et les difficultés qu'elle représente pour les élèves et pour les enseignant·es. Néanmoins, si l'enseignement *de* ou *par* la résolution de problèmes en mathématiques a fait l'objet de nombreuses études, la question de l'évaluation de celle-ci est moins documentée (par exemple Sayac & Grapin, 2014 ; Bodin & Grapin, 2018), en particulier en ce qui concerne l'évaluation certificative qui nous intéresse ici.

Dans cette contribution, nous présentons notre réflexion issue de l'analyse des évaluations cantonales externes de Suisse romande de fin d'école primaire[1] (élèves de 11-12 ans) menées en vue de mettre à disposition des enseignant·es romand·es des tâches évaluatives de résolution de problèmes[2]. Après avoir distingué différents types de tâches, nous illustrons chaque catégorie au moyen quelques exemples inspirés de ces évaluations. Enfin, nous discutons de la pertinence d'évaluer la résolution de problèmes de façon certificative et les conditions pour le faire.

---

[1] Dans la plupart des cantons romands, les élèves de fin de primaire réalisent des évaluations cantonales externes portant sur l'ensemble des apprentissages prévus par le PER. Ces épreuves, identiques pour l'ensemble des élèves d'un même canton qui les produit, sont certificatives dans la mesure où elles participent à l'évaluation de leurs compétences, voire à leur orientation scolaire.

[2] Ces tâches évaluatives destinées à des élèves de 8e année leur sont mises à disposition par le biais des *PistEval,* se présentant sous forme de pages Internet : https://bdper.plandetudes.ch/login/?next=/eprocom/maths-8/. Elles contiennent des exemples de tâches évaluatives en lien avec les objectifs du PER, à sélectionner et/ou ajuster par l'enseignant.e lors de l'élaboration de ses évaluations en classe, en fonction des objectifs poursuivis, de ce qui a été enseigné et des apprentissages visés.

CADRAGE THÉORIQUE

Des problèmes avec différentes fonctions

Il existe une variété de problèmes dont les fonctions en situation d'enseignement-apprentissage peuvent être distinguées. En effet, tout problème n'a pas la même visée ni le même enjeu pour l'enseignant·e qui le soumet à ses élèves. Charnay (1992) en propose la catégorisation suivante :

- les problèmes destinés à engager les élèves dans **la construction de nouvelles connaissances** (souvent appelés "situations-problèmes"),
- les problèmes destinés à permettre aux élèves **l'utilisation des connaissances déjà étudiées** (souvent appelés "problèmes de réinvestissement"),
- les problèmes destinés à permettre aux élèves **l'extension du champ d'utilisation d'une notion déjà étudiée** (parfois appelés "problèmes de transfert", avec toute l'ambiguïté liée à ce dernier terme),
- les problèmes plus complexes dans lesquels les élèves doivent **utiliser conjointement plusieurs catégories de connaissances** (parfois appelés "problèmes d'intégration ou de synthèse"),
- les problèmes dont l'objectif est de permettre au maître et aux élèves de **faire le point sur la manière dont les connaissances sont maîtrisées** ("problèmes d'évaluation"),
- les problèmes destinés à **mettre l'élève en situation de recherche et donc de développer des compétences plus méthodologiques** ("problème ouvert")

(Charnay, 1992, pp. 78-79)

Ce sont les problèmes qualifiés « d'évaluation » par Charnay (1992) qui nous intéressent ici. Afin de s'y pencher de manière plus spécifique, il convient de tout d'abord définir ce qu'est une évaluation certificative à l'école.

L'évaluation certificative

L'évaluation fait partie intégrante du travail de tout·e enseignant·e (Roditi, 2016). Selon De Ketele (2010), le processus évaluatif consiste à :

> […] recueillir un ensemble d'informations […] pertinentes dans le choix, valides pour l'exploitation, fiables dans le recueil et confronter, par une démarche adéquate, cet ensemble d'informations à un ensemble de critères […] pertinents dans le choix (cohérent avec le référentiel), valides dans l'opérationnalisation, fiables dans l'utilisation pour attribuer une signification aux résultats de cette confrontation […] et ainsi pouvoir fonder une prise de décision cohérente avec la fonction visée par l'évaluation […] (De Ketele, 2010, p. 31).

Il existe différentes formes d'évaluation qui se distinguent notamment par leur visée ou fonction, que De Ketele (2010) définit comme suit :

> […] évaluer pour orienter une nouvelle action à entreprendre [évaluation d'orientation[3]] ; évaluer pour améliorer une action [ici l'apprentissage] en cours [évaluation de régulation, aussi appelée formative] ; évaluer pour certifier socialement une action considérée comme terminée [évaluation certificative]. (De Ketele, 2010, p. 26)

[3] Cette terminologie est préférée par De Ketele (2010) à celle d'évaluation diagnostique. Selon cet auteur, "l'évaluation d'orientation[-sélection] a pour fonction de préparer une nouvelle action : une nouvelle année ou une nouvelle filière d'études pour un élève ; une nouvelle année scolaire pour un enseignant ou un établissement ; un nouvel enseignement ; une nouvelle séquence d'apprentissage…" (p. 27).

