

Étude de l'adéquation entre le Plan d'études Romand et les nouveaux moyens d'enseignement de mathématiques au cycle 2

Mickael Da Ronch, Haute École Pédagogique du Valais
Marie-Line Gardes, Haute École Pédagogique du Canton de Vaud
Ismaïl Mili, Université de Fribourg

Résumé. Cette étude examine l'adéquation entre les attentes du Plan d'études romand (PER) et les nouveaux moyens d'enseignement romands de mathématiques du cycle 2 au regard de l'activité de recherche mathématique. L'analyse s'appuie sur un outil fondé sur les notions de variables de recherche et de variables didactiques. Les résultats montrent que le potentiel des ressources à soutenir une activité de recherche mathématique susceptible de rapprocher les élèves d'une posture scientifique demeure relativement limité dans les MER actuels. Dès lors, nous concluons que ces moyens d'enseignement ne répondent que partiellement aux prescriptions curriculaires du PER, dans la mesure où les élèves ont rarement l'occasion de mobiliser l'ensemble des composantes de la démarche expérimentale en mathématiques.

Mots-clés. Analyse curriculaire, résolution de problèmes, variable de recherche, variable didactique

1- Introduction

Le Plan d'études romand (ci-après PER) constitue le cadre curriculaire officiel de l'enseignement obligatoire en Suisse romande, dans lequel la résolution de problèmes en mathématiques occupe une place centrale. Celle-ci est envisagée comme un levier pour « promouvoir une attitude de recherche [...] par essai-erreur, par généralisation, par conjecture et par validation » (CIIP, 2010). L'objectif affiché consiste à rapprocher l'activité mathématique scolaire d'une posture scientifique, en invitant les élèves à identifier des questions, à problématiser des situations et à mobiliser des outils adaptés. Dans cette perspective, la problématisation et la résolution de problèmes apparaissent comme des éléments structurants des prescriptions institutionnelles pour enseigner les mathématiques.

L'orientation prise par le PER ne se limite pas au contexte romand, mais s'inscrit dans une dynamique internationale. De nombreux curricula contemporains en mathématiques recommandent en effet la mise en œuvre d'activités de recherche en classe, sous la forme de dispositifs didactiques proposant une transposition ou une simulation scolaire de pratiques de chercheurs. Une telle orientation est observable dans plusieurs systèmes éducatifs (Coppé et Dorier, 2024 ; Dorier, 2012), notamment dans les programmes scolaires de l'Education Nationale en France (MEN, 2022), dans le *Singapore Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus* à Singapour (MES, 2012), dans les *Common Core State Standards in Mathematics for mathematics* aux États-Unis (National Governors Association, 2010), où ces instructions officielles définissent la résolution de problèmes comme une compétence fondamentale intégrant l'analyse, l'interprétation, l'élaboration de solutions et la réflexion sur les démarches mises en œuvre. Les évaluations internationales, telles que PISA (*Programme for International Student Assessment*) et TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) placent également la résolution de problèmes au cœur des compétences attendues en mathématiques (OCDE, 2025 ; von Davier et al., 2024). Ainsi, par compétence en mathématiques, on entend l'aptitude d'un individu à raisonner de façon mathématique et à formuler, à employer et à interpréter les mathématiques pour résoudre des problèmes dans un éventail de contextes du monde réel (OCDE, 2025).

La mise en œuvre effective de ces orientations curriculaires suppose toutefois la disponibilité de ressources didactiques adaptées. En Suisse romande, les Moyens d'enseignement romands (ci-après MER) ont précisément été élaborés dans une perspective de cohérence avec ces prescriptions et proposent des tâches ainsi que des modalités pédagogiques visant, entre autres, à soutenir l'activité de recherche en classe. À ce titre, une section intitulée « Aide à la Résolution de Problèmes » (ci-après ARP) a notamment été conçue afin de développer les compétences des élèves en résolution de problèmes et de les outiller dans cette démarche.

C'est dans ce contexte que nous interrogeons l'adéquation entre les injonctions du PER et les ressources proposées dans les MER. Plus précisément, nous cherchons à déterminer dans quelle mesure les tâches mathématiques qu'ils contiennent permettent de promouvoir une activité de recherche susceptible de rapprocher les élèves d'une posture scientifique ?

A cet égard, une analyse des MER constitue un moyen particulièrement pertinent d'objectiver dans quelle mesure les ressources proposées aux enseignants sont susceptibles de répondre aux attentes formulées dans le PER et, le cas échéant, de mettre en évidence d'éventuels écarts entre les prescriptions curriculaires et leur traduction dans les moyens d'enseignement. En effet, plusieurs travaux soulignent l'intérêt de telles analyses pour examiner les opportunités d'apprentissages offertes aux élèves (e.g. Shield et Dole, 2013). Concernant la résolution de problèmes, Jäder et al. (2020) proposent une analyse des manuels mathématiques issus de douze pays, en s'intéressant plus particulièrement aux relations entre les tâches proposées et les contenus du manuel (indice de résolution, exercice résolu, élément de théorie, *etc.*) qui pourraient les impacter. Leurs résultats montrent que peu de tâches favorisent l'élaboration d'une méthode de résolution originale qui ne soit pas guidée par les contenus présents dans ces manuels. Stylianides (2009), quant à lui, analyse des tâches issues de manuels scolaires du primaire du point de vue des opportunités qu'elles offrent pour mobiliser le raisonnement et la preuve. Ses résultats mettent en évidence un potentiel limité à cet égard. Il précise cependant que son cadre n'a été, ni élaboré, ni éprouvé pour analyser spécifiquement la résolution de problèmes. Selon lui, son adaptation à cet objet nécessiterait deux étapes préalables : d'une part, décomposer l'activité de résolution de problèmes en différents types d'activités clairement définis ; d'autre part, rendre ces définitions suffisamment opérationnelles pour permettre le codage et l'analyse des ressources.