L'évaluation qui nous intéresse ici est l'évaluation certificative au sens de De Ketele (2010). Elle est aussi communément appelée "évaluation sommative" dans le milieu éducatif, mais De Ketele (2010) insiste sur le fait que l'aspect "sommatif" fait référence à la démarche d'évaluation – ici de faire une somme pour attribuer une note – et non à la fonction de l'évaluation. Dans cette contribution, nous nous en tenons à la terminologie "certificative", ce type d'évaluation visant donc à attester du niveau d'acquisition des connaissances et compétences de l'élève au terme d'une ou plusieurs séquences d'enseignement.

Si de nombreuses études se sont intéressées à l'évaluation formative de la résolution de problèmes (par exemple Allal, 1991 ; Scriven, 1967) ou diagnostique (par exemple Demonty, Fagnant & Dupont, 2015), plus rares sont celles qui ont porté, en didactique des mathématiques, sur l'évaluation certificative de telles tâches au niveau primaire. Les publications à propos des évaluations externes internationales telles que TIMSS et PISA (par exemple Bodin & Grapin, 2018) ou nationales (par exemple Grapin & Mounier, 2020) s'intéressent bien aux tâches proposées pour l'évaluation, toutefois il ne s'agit pas d'évaluations certificatives pour les élèves, mais plutôt d'évaluations des systèmes scolaires.

Des catégories de tâches

Quelles sont les tâches utilisées dans les évaluations cantonales externes pour évaluer certificativement les élèves de fin de cycle 2 ? Houdement (2017) propose une classification des problèmes arithmétiques de types additif et multiplicatif. Elle en distingue trois types :

- [les] problèmes basiques dont il est attendu une résolution "automatisée" ;
- [les] problèmes complexes, agrégats de problèmes basiques où la construction et la connexion des informations, nécessaires pour la résolution, est à la charge de l'élève ;
- [les] problèmes atypiques (qui ne sont pas des agrégats de problèmes basiques), dont la résolution demande la construction d'une stratégie, à défaut d'une ressemblance que percevrait le sujet avec un problème résolu.

(Houdement, 2017, p. 73)

Dans le but de mettre à disposition des enseignant·es romand·es des problèmes d'évaluation pour les soutenir dans l'élaboration de leurs propres évaluations en classe, nous avons analysé les évaluations cantonales externes de Suisse romande, destinées à des élèves de fin de cycle 2 (élèves âgé·es de 11-12 ans). Étant donné que les tâches de ces évaluations ne se limitent pas à des problèmes de structures additive et multiplicative selon Vergnaud (1981) nous avons repris la classification proposée par Houdement (2017) que nous avons élargie à d'autres domaines mathématiques. Par ailleurs, les évaluations cantonales externes ne comprenant pas uniquement des problèmes, nous y avons ajouté une catégorie « exercices » afin que la classification permette d'englober toutes les tâches qui les composent. Cela nous a finalement amenées aux quatre catégories suivantes :

- exercices techniques isolés,
- exercices d'application,
- problèmes complexes,
- problèmes atypiques.

Les intitulés de nos catégories insistent sur la distinction entre exercices et problèmes. En effet, beaucoup d'auteur·es s'accordent à dire que la caractéristique principale d'un problème réside dans le fait que la procédure permettant de le résoudre n'est pas immédiatement accessible au sujet appelé à réaliser cette tâche (Monaghan, Pool, Roper & Threlfall, 2009 ; Schoenfeld, 1985 ; Newell & Simon, 1972). Il en ressort que la situation en elle-même n'est pas suffisante pour définir un problème : seule une tâche considérée au regard du sujet amené à la résoudre (notamment son âge, les apprentissages déjà réalisés et le contexte

et/ou le moment auquel elle lui est proposée[4]) peut être désignée comme problème. C'est ce que souligne Brun dans la citation ci-dessous :

> Il n'y a problème que dans un rapport sujet / situation, où la solution n'est pas disponible d'emblée, mais possible à construire. C'est dire aussi qu'un problème pour un sujet donné peut ne pas être un problème pour un autre sujet, en fonction de leur niveau de développement intellectuel par exemple (Brun, 1990, p. 2).

Une tâche n'étant pas en soi un exercice ou un problème, rendant ainsi leur distinction délicate, nous nous sommes basées sur les connaissances et compétences attendues par le PER pour des élèves de fin d'école primaire pour classifier les tâches évaluatives présentes dans les évaluations cantonales externes romandes.

La catégorie « **exercices techniques isolés »** se distingue facilement des autres catégories et comprend par exemple des calculs posés ou réfléchis, des conversions d'unités, des mesures ou constructions d'angles, l'identification ou la construction de l'image d'une figure par isométrie, etc. Ces exercices, souvent décontextualisés, permettent notamment d'évaluer des savoirs procéduraux et peuvent être mis en parallèle avec les « tâches d'application simples et isolées » dont parlent Robert et Rogalski (2002).

Les « **exercices d'application »** correspondent aux tâches dont la procédure nécessaire à leur résolution a été entrainée et rejoignent la catégorie des « problèmes basiques[5] » d'Houdement (2017). La procédure permettant d'arriver à la réponse ayant été automatisée en situation d'enseignement et étant connue d'emblée, ces tâches ne peuvent plus être considérées comme des problèmes au stade de l'évaluation et correspondent donc bien à des exercices (Chanudet, 2019). Julo (1995) décrit cette distinction comme suit :

> C'est bien là que se trouve la frontière entre exercice et problème : l'existence, dans le premier cas, d'une stratégie qui s'impose d'elle-même, d'une procédure que l'on n'a pas vraiment à élaborer (mais plutôt à appliquer) et donc d'une représentation que l'on n'a plus vraiment à construire (Julo, 1995, p. 19).

Il s'agit souvent (mais pas toujours) de tâches contextualisées dont le ou les outil(s) à utiliser n'est/ne sont pas mentionné(s). L'exercice suivant, considérée au terme d'une séquence d'enseignement autour de l'outil mathématique *multiple* lors de laquelle la recherche de multiples communs, présente dans les moyens d'enseignement, a été travaillée, en est un exemple :

À Swiss Vapeur Parc, trois trains miniatures réalisent leur parcours en boucle.

- Le train bleu réalise son parcours en 12 minutes.
- Le train jaune réalise son parcours en 10 minutes.
- Le train rouge réalise son parcours en 15 minutes.

Les trois trains miniatures partent en même temps de la gare principale.

Dans combien de minutes, au plus tôt, y seront-ils à nouveau tous ensemble ?

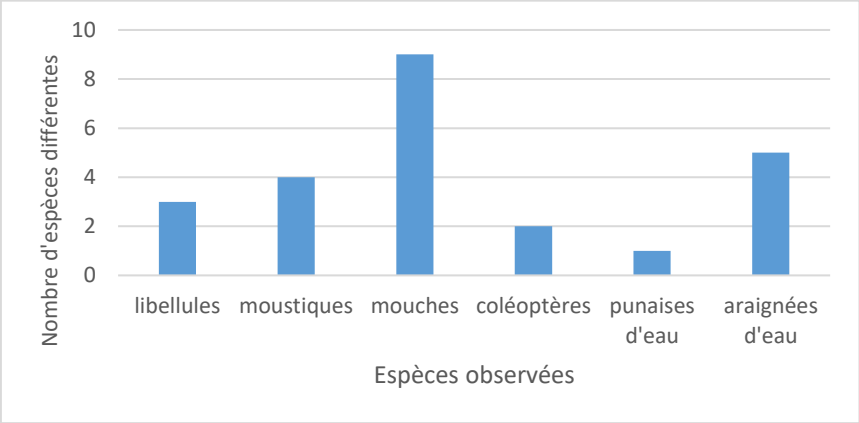
Fig. 1 : Exemple d'un exercice d'application inspiré des évaluations cantonales externes

[4] Dans certains cas, l'environnement de la tâche peut lui donner le statut d' « exercice », notamment lorsque celle-ci est soumise à l'élève lors de la séquence d'enseignement (ou à l'issue de celle-ci) visant précisément à travailler l'outil nécessaire pour répondre à la question posée. Ici, ce sont donc plutôt les phénomènes de contrat didactique qui amènent l'élève à le mobiliser.

[5] Selon Houdement (2017), les problèmes basiques correspondent aux "problèmes à deux données [resp. (2n+1) données pour les problèmes liés à la proportionnalité], où il s'agit de déterminer une troisième valeur [resp. une (2n+2)ème], à énoncé court, syntaxe simple, sans information superflue" (p. 6).

Il en va de même pour les exercices d'application ci-dessous pour lesquels l'élève doit mobiliser de son propre chef le(s) outil(s) mathématique(s) automatisé(s) en classe :

Dans le cadre du recensement de la biodiversité près d'un plan d'eau, des scientifiques ont répertorié le nombre d'espèces différentes observées. Ils ont obtenu les résultats suivants :



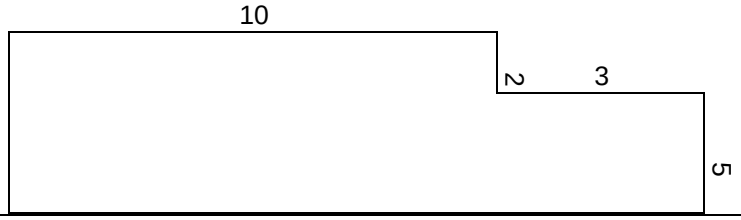
Combien d'espèces de mouches de plus que d'araignées d'eau ont été observées ?

Pierre fait une randonnée en montagne. Il monte depuis Zermatt qui se trouve à 1600 m d'altitude jusqu'à la cabane du Hörnli, à 3200 m d'altitude. Arrivé à la cabane, il se demande quelle différence d'altitude le sépare du départ de sa randonnée. **Combien de mètres a-t-il gravis de Zermatt à la cabane du Hörnli ?**

Combien coûtent 5 kg de pommes vendues 7 francs les 2 kg ?

Pour la course d'école, la commune paie 8,50 francs pour chacun des 22 élèves de la classe. **De quel montant dispose l'enseignante pour payer la sortie ?**

Voici le croquis d'une figure composée de deux rectangles. **Calcule son périmètre.**
Les dimensions sont données en cm.



Voici une étoile :



Camille l'a découpée et aimerait la plier en deux, de façon à ce que les deux parties se superposent parfaitement. **Dessine tous les plis possibles.**

Fig. 2 : Exemples d'exercices d'application inspirés des évaluations cantonales externes

Les « **problèmes complexes** » se différencient des exercices d'application par le fait que la procédure de résolution n'est pas automatisée. Ces problèmes sont définis comme une combinaison et articulation de problèmes basiques :

> Résoudre un problème complexe nécessite de connecter des informations pour construire des sous-problèmes calculables, souvent basiques, et utiles pour avancer vers la réponse. Mais cela exige aussi de

qualifier les résultats intermédiaires (pour rester dans le domaine des grandeurs contextualisées et garder le lien avec le contexte de départ) ; et même d'avoir pris conscience de la nécessité de ce travail de pensée (compétence métacognitive) (Houdement, 2017, p. 12).