C'est dans cette perspective que s'inscrivent nos travaux de recherche (Da Ronch et. al, 2023, 2026 ; Mili et al., 2025). Souhaitant déterminer dans quelle mesure les ressources proposées dans les MER permettent de promouvoir une activité de recherche susceptible de rapprocher les élèves d'une posture scientifique, nous avons élaboré un cadre théorique puis développé un outil méthodologique visant à identifier et analyser le potentiel de ces ressources.

2- Cadre théorique et questions de recherche

La résolution de problèmes est aujourd'hui largement reconnue, dans la communauté internationale, comme étant une des composantes essentielles de l'activité mathématique, tant par des chercheurs en didactiques des mathématiques (Da Ronch, 2022 ; Gardes, 2013 ; Maheux et Proulx, 2014 ; Brousseau, 1998 ; Chevallard, 1998 ; Schoenfeld, 1985) que par des mathématiciens (Halmos, 1980 ; Polya, 1945 ; Hadamard, 1945). Dans cette perspective, la recherche en didactique des mathématiques accorde une place importante à la résolution de problèmes, en particulier sur des questions en lien avec la transposition de l'activité mathématique en contexte scolaire. A cet effet, de nombreux modèles d'analyse et de

conception de situations ont ainsi été élaborés à partir de champs théoriques différents comme aux États-Unis (Schoenfeld, 1985), aux Pays Bas (Santos-Trigo, 2020) ou encore en France (Artigue et Houdement, 2007) par exemple.

Dans les recherches francophones, la Théorie des Situations Didactiques (TSD) constitue un cadre de référence majeur pour la modélisation, l'analyse et la conception de situations didactiques de résolution de problèmes. Elle met notamment en évidence les dialectiques d'action, de formulation et de validation comme des dimensions constitutives de la résolution de problème (Brousseau, 1998). L'activité de résolution de problème peut être centrée sur l'une des dialectiques, sur l'articulation des trois dialectiques de manière locale, ou bien sur l'articulation des trois dialectiques dans une perspective de généralisation. Les problèmes caractérisés comme un couple constitué d'une question générale et d'un ensemble d'instances (Garey & Johnson, 1979) favorisent cette dernière articulation. En effet, cette définition du *problème mathématique* implique, par la question générale posée et par la variation des valeurs associées aux instances, un processus relevant de la dialectique particulier-général (Trouvé, 2025 ; Mason et al., 2010), ce qui signifie : instancier le problème général sur des cas particuliers, repérer ce qui a de général ou de généralisable, amenant à la formulation de conjectures globales, qui seront ensuite prouvées ou réfutées à l'aide d'arguments de preuve générale ou de contre-exemples. À partir de là, il est aussi possible de passer du général au particulier en revenant à l'étude de cas pour enrichir de nouvelles questions et de nouvelles conjectures. Ceci rend donc possible un travail complet des dialectiques d'action, de formulation et de validation, caractérisé par Brousseau (1998) dans l'activité de résolution de problèmes (Figure 1). La résolution de problème devient alors une activité de recherche proche de celle du chercheur en mathématiques qui implique la responsabilité scientifique face à l'enjeu de vérité et la nécessité de preuve.

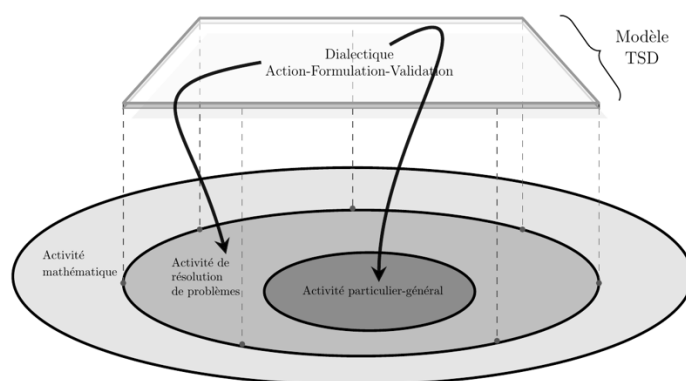


Figure 1 – Modèle de la TSD pour caractériser l'activité particulier-général

C'est donc cette activité de recherche, caractérisée par la dialectique particulier-général qu'on tentera d'identifier à travers l'analyse des MER. Pour la caractériser et disposer de critères et indicateurs permettant d'en repérer les différentes dimensions au sein des ressources, il convient de mobiliser un cadre théorique capable de repérer spécifiquement la dimension particulier-général.