De tels problèmes comportent donc plusieurs étapes dans leur résolution – autrement dit la recherche non guidée de résultats intermédiaires – étapes qui peuvent faire appel à un ou plusieurs outils ou notions mathématiques. L'élève doit, en quelque sorte, se demander par où commencer pour arriver à la solution et/ou à quelle(s) notion(s) faire appel. En voici des exemples :

1. Un boucher a préparé 60 saucissons. Il les vend 4 francs pièce. Cette semaine, il propose une action : si un client achète 4 saucissons, il ne paie que 14 francs.



À la fin de la journée, 20 clients ont acheté des saucissons. 8 d'entre eux ont profité de l'action et les autres se sont contentés d'un seul saucisson.

Combien d'argent le boucher a-t-il encaissé durant la journée grâce à la vente des saucissons ?

2. Il faut 400 litres de lait pour produire une meule de gruyère de 35 kg.



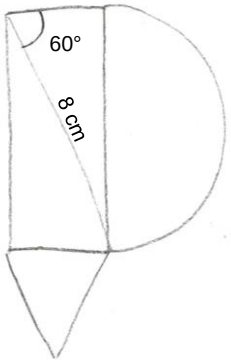
- Un producteur de gruyère vend son fromage 17 francs le kg.
- Cette année, ce producteur a gagné 29'750 francs en vendant tout son gruyère.

Combien de litres de lait a-t-il utilisés pour produire son gruyère ?

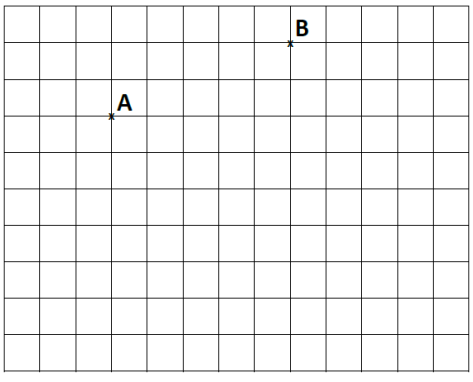
3. Pauline et Amélie sont deux amies de moins de 70 ans. Pauline a une année de plus qu'Amélie. L'âge de Pauline est un multiple de 5 et l'année prochaine ce sera un multiple de 7. L'âge d'Amélie est un multiple de 9.

Quel âge ont ces deux amies ?

4. **À l'aide de ton matériel de géométrie, construis précisément cette figure composée d'un rectangle, d'un triangle équilatéral et d'un demi-cercle selon les indications du croquis.**

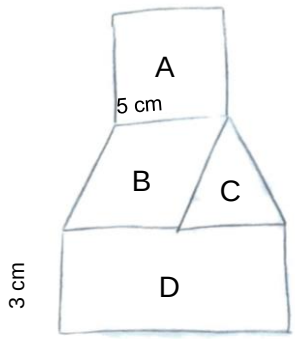


5. Dans ce système d'axes, les coordonnées du point A sont (-8 ; 3) et celles du point B sont (2 ; 9).



Place le point C qui a pour coordonnées (0 ; -6).

6. Voici le croquis d'une figure plane constituée d'un carré A, d'un losange B, d'un triangle équilatéral C et d'un rectangle D.



Calcule le périmètre de la figure formée par ces quatre polygones.

Fig. 3 : Exemples de problèmes complexes inspirés des évaluations cantonales externes

Quant aux « **problèmes atypiques** », Houdement (2017) y entend notamment les problèmes dits « pour chercher ». Au regard des tâches proposées dans les évaluations cantonales externes, nous y classons les problèmes pour lesquels la recherche d'une stratégie est au cœur de la tâche. Il s'agit notamment des situations pour lesquelles la stratégie de résolution correspond, pour l'élève, à son niveau, à une démarche ad hoc, à l'image des ajustements d'essais successifs. L'outil expert n'est pas disponible en tant que tel pour l'élève dans la mesure où il n'a pas (encore) été enseigné en classe. À titre d'illustration, en font partie des problèmes pouvant se résoudre par un système d'équations ou encore des problèmes de recherche de la loi de formation d'une suite de nombres. Relèvent également de cette catégorie les problèmes de logique (notamment de déduction à partir d'informations données) et ceux visant l'exhaustivité des cas. Dans les évaluations cantonales externes se trouvent quelques problèmes de ce type dont les stratégies à mettre en œuvre sont variées, à l'image de la recherche de l'exhaustivité des réponses (en lien avec une organisation systématique de recherche) (A), l'ajustement d'essais successifs (B et E), l'identification d'une suite numérique (C), l'élaboration d'un arbre de classement (D) ou encore le raisonnement déductif (F), par exemple :

<table>
<tr>
<td>A. De combien de façons différentes peut-on obtenir 30 euros avec des pièces de 2 euros et des billets de 5 et 10 euros ?</td>
<td>B. Dans un parking sont garées des voitures et des motos. Un enfant y compte 30 rétroviseurs (2 par véhicule) et son camarde 44 roues.

Combien y a-t-il de voitures et de motos dans ce parking ?</td>
</tr>
<tr>
<td>C. Un abricotier magique produit des abricots de la manière suivante :

<table>
<tr><th>Jour</th><th>Nombre d'abricots</th></tr>
<tr><td>1er</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2e</td><td>7</td></tr>
<tr><td>3e</td><td>10</td></tr>
<tr><td>4e</td><td>13</td></tr>
<tr><td>5e</td><td>16</td></tr>
</table>

Combien d'abricots cet abricotier produira-t-il le 100e jour ?</td>
<td>D. Un magasin propose plusieurs options à choix pour personnaliser son sac à dos. Il existe trois modèles différents (TX3, WL7, QS9), pour lesquels on peut choisir le matériau (cuir ou tissu), la taille (petit, moyen ou grand) et le nombre de poches (1, 2, 3, 4 ou 5).

Combien de sacs à dos différents est-il possible de composer avec les options à choix ?</td>
</tr>
<tr>
<td>E. Colorie entièrement certains petits cercles de cette figure de manière à ce qu'elle n'ait aucun axe de symétrie.

  </td>
<td>F. À l'aide de ces indices, classe ces 5 personnes de la plus grande à la plus petite.

- Bastien est plus grand que Maxime.
- Maxime est plus petit que Lucie.
- Amélie est plus petite que Maxime.
- Lucie est plus grande que Bastien.</td>
</tr>
</table>

Fig. 4 : Exemples de problèmes atypiques inspirés des évaluations cantonales externes

PROBLÉMATIQUE

L'objet de discussion de cet article porte sur l'évaluation certificative de la résolution de problèmes : comment l'évaluer en tant qu'objet, autrement dit indépendamment des outils ou notions pour le résoudre ? Comment l'évaluer de façon certificative sans réduire cette résolution à la « seule » reproduction

d'une procédure exercée en classe ? Peut-on mettre l'élève devant un problème « nouveau » en évaluation ? Comme le souligne Pochon (2007) :

> La question du caractère inédit du problème à résoudre en situation d'évaluation est délicate. Elle ne peut pas être discutée indépendamment des critères d'évaluation adoptés, des buts de l'évaluation, etc. Le caractère même de l'inédit est une question en soi qui demande une étude attentive des activités proposées et dépend de caractéristiques objectives des sujets […] (Pochon, 2007, p. 6).

En bref, dans quelle mesure l'évaluation certificative de la résolution de problèmes est-elle possible et pertinente ? Quels sont les indicateurs caractérisant les problèmes pouvant faire l'objet d'une telle évaluation ?

Discussion

Comme nous l'avons vu, les problèmes visent différentes fonctions. Tout problème ne se prête ainsi pas à une évaluation certificative. Par exemple, les situations-problèmes (Charnay, 1992) au sens d'obstacle à dépasser en raison d'un outil mathématique non disponible interviennent en début de séquence d'enseignement dans la mesure où elles visent l'introduction et la construction d'un nouveau savoir, ce qui est en contradiction avec la visée d'une évaluation certificative qui n'est pas de faire découvrir une nouvelle notion mathématique.

Comme le relève Schneider (2002), dans un cadre d'évaluation à visée certificative, le choix des tâches permettant d'évaluer la résolution de problèmes peut s'avérer problématique :

> Au moment de l'évaluation certificative, certains [enseignants] font varier de nouveaux paramètres voulant tester la capacité de transfert de leurs élèves et, souvent, le nombre d'échecs qui en découle les met en porte-à-faux par rapport à la « commande » institutionnelle. Les autres enseignants proposent des problèmes fort proches de ceux travaillés en classe, mais qu'évaluent-ils alors : certainement pas la capacité à résoudre des problèmes (Schneider, 2002, p. 43).

La difficulté d'une telle évaluation relève ainsi du paradoxe suivant : plus la résolution de problèmes est entrainée, plus l'éventail des procédures de résolution à disposition de l'élève s'étoffe, et moins les tâches correspondent à des problèmes puisque la procédure a été automatisée. C'est d'ailleurs ce qui qualifie « l'expert » : il ou elle a à disposition toute une palette de stratégies parmi lesquelles il ou elle peut choisir pour résoudre la tâche. Pourtant, comme le souligne Scallon (2007), « d'un point de vue purement éthique, on doit se référer à des réalités qui ont été objets d'apprentissage ou qui présentent des analogies avec ce qui a été appris » (p. 149). L'évaluation certificative devrait ainsi porter sur des apprentissages réalisés en classe, compromettant l'utilisation, en évaluation certificative, de problèmes inédits ; ceux dont la stratégie de résolution est totalement inédite devraient être réservés à l'enseignement. Comme le dit si bien Scallon (2007) : « tout n'est pas permis en évaluation » (p. 161). Dès lors, quels problèmes pourraient convenir pour l'évaluation certificative ?