Pour cela, nous empruntons à la TSD la notion de variable didactique. Introduite par Brousseau (1998), comme un cas spécifique de variables de situation (Durand-Guerrier, 2025), les variables didactiques désignent des paramètres d'une situation didactique dont les valeurs peuvent influencer les stratégies de résolution ainsi que leur hiérarchie en termes de coût, de

validité ou de complexité. Elles constituent ainsi un levier d'action central pour l'enseignant qui, en fonction de ses objectifs d'enseignement, peut orienter les procédures mobilisées par les élèves (en fonction des savoirs mathématiques visés) ainsi que les rétroactions fournies par le milieu. Un sous-ensemble de ces variables a été proposée par Godot (2005), sous le terme de *variables de recherche*¹. Ces dernières sont alors considérées comme des variables didactiques particulières dont la valeur n'est toutefois pas fixée par l'enseignant, mais relève de la responsabilité des élèves. Gravier et Trouvé (2025) adaptent cette définition en précisant que les variables de recherche constituent une catégorie spécifique de variables didactiques permettant aux élèves d'appréhender la dialectique entre le particulier et le général, ce qui renvoie à leur fonction épistémologique (Da Ronch et al., 2026).

Par ailleurs, Gravier et Trouvé (2025) distinguent deux possibilités de mise en œuvre de ces variables.

- Premièrement, lorsque les élèves peuvent en choisir eux-mêmes la valeur, il s'agit d'une variable de recherche dont la valeur n'est pas fixée ;
- Deuxièmement, lorsque les élèves peuvent modifier une valeur initialement proposée dans l'énoncé, il s'agit d'une variable de recherche dont la valeur est fixée mais modifiable par les élèves.

Dans le premier cas, nous parlerons d'une *dévolution* (Brousseau, 1998) complète de la dialectique particulier-général dans la mesure où la responsabilité de l'exploration des différentes valeurs de la variable incombe intégralement à l'élève. Dans le second cas, nous qualifierons cette *dévolution* de partielle, puisque certaines valeurs susceptibles d'être étudiées sont suggérées par l'énoncé, même si leur exploration demeure à la charge des élèves.

Cette distinction met en évidence une différence importante du point de vue du travail de la dialectique particulier-général. Dans le premier cas, l'élève doit lui-même sélectionner les cas particuliers qu'il juge pertinents pour l'exploration du problème. Dans le second, ces cas particuliers lui sont suggérés, au moins en partie. Ces deux aspects relèvent de la fonction didactique de la variable de recherche (Da Ronch et al., 2026). Ainsi, une variable de recherche peut être caractérisée selon deux fonctions complémentaires : une fonction épistémologique, associée à la dialectique particulier-général, et une fonction didactique, liée à la dévolution de cette dialectique aux élèves.

Par ailleurs, nos travaux récents (Da Ronch et al., 2023, 2026 ; Mili et al., 2025) montrent que la présence d'une variable de recherche, en tant que garante du travail de la dialectique particulier-général dans une activité de recherche mathématique, constitue une condition particulièrement favorable au déclenchement des dialectiques d'action, de formulation et de validation. Ainsi, la présence d'une telle variable peut être envisagée comme un critère du potentiel d'une tâche à susciter une activité de recherche, au regard de la mobilisation conjointe et complète des dialectiques d'action, formulation et validation.

Cependant, la seule présence d'une variable de recherche ne permet pas de rendre pleinement compte des formes que peuvent prendre ces dialectiques au cours de l'activité mathématique. Ainsi, nous avons fait le choix d'examiner également l'influence exercée par la nature des solutions associées à un problème sur leur mise en œuvre. En effet, cette nature, relevant de l'existence, de l'unicité, de la pluralité ou de la non-existence de solution conditionne *de facto* l'activité de recherche en mathématiques. Elle joue un rôle fondamental dans la mise en œuvre

¹ Des exemples sont proposés plus loin dans le texte.

de ces dialectiques. Par exemple, le processus d'expérimentation diffère selon que l'on s'oriente vers une non-existence de solution, une solution unique ou des solutions multiples ; le processus de formulation invite alors à traiter avec des quantificateurs distincts ; lequel implique, lors du processus de validation, des processus de preuves sensiblement différentes dans le calcul des prédicats entre des énoncés universellement quantifiés (non existence, pluralité de solution par exemple) et ceux existentiellement quantifiés (existence d'au moins une solution). À noter que, pour le chercheur en mathématiques, il peut être question de propositions indécidables (par exemple, le *paradoxe du menteur*²) que nous ne traiterons pas ici.

Ainsi, le travail de ces différentes dialectiques ne peut être envisagée sans en appréhender la diversité de ses formes, étroitement liées à la nature des solutions en jeu dans le problème à résoudre. Dans cette perspective, la transposition de l'activité de recherche en contexte scolaire implique de proposer des situations couvrant un large spectre de ces cas, afin d'exposer les élèves à différentes natures de solutions, et ainsi les amener à différents types de raisonnement qui leur sont associés.

En s'appuyant sur le cadrage théorique décrit ci-avant, l'activité de recherche en mathématiques peut être caractérisée par deux dimensions principales : (i) une dialectique entre le général et le particulier, laquelle rend la dialectique expérimentation – formulation – validation effective et complète ; (ii) un travail explicite sur la nature des solutions, notamment dans les phases de validation. L'étude de l'adéquation entre PER et MER est ainsi envisagée au prisme de ces deux dimensions, conduisant aux questions de recherche suivantes :

- **QR1** : Dans le corpus des MER du cycle 2, quelle proportion d'énoncés comporte une variable de recherche, susceptible de déclencher une activité de recherche mathématique ?
- **QR2** : Dans ce même corpus, dans quelle mesure un travail sur la nature des solutions d'un problème est-il explicitement thématiquement et pris en charge dans les dispositifs proposés ?