La plupart du temps, un problème est accompagné d'un contexte (vie courante, domaine scientifique…) et fait appel à plusieurs notions mathématiques. La mobilisation des outils ou des connaissances en jeu est généralement laissée à la charge de l'élève. Il convient toutefois de souligner que ces indicateurs ne sont ni nécessaires ni suffisants pour considérer une tâche comme un problème[6], comme l'illustrent les exemples de notre catégorie intitulée « exercices d'application ». Dans un écrit de préparation à la Semaine des mathématiques de 2018, non signé, publié par l'Académie de Créteil, est spécifié que n'engagent une résolution de problèmes seules les tâches dont le « modèle de résolution » est inconnu, ou encore celles où

[6] Il est intéressant de relever qu'une autre manière, plus ancienne (mais qui perdure toujours chez certain.es enseignant.es), pour distinguer exercices et problèmes repose sur leur contexte : celui d'un exercice serait intramathématique (et son énoncé assez court), tandis que celui d'un problème serait issu de la vie courante ou d'un domaine scientifique…

il est connu, mais alors à condition que la tâche nécessite le tri, la recherche, la décomposition et l'organisation des données. En résolution de problèmes, il est donc indispensable que la tâche demande à l'élève de s'interroger sur la stratégie à mettre en œuvre, les outils et notions à convoquer et la manière de les combiner pour arriver à la solution. En effet, « c'est bien le fait de découvrir par soi-même une solution que l'on n'entrevoyait pas dans un premier temps qui est l'enjeu de cette activité particulière » (Julo, 1995, p. 25).

De notre point de vue, les tâches de la catégorie « problèmes complexes » présentent ces caractéristiques dans la mesure où ce type de problèmes amène l'élève à « sélectionner et connecter des informations en qualifiant les résultats intermédiaires » (Académie de Créteil, 2018) de sous-tâches qu'il ou elle a construites (dans les autres cas, il s'agit de tâches d'application). Ces compétences sont d'ailleurs également relevées dans le PER, sous la partie « Éléments pour la résolution de problèmes » de chaque objectif d'apprentissage, par exemple :

- tri et organisation des informations,
- mise en œuvre d'une démarche de résolution,
- déduction d'une ou plusieurs informations nouvelles à partir de celles qui sont connues.

(CIIP, 2010)

Les « problèmes complexes » peuvent donc être considérés comme évaluant la résolution de problèmes pour des élèves de fin de primaire. En effet, l'exemple n°1 de la Fig. 3, de par sa structure, demande à l'élève d'organiser la mobilisation des savoirs et savoir-faire à déployer pour le résoudre (soustraction, multiplication, addition). Il en va de même pour l'exemple n°2, lequel nécessite toutefois la maitrise d'un seul outil mathématique, à savoir celui de la proportionnalité, automatisé en classe. Ici, l'élève ne peut appliquer ce concept entrainé sans se questionner quant à l'ordre des données à traiter. Quant à l'exemple n°3, bien que l'outil mathématique *multiple* soit mentionné, il nécessite de prendre en compte les données et les liens entre elles. Dans l'axe thématique *Espace*, l'exemple n°4 relève aussi d'un problème dans la mesure où les figures planes sont dépendantes les unes des autres. Un raisonnement basé sur certaines propriétés des figures géométriques planes en jeu ainsi que des déductions sont ainsi nécessaires pour savoir par où commencer et comment s'y prendre pour réaliser la construction de l'assemblage. Quant à l'exemple n°5, il demande à l'élève de rechercher de son propre chef l'origine du système d'axes (et ses graduations), sur la base des coordonnées des points donnés. Ces étapes intermédiaires sont donc nécessaires mais non explicitement mentionnées pour pouvoir placer le point C. Enfin, pour l'exemple n°6 qui *a priori* relève de l'axe thématique *Grandeurs et mesures*, l'élève doit préalablement utiliser ses connaissances relatives aux propriétés des figures géométriques planes concernées (isométrie des côtés) pour pouvoir répondre à la question posée. Dans tous ces exemples, pour parvenir à la solution l'élève doit impérativement trier, rechercher, décomposer, organiser (Académie de Créteil, 2018) et mettre en relation les données de l'énoncé. Il nous semble que c'est la combinaison ou même l'imbrication des différentes étapes qui mettent l'élève en situation de résolution de problèmes. Cette catégorie de problèmes représente donc un possible moyen d'évaluation de la mobilisation et de l'utilisation adéquate d'outil(s) ou notion(s) mathématique(s), à travers la mise en œuvre de procédures de résolution.

Quant aux « problèmes atypiques », nous postulons qu'ils peuvent aussi servir d'objet d'évaluation. Néanmoins, un problème atypique, à force d'entrainement d'une stratégie spécifique (dans des contextes proches ou similaires), peut devenir un exercice. Par exemple, un problème atypique dont des « clones » se retrouvent dans les moyens d'enseignement et ont fait l'objet d'un travail systématique en classe ne permet plus d'évaluer la résolution de problèmes étant donné que l'élève n'a plus qu'à appliquer une stratégie connue voire automatisée. En effet :

> on peut imaginer qu'après plusieurs problèmes se ressemblant, le contexte ou plus généralement la forme similaire du nouveau problème peut amener les élèves à recourir presque de facto au type de démarche ou raisonnement déjà utilisé, et ainsi limiter leur prise d'initiative et leur réflexion quant au choix de la démarche à adopter (Favier & Chanudet, 2021, p. 94).

Le statut d'une tâche n'est donc ni intrinsèque à celle-ci, ni étanche. Typiquement, les problèmes faisant appel au produit cartésien (comme l'exemple D de la Fig. 4) pouvant être résolus au moyen d'un arbre de classement et/ou de multiplications peuvent rapidement devenir des exercices. Une fois que l'élève identifie dès le départ l'outil mathématique à appliquer, à savoir la multiplication, on ne peut plus parler de résolution de problèmes. Par conséquent, selon le travail accompli en classe, certains problèmes atypiques ne sont plus pertinents lors d'une évaluation certificative.

Pour pouvoir proposer des problèmes atypiques en évaluation certificative, il est pourtant indispensable que les élèves aient été confronté·es à de tels problèmes pour lesquels ils et elles ont été appelé·es à mettre en œuvre toute une palette de stratégies, lesquelles auront été discutées en classe (par exemple pour en comparer l'efficacité). Le débat entre élèves ne devrait pas se conclure par *la* méthode à retenir, mais permettre aux élèves d'argumenter les avantages et inconvénients de leurs façons de procéder. Ainsi, à travers un problème atypique bien choisi, on évalue la compétence de l'élève à « adapter » des stratégies, étant donné qu'il ou elle a été entrainé·e à le faire.

Les problèmes atypiques ont donc bien leur place en évaluation certificative, à condition que les élèves aient été entrainé·es à chercher, à faire des essais, à être méthodiques, à identifier des suites de nombres en situation, etc. et que le problème évaluatif proposé présente une certaine analogie à ceux réalisés en enseignement, sans pour autant trop leur ressembler. C'est bien le cas des autres exemples présentés dans la Fig. 4. Si ces problèmes permettent de réellement évaluer la résolution de problèmes en tant qu'objet d'évaluation, ils doivent être utilisés avec précaution et choisis avec soin.

Revenons sur l'enjeu d'évaluation différent des deux types de problèmes retenus. Les « problèmes complexes » ont pour objectif de vérifier dans quelle mesure l'élève est capable de résoudre des problèmes par la mobilisation raisonnée d'outils qu'il ou elle devrait maitriser et avoir automatisés dans des situations simples. Dans une telle résolution, les objets évalués sont prioritairement les choix et la mise en œuvre de notions mathématiques. Cependant, pour que leur mobilisation puisse être évaluée, seuls les outils attendus devraient permettre d'arriver à la solution. En effet, on ne peut considérer que l'élève n'ayant pas utilisé la démarche attendue ne la maitrise pas pour autant, il ou elle a « simplement » trouvé un autre chemin pour aboutir à la solution. Ainsi, le choix des problèmes évaluatifs n'est pas une mince affaire. Une analyse *a priori* fine de la tâche et des variables didactiques possibles est cruciale pour pouvoir déterminer le(s) objet(s) pouvant réellement être évalué(s). Afin de contourner cette difficulté, des alternatives semblent avoir été envisagées dans les évaluations cantonales externes, en particulier celle de nommer explicitement l'outil à utiliser ou la notion en jeu, voire parfois de manière implicite (à l'image de tableaux de proportionnalité fournis dans l'énoncé d'une tâche). Si un avantage certain de cette configuration consiste en la possibilité d'évaluer un outil mathématique spécifique en situation, le revers de la médaille est que l'élève n'est pas amené·e à le convoquer de manière autonome. Souvent, ces tâches correspondent toujours à des problèmes, pour autant qu'elles nécessitent le tri, la recherche, la décomposition, l'organisation et/ou la mise en relation des données (Académie de Créteil, 2018). Quant aux « problèmes atypiques », ils visent à vérifier comment l'élève entre dans une résolution de problèmes, l'enjeu se portant cette fois sur la mise en œuvre – et parfois l'adaptation – de stratégies.

Conclusion

En vue d'une mise à disposition de problèmes d'évaluation aux enseignant·es romand·es, à partir des tâches présentes dans les évaluations cantonales externes, nous avons élaboré une classification en nous basant sur celle proposée par Houdement (2017) pour les problèmes arithmétiques. Cette classification nous a permis d'identifier quelques indicateurs permettant de caractériser les tâches pertinentes pour l'évaluation certificative de la résolution de problèmes.

L'aspect le plus important est que la tâche doit réellement représenter un problème (et non un exercice) pour l'élève. La difficulté de proposer des problèmes dans le cadre d'une évaluation porte sur l'équilibre à trouver entre une tâche dont tous les éléments nécessaires pour la résoudre ont été travaillés et qui, en même temps, représente (toujours) effectivement une résolution de problèmes pour l'élève. Rappelons

encore une fois qu'une tâche n'est problème que considérée au regard du rapport sujet/situation et qu'arrivé au terme d'une séquence d'enseignement, beaucoup de situations ne correspondent plus à des problèmes pour l'élève mais à des exercices au regard de ce qui a été automatisé en classe.

Tant les « problèmes complexes » que les « problèmes atypiques » peuvent être utilisés en évaluation certificative, moyennant quelques précautions. Dans le premier cas, nous avons proposé que c'est la manière dont les savoirs et outils en jeu – le plus souvent à mobiliser de manière autonome – sont articulés qui permet de qualifier une tâche de problème, lequel a dès lors toute sa place en évaluation certificative. Dans le second cas, c'est la mise en œuvre d'une stratégie rencontrée en classe mais dans une situation différente qui permet l'évaluation de la résolution de problèmes, dans la mesure où l'élève est toujours amené·e à se poser des questions quant à la manière de le résoudre.