3- Méthode de conduite de la recherche

3.1. Présentation du corpus

En Suisse romande, les moyens d'enseignement officiels sont élaborés et publiés sous l'égide d'une conférence intercantonale afin d'assurer leur alignement avec les prescriptions du Plan d'études romand. À ce titre, ils constituent la principale ressource institutionnellement reconnue et mise à disposition des enseignants. Ces derniers conservent néanmoins une marge d'autonomie dans le choix de leurs supports pédagogiques et peuvent mobiliser des ressources complémentaires dans le cadre de leur liberté pédagogique. Nous concentrons ici notre analyse sur les ressources (MER) du cycle II (grades 3 à 6, élèves de 8 à 12 ans). Ce choix s'explique, d'une part, par le fait que les ressources du cycle III (grades 7 à 10, élèves de 12 à 16 ans) étaient en cours de réécriture au moment de notre étude et n'étaient donc pas disponibles ; d'autre part, parce que c'est au cycle II que le PER introduit, dans la rubrique « Éléments sur la résolution de problèmes », des composantes explicitement formulées liées à l'étude de cas

² « Un homme disait qu'il était en train de mentir. Ce que l'homme disait est-il vrai ou faux ? » (voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Paradoxe_du_menteur)

particuliers, la formulation de conjecture, et la validation. Pour ces raisons, le cycle I est laissé de côté à ce stade de la recherche.

Les moyens d'enseignement romands (MER) sont organisés en plusieurs sections, dont quatre sont structurées autour de domaines notionnels spécifiques : les nombres, les opérations, les grandeurs et mesures, ainsi que l'espace et la géométrie. Une cinquième section est consacrée à l'Aide à la Résolution de Problèmes (ARP). Cette dernière vise à soutenir les enseignants dans l'enseignement de la résolution de problèmes en tant qu'objet d'apprentissage à part entière, en mettant à leur disposition des énoncés spécifiquement conçus à cette fin. Ainsi, cette section rassemble d'une part des problèmes qui lui sont directement rattachés et, d'autre part, des problèmes que nous qualifierons de satellitaires. Ces derniers sont initialement classés dans l'un des domaines notionnels précédemment mentionnés, mais font également l'objet d'un étiquetage ARP, signalant leur pertinence pour le développement des compétences liées à la résolution de problèmes.

Dans le cadre de cette recherche, le corpus retenu est composé de tous les problèmes proposés par la section ARP (satellitaires ou non) du cycle 2. Il est ainsi constitué de 312 problèmes.

3.2. Outil de codage des données

L'analyse du corpus repose sur deux approches quantitatives complémentaires, mobilisant chacune un système de codage spécifique. Le premier vise à caractériser le potentiel des tâches pour la dialectique particulier-général (appelé potentiel de recherche d'une tâche dans la suite), tandis que le second permet d'identifier la nature des solutions associées aux énoncés. Ces analyses quantitatives sont complétées par une étude qualitative de quatre problèmes représentatifs des catégories identifiées. Cette analyse approfondie vise à mettre en évidence le travail engagé autour de la dialectique particulier-général ainsi que, plus largement, de la dialectique action-expérimentation-formulation, afin de caractériser le potentiel de chaque énoncé à susciter une activité de recherche mathématique. Précisons que ces analyses ont été effectuées sur les tâches prescrites par les MER, c'est-à-dire sur l'énoncé et la gestion proposée à destination des enseignants, et non sur les tâches effectives (celles réalisées par les élèves) au sens de Rogalski (2003).

L'outil d'analyse mobilisé pour étudier les tâches proposées dans les MER a été présenté dans des travaux antérieurs (Da Ronch et al., 2026 ; Mili et al., 2025), qui ont permis d'en éprouver tant la cohérence théorique que la fiabilité. Cette dernière a notamment été vérifiée au moyen d'un coefficient de fiabilité intercodeurs révélant un niveau d'accord satisfaisant entre les évaluateurs. Cet outil fournit ainsi un cadre méthodologique adapté à l'identification et à la caractérisation des composantes susceptibles de favoriser l'engagement des élèves dans une activité de recherche. Il repose sur le critère de "présence et statut d'une variable de recherche dans l'énoncé du problème", décliné en quatre indicateurs construits à partir des fonctions épistémologique et didactique attribuées à cette variable de recherche (Tableau 1) qui seront codés de la manière suivante :

- **Code [3]** - L'énoncé du problème comporte au moins une variable de recherche dont la valeur n'est pas fixée ou dont une unique valeur est fixée et suffisamment grande pour inciter sa modification. Dans les deux cas, le choix des valeurs à explorer est laissé à l'initiative des élèves.
- **Code [2]** - L'énoncé du problème comporte au moins une variable de recherche dont une valeur initiale est fixée. Plusieurs valeurs de cette variable sont soit explicitement

proposées dans l'énoncé, soit suggérées dans les indications de mise en œuvre destinées à l'enseignant. Le choix des valeurs à explorer n'est ici pas laissé à l'initiative des élèves, il est suggéré par la ressource.

- **Code [1]** - L'énoncé du problème comporte au moins une variable de recherche dont les valeurs sont fixées. Elles sont susceptibles d'être modifiées mais cette possibilité n'est ni explicitement signalée dans l'énoncé, ni mise en évidence dans les ressources d'accompagnement. L'identification de cette variable, et de ses valeurs pertinentes comme levier de recherche ne sont pas prises en charge par la ressource.
- **Code [0]** - L'énoncé du problème ne contient pas de variable de recherche.

Nous présentons le tableau suivant qui met en correspondance les codes attribués en fonction des indicateurs et de leurs définitions théoriques du point de vue des fonctions épistémologique et didactique de la variable de recherche (Tableau 1).

Code [X]	Fonction épistémologique de la variable de recherche	Fonction didactique de la variable de recherche
Code [3]	Travail sur la dialectique particulier-général	Modification des valeurs de la variable de recherche à la charge de l'élève
Code [2]		Modification des valeurs de la variable de recherche proposée par la ressource
Code [1]		La ressource ne propose pas de modification des valeurs de la variable de recherche
Code [0]	Absence de travail sur la dialectique particulier-général	

Tableau 1 – Relation entre le codage et les indicateurs, et les fonctions épistémologiques et didactiques de la variable de recherche associée.

Dans cette étude, nous avons également utilisé un code pour caractériser la nature des solutions pour chaque énoncé :

- **Code [N]** : énoncé qui n'a pas de solution ;
- **Code [U]** : énoncé qui ne comporte qu'une solution unique ;
- **Code [P]** : énoncé qui a plusieurs solutions ;
- **Code [A]** : autre énoncé (par exemple de type jeu ou invention d'un énoncé de problème).

Précisons que la nature des solutions demandées a été codé de manière consensuelle à l'aune de la description de la tâche. Ainsi, si un énoncé a plusieurs solutions possibles mais qu'une seule solution est demandée aux élèves, il est codé [U].

4- Résultats

4.1. Analyses quantitatives

Le tableau ci-dessous (Tableau 2) présente les résultats du codage obtenus pour chaque code associé au potentiel de recherche des tâches des MER de mathématiques, selon le degré scolaire. La majorité des énoncés correspond au code [0] (82,3 %), c'est-à-dire qu'ils présentent une absence de variable de recherche et donc un très faible potentiel de recherche. Le code [1] représente 15,7 % des énoncés. Leur potentiel de recherche est relativement faible car la

variable de recherche et ses valeurs ne sont pas pointés par la ressource et c'est à l'enseignant de les repérer. Les énoncés codés [2] et [3] sont minoritaires (1,6 % et 0,3 % respectivement), or ce sont les énoncés qui ont le plus fort potentiel pour développer une activité de recherche mathématique chez les élèves. Cette tendance générale se confirme à chaque degré d'enseignement.

	Code [X] – Potentiel de recherche des tâches des MER				Total
	Code [0]	Code [1]	Code [2]	Code [3]	
5H (grade 3, élèves de 8-9 ans)	62	13	0	0	75
6H (grade 4, élèves de 9-10 ans)	50	18	1	0	69
7H (grade 5, élèves de 10-11 ans)	70	18	3	1	92
8H (grade 6, élèves de 11-12 ans)	55	21	0	0	76
Total	247	70	4	1	312
Pourcentage	82,3%	15,7%	1,6%	0,3%	

Tableau 2 - Distribution des codes pour analyser le potentiel de recherche des tâches des MER pour les différents degrés

Le second tableau ci-dessous (Tableau 3) présente les résultats du codage obtenus pour chaque code associé à la nature des solutions des tâches des MER, selon le degré scolaire. La majorité des énoncés correspondent au code [U] (76%), ce sont des énoncés qui ne possèdent qu'une solution ou qui en ont plusieurs mais dont une seule n'est demandé aux élèves. Environ 19,9% des énoncés relèvent du code [P], ils possèdent plusieurs solutions et dans la majorité des cas, il est demandé aux élèves de trouver toutes les solutions. Le code [N] est minoritaire (1,3%), les élèves ont donc très peu d'occasion d'être confrontés à la non-existence de solution. Le code [A] qui regroupent des jeux ou des tâches d'invention de problèmes représentent 3,5% des énoncés. Cette tendance générale se confirme à chaque degré d'enseignement.

	Code [X] – Nature des solutions des tâches des MER				Total
	Code [N]	Code [U]	Code [P]	Code [A]	
5H (grade 3, élèves de 8-9 ans)	0	59	11	5	75
6H (grade 4, élèves de 9-10 ans)	0	53	14	2	69
7H (grade 5, élèves de 10-11 ans)	1	70	17	4	92
8H (grade 6, élèves de 11-12 ans)	1	55	20	0	76

Total	2	237	62	11	312
Pourcentage	1,3%	76%	19,9%	3,5%	

Tableau 3 - Distribution des codes pour analyser la nature des solutions des tâches des MER pour les différents degrés

Comme mentionné précédemment, cette analyse quantitative est complétée par une analyse qualitative de quatre problèmes représentatifs des codes [0] à [3] caractérisant le potentiel de recherche d'une tâche. Cette analyse a pour objectif de mettre en évidence l'activité de recherche potentielle, en termes de dialectique particulier-général, des élèves et si elle relève (ou non) d'une dialectique complète d'action-formulation-validation.

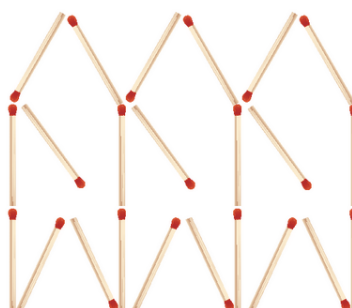
4.2. Analyses qualitatives de quatre tâches

4.2.1. Analyse d'un énoncé du code [3]

Ribambelle est la seule tâche des MER Cycle 2 qui relève du code [3]. Il s'agit d'une tâche de pattern (ici un motif évolutif) (Figure 2).

A - F8 Ribambelle

Jules a fabriqué une ribambelle de trois bonshommes avec des allumettes.



Cherche une règle qui permet de calculer rapidement le nombre d'allumettes qu'il faut pour fabriquer une ribambelle dès qu'on te donne le nombre de bonshommes.

Règle: _____

Figure 2 - Énoncé du problème Ribambelle – MER 7H

Dans cet énoncé, nous avons identifié une variable de recherche dont aucune valeur n'est suggérée par l'énoncé : le nombre de motifs (des bonshommes selon l'énoncé). Il s'agit donc d'une variable de recherche non fixée (code [3]). Une analyse des procédures possibles (Da Ronch et al., 2026) met en évidence un travail dialectique particulier-général. Les élèves sont amenés à produire eux-mêmes des cas particuliers (pour $n = 5$; $n = 10$; *etc.*), en faisant varier le nombre de bonshommes, puis à rechercher des régularités entre ces différents cas (raison de la suite arithmétique ou structure de la figure) afin d'élaborer une règle générale sur le nombre d'allumettes pour n bonshommes. La validation porte sur une mise en correspondance entre deux registres : la règle exprimée dans un registre algébrique d'une part et la structure du motif dans le registre figuratif d'autre part. Le fait que l'énoncé ne demande qu'une seule règle (code [U]) ne favorise pas une validation complémentaire qui pourrait aussi se jouer uniquement dans le registre algébrique avec la preuve de l'équivalence de deux règles trouvées (par exemple $7n + 2$ et $9 + 7(n - 1)$). La généralisation constitue ainsi l'objectif même de l'activité, tandis que la validation repose sur un retour aux cas particuliers et sur la mise en relation de la règle

obtenue avec la structure du motif. La variable de recherche joue ici pleinement son rôle en permettant aux élèves de contrôler eux-mêmes le passage du particulier au général et réciproquement, amenant à l'articulation complète des dialectiques d'action-formulation-validation.

4.2.2. Analyse d'un énoncé du code [2]

Sur les quatre tâches qui relèvent du code [2], trois sont des problèmes de pattern. Ce qui les distingue de la tâche Ribambelle, c'est qu'il est proposé, dans leurs énoncés, une modulation des valeurs de la variable de recherche (*i.e.* le nombre de motifs). Nous présentons ci-dessous la quatrième tâche, intitulée Tous les nombres (Figure 3).

« Écrivez tous les nombres de trois chiffres dont la somme des chiffres est égale à 5. »

Figure 3 - Énoncé du problème Tous les nombres – MER 6H

Dans cet énoncé, nous avons identifié une variable de recherche fixée modifiable (la somme des valeurs chiffrées) avec suggestion d'une autre valeur dans la gestion de l'activité : « écrire tous les nombres à trois chiffres dont la somme des chiffres est égale à 6 », ce qui conduit au code [2]. Une analyse des procédures (Da Ronch et al., 2026) montre que, pour l'énoncé avec la valeur de variable de recherche fixée à 5, le travail de la dialectique particulier-général ne porte pas prioritairement sur l'élaboration d'une formule générale, mais sur l'organisation systématique de l'ensemble des solutions possibles. Les élèves passent progressivement d'une accumulation de nombres particuliers à l'identification de régularités permettant de structurer l'espace des solutions et d'assurer l'exhaustivité de leur recherche. La généralisation prend ici la forme d'une méthode d'énumération organisée plutôt que d'une règle algébrique. La variable de recherche soutient ainsi le passage des cas particuliers à une vision plus globale de la structure du problème. Si l'articulation entre les dialectiques action-formulation-validation sont effectives, on notera toutefois que la validation n'est que locale et ne repose que sur une exhaustivité.

4.2.3. Analyse d'un énoncé du code [1]

Nous avons analysé la tâche Le plus grand produit (Figure 4) comme énoncé représentatif du code [1], c'est-à-dire avec un potentiel de recherche non identifié par la ressource.

0 - L 75 Le plus grand produit

- a) Choisis des nombres naturels dont la somme est 25.
Calcule le produit de ces nombres.
- b) Choisis d'autres nombres, dont la somme est toujours 25,
mais dont le produit est plus grand que le précédent.
Quel est le plus grand produit que l'on peut obtenir ?

Figure 4 - Énoncé du problème Le plus grand produit – MER 7H

Dans cet énoncé, nous pouvons identifier une variable de recherche : la valeur du nombre-cible. Si cette valeur est petite (par exemple, inférieure à 10), il est possible de trouver toutes les décompositions additives, calculer les produits correspondants et de les comparer. Si cette valeur est plus grande (par exemple, 213), l'étude de cas particuliers et l'identification

d'invariants (e.g. il n'est pas intéressant d'avoir plus de trois 2 ; il n'est pas intéressant d'avoir des 4 ; il y a beaucoup de 3, *etc.*) sont favorisés dans la recherche de la solution. Ainsi une dialectique particulier-général peut être travaillée. Le code [1] a été attribué à cet énoncé car la valeur de la variable y est fixée à 25 et aucune autre valeur n'est proposée ou suggérée dans la gestion de l'activité.

Une analyse des procédures (Da Ronch et al., 2026) met en évidence que le choix de 25 est pertinent pour favoriser la procédure qui consiste à choisir des décompositions additives de 25, de calculer leurs produits correspondants, de les comparer et de se questionner sur ce qui rend le produit plus grand. Cette procédure permet un travail sur la dialectique général-particulier dans la recherche des raisons qui rendent le produit maximal, avec des phases d'expérimentation (produire, étudier et comparer différents produits), de formulation (conjecturer que $2 + 2$ et 4 revient au même, qu'il faut un maximum de 3) et de validation ($2 + 2$ et 4 revient au même car $2 \times 2 = 4$). Le fait de demander LE plus grand produit (unicité – code [U] pour la nature de la solution) favorise une recherche exhaustive et des arguments permettant de se convaincre que le produit est le plus grand (ou pas). L'articulation des dialectiques action-formulation-validation reste à un niveau local (sur le cas de 25), ce qui montre un potentiel modéré dans le travail de la dialectique particulier-général.

4.2.4. Analyse d'un énoncé du code [0]

La majorité des tâches des MER du cycle 2 relèvent de cette catégorie, laissant peu (voire pas du tout) de place à une activité de recherche mathématique. De plus, la majorité de ces problèmes sont aussi ceux codés [U] pour la nature des solutions, c'est-à-dire qu'ils ne possèdent qu'une seule solution.

0 - L 76 Achats

Résous ces problèmes en notant dans ton cahier les calculs que tu fais.

A. Célia achète deux croissants à 1.10 franc pièce, un pain à 4.50 francs et une pâtisserie pour son dessert.

Elle paye avec un billet de 20 francs et elle reçoit 9.80 francs en retour.

Quel est le prix de sa pâtisserie ?

Figure 5 - Enoncé du problème Achats – MER 8H

Dans cet énoncé (Figure 5), nous pouvons identifier deux variables didactiques : la valeur des nombres et le nombre de nombres donnés. Les valeurs de ces deux variables sont fixées dans l'énoncé et leur variation ne peut pas permettre d'engager une dialectique particulier-général. Ainsi, dans cet énoncé, il n'existe pas de variable de recherche (d'où le code [0]).

Une analyse des procédures (Da Ronch et al., 2026) met en évidence que les connaissances mobilisées lors de la résolution de la tâche concernent le choix des opérations (afin de traduire correctement la situation réelle), l'organisation et la syntaxe de l'écriture (présence de parenthèses, ordre de priorité des opérations), et la réalisation de calculs (addition, soustraction et multiplication). Le choix de nombres entiers et le petit nombre de nombres en jeu peuvent favoriser une procédure par ajustement d'essais successifs, ce qui engage une forme d'expérimentation pouvant amener à la formulation de conjecture et à la validation de cette dernière, sans toutefois aller vers de la généralisation. Cela constitue une limite pour le travail particulier-général et confirme le faible potentiel de cette tâche pour engager les élèves dans

une activité de recherche. À l'inverse des tâches précédentes, cette activité offre peu d'occasions d'engagement dans une dialectique particulier-général. Les éventuels essais réalisés au cours de la résolution ont essentiellement une fonction opératoire et visent l'obtention de la solution attendue. Ils ne constituent pas des cas particuliers d'un problème plus général et ne conduisent ni à l'identification de régularités, ni à la formulation de conjectures de portée générale. L'activité mathématique demeure ainsi centrée sur l'application et la coordination de connaissances déjà disponibles plutôt que sur un processus de généralisation.

5- Discussion

Ces résultats mettent en évidence plusieurs tendances marquées quant à l'adéquation entre les ressources proposées par les Moyens d'enseignement romands (MER) et les prescriptions du Plan d'études romand (PER) en matière d'activité de résolution de problèmes que nous avons orienté vers l'activité de recherche mathématique.

5.1. Un potentiel *a priori* limité des ressources des MER pour générer une activité de recherche chez les élèves

Tout d'abord, l'analyse de la présence de variables de recherche montre que la grande majorité des énoncés (82,3 %) ne comporte pas de telles variables (code [0]). Les énoncés intégrant une variable de recherche explicite ou implicite (codes [1] à [3]) restent minoritaires (17,7 % au total), et les formes les plus riches (qui laissent une marge importante de choix à l'élève (codes [2] et [3]) demeurent marginales (moins de 2 %). Ces résultats suggèrent que, dans leur état actuel, les MER offrent relativement peu de ressources susceptibles de déclencher chez l'élève, de manière autonome, une activité de recherche mathématique fondée sur la dialectique particulier-général, impliquant de fait une dialectique complète d'action-formulation-validation.

Cependant, cette première lecture mérite d'être nuancée. Une proportion non négligeable d'énoncés relevant du code [1] (15,7 %) présente un potentiel intéressant, dans la mesure où ils peuvent donner lieu à une activité de recherche si leur exploitation en classe est orientée dans ce sens. Autrement dit, le potentiel de ces tâches ne réside pas uniquement dans leur structure intrinsèque, mais également dans la manière dont elles sont mises en œuvre. Cette limite est également liée au fait que les analyses portent sur les tâches prescrites et non les tâches effectives. Ce constat souligne le rôle déterminant de l'enseignant dans l'activation de ce potentiel, et pose en creux la question de la formation des enseignants à l'identification et à l'exploitation de ces situations.

Nos résultats corroborent avec ceux déjà pointés dans l'étude de Stylianides (2009). Cette dernière réalisée sur des manuels mathématiques du primaire met en avant la faible proportion de tâches relevant de l'engagement des élèves dans la formulation de conjectures et de leur résolution qui nécessitent, de fait, de fournir des preuves, qui appelle à un examen plus approfondi comme le soulignent d'autres auteurs (p. ex., Harel & Sowder, 2007). Par ailleurs, Stylianides (2009) relève que la majorité des régularités identifiées dans les problèmes étudiés a été caractérisée comme ne conduisant pas à la formulation de conjectures. Ce constat s'explique notamment par le fait que les tâches visant l'étude de régularités étaient nettement plus nombreuses que celles invitant explicitement les élèves à formuler des conjectures. En outre, l'auteur relève également que la plupart des conjectures proposées ne sont pas articulées à un travail de preuve. Il souligne ainsi l'intérêt de mettre davantage en relation conjecture et preuve, notamment en amenant les élèves à prouver des conjectures qu'ils ont eux-mêmes

formulées, plutôt que des énoncés directement fournis par le manuel. Une telle articulation constituerait davantage une activité de recherche mathématique, qualifiée d'authentique par Lampert (1990), dans la manière dont elle peut refléter la culture mathématique (Stylianides, 2009). Il serait alors intéressant, dans cette perspective, de regarder si les ressources identifiées comme ayant un potentiel de recherche dans les MER suivent ce même constat. Le faible nombre de ressources intégrant une variable de recherche sous ses formes les plus riches (codes [2] et [3]) suggère que, sans intervention de l'enseignant, la mise en œuvre d'une dialectique entre le particulier et le général demeure peu probable. Les occasions d'amener les élèves à formuler des conjectures à partir de régularités observées, puis à s'engager dans un processus de validation de celles-ci, apparaissent ainsi limitées (Da Ronch et al. 2026).

Par ailleurs, une certaine progressivité peut être observée selon les degrés scolaires. On note une légère augmentation de la proportion de variables de recherche dans les degrés supérieurs (notamment en 7H), ainsi qu'une présence plus marquée de problèmes à solutions multiples. Cette évolution suggère une prise en compte progressive de la complexité des tâches et des attendus en matière d'activité de recherche mathématique. Néanmoins, cette progression reste modérée et ne remet pas en cause les tendances générales observées sur l'ensemble du corpus. Malgré cette progression limitée, nous soutenons à l'instar d'autres travaux (Aylar et Sahiner, 2014 ; Stylianides et Stylianides, 2009 ; Knuth et Sutherland, 2004) que ces rencontres progressives pourraient permettre aux enseignants d'aborder des notions particulières en lien avec le raisonnement et la preuve en mathématiques, contribuant ainsi à améliorer la compréhension de la preuve chez les élèves, notamment le passage du particulier au général, et la distinction entre des preuves empiriques et des preuves intellectuelles (Balacheff, 1988) en pointant notamment les limites des exemples en tant que preuve.

5.2. Nature des solutions dans les MER

L'analyse de la nature des solutions apporte un éclairage complémentaire. Une très large majorité des problèmes (76 %) relève du code [U], c'est-à-dire de situations impliquant une solution unique. Les problèmes mettant en jeu une pluralité de solutions (code [P]) représentent environ 20 % du corpus, tandis que ceux impliquant explicitement des situations d'impossibilité (code [N]) sont quasi inexistantes (1,3 %). Les problèmes de type « jeu » ou invitant à inventer un problème (code [A]) restent également marginaux (3,5%).

Cette distribution révèle un déséquilibre important dans les types d'activités proposés aux élèves. En particulier, le faible traitement des situations d'impossibilité limite les occasions d'engager les élèves dans une réflexion sur les conditions d'existence des solutions, pourtant centrale dans l'activité mathématique. À l'inverse, les problèmes à solution unique peuvent favoriser un travail sur l'exhaustivité des cas, bien que cette dimension ne soit pas toujours explicitement thématisée dans les ressources. Ainsi, même lorsque le potentiel existe, il n'est pas nécessairement rendu visible pour l'enseignant ni pour les élèves.

Les problèmes à solutions multiples (code [P]) constituent, quant à eux, un levier intéressant pour travailler la dialectique entre le particulier et le général, notamment à travers la recherche d'exhaustivité. Là encore, ce potentiel dépend fortement de la capacité de l'enseignant à identifier ces enjeux et à les intégrer dans la gestion de la classe. Enfin, les problèmes relevant du code [A], tels que les jeux à deux joueurs, présentent un intérêt particulier pour aborder la question de l'impossibilité ou des stratégies