Au regard des tâches des évaluations cantonales externes analysées, nous pouvons nous demander dans quelle mesure la résolution de problèmes, largement mise en avant dans le PER, est évaluée dans les classes romandes. Par ailleurs, dès lors qu'un problème est proposé en évaluation, l'accent (lors de la correction notamment) devrait porter sur la démarche de résolution – par opposition à la seule exactitude de la réponse – dans la mesure où c'est à travers les traces laissées par l'élève qu'il devient possible d'attester des compétences développées. À ce sujet, le format de l'évaluation d'un problème peut être questionné : le support papier/crayon est-il réellement adapté à une évaluation certificative en classe, l'élève ne pouvant expliciter sa procédure et son raisonnement, alors que ceux-ci sont si importants ? Une évaluation orale, lors de laquelle l'élève serait amené·e à expliquer le choix de la notion ou procédure mise en œuvre ainsi que les étapes de son raisonnement, ne serait-elle pas plus appropriée ? Un tel dispositif représenterait-il une piste intéressante pour compléter une évaluation écrite ?

Bibliographie

Académie de Créteil. (2018). *La résolution de problèmes et la classification Vergnaud.* https://www.dsden94.ac-creteil.fr/IMG/pdf/la_typo.pdf

Allal, L. (1991). *Vers une pratique de l'évaluation formative : matériel de formation continue des enseignants*. Bruxelles : De Boeck-Wesmael.

Bodin, A. & Grapin, N. (2018). Un regard didactique sur les évaluations du PISA et de la TIMSS : mieux les comprendre pour mieux les exploiter. *Mesure et évaluation en éducation, 41*(1), 1-161. https://www.erudit.org/fr/revues/mee/2018-v41-n1-mee04281/1055897ar/

Brun, J. (1990). La résolution de problèmes arithmétiques : Bilan et perspectives. *Math-Ecole*, *141*, 2-15.

Charnay, R. (1992). Problème ouvert, problème pour chercher. *Grand N*, *51*, 77-83.

Chanudet, M. (2019). *Étude des pratiques évaluatives des enseignants dans le cadre d'un enseignement centré sur la résolution de problèmes en mathématiques*. Thèse de doctorat : Université de Genève, 2019 https://archive-ouverte.unige.ch/unige:125833

Conférence Intercantonale de l'Instruction Publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (2010). *Plan d'Etudes Romand*. http://www.plandetudes.ch

De Ketele, J. (2010). Ne pas se tromper d'évaluation. *Revue française de linguistique appliquée*, *1*(1), 25-37. https://doi.org/10.3917/rfla.151.0025

Demonty, I., Fagnant, A. & Dupont, V. (2015). Analyse d'un outil d'évaluation en mathématiques : entre une logique de compétences et une logique de contenu. *Mesure et évaluation en éducation*, *38* (2), 1–29. https://doi.org/10.7202/1036761ar

Favier, S. & Chanudet, M. (2021). Les démarches et modes de raisonnement en jeu dans les problèmes de « recherche & stratégies » en 10H. *RMé 235,* 88-98.

Grapin, N. & Mounier, E. (2020). Point de vue didactique sur les évaluations nationales françaises au début de la scolarité obligatoire. *RMé 234*, 22-28.

Houdement, C. (2017). Résolution de problèmes arithmétiques à l'école. *Grand N*, *100*, 59-78.

Julo, J. (1995). *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques : Un apport de la psychologie cognitive à l'enseignement*. Presses universitaires de Rennes.

Monaghan, J., Pool, P., Roper, T. & Threlfall, J. (2009). Open-start mathematics problems: An approach to assessing problem solving. *Teaching Mathematics and Its Application*, *28*, 21-31.
Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
Pochon, L.-O. (2007). *Vers un modèle formel de classification de problèmes mathématiques et son usage dans la définition de compétences mathématiques*. Neuchâtel : IRDP. (Document de travail 07.1002).
Robert, A. & Rogalski, M. (2002). Comment peuvent varier les activités mathématiques des élèves sur des exercices ? Le double travail de l'enseignant sur les énoncés et sur la gestion en classe. *petit x*, *60*, 6-25. https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/60x1_1561022749497-pdf
Roditi, É. (2016). Les pratiques enseignantes en mathématiques d'un professeur d'école et leur évolution en dix années d'exercice. Dans B. Calmettes, M. Carnus, C. Garcia-Debanc, & A. Terrisse, (dir.), *Didactiques et formation des enseignants : Nouveaux questionnements des didactiques des disciplines sur les pratiques et la formation des enseignants*. Presses universitaires de Louvain.
Sayac, N. & Grapin, N. (2014). Évaluer les capacités des élèves à résoudre des problèmes dans le cadre d'une évaluation externe, en France : les spécificités de la forme QCM. *Éducation et francophonie*, *42*(2), 64-83. https://doi.org/10.7202/1027906ar
Scallon, G. (2007). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*. Bruxelles : De Boeck.
Schneider, M. (2002). A propos de l'évaluation des compétences en mathématiques : Le cas de la résolution de problèmes. Dans L. Paquay, G. Carlier, L. Collès, & A.-M. Huymen (dir.), *L'évaluation des compétences chez l'apprenant*. Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.
Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press Inc.
Scriven, M. (1967). The Methodology of Evaluation. *Social Science Education Consortium, 110* (61), 7-14.
Vergnaud, G., (1981). *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Berne : Peter Lang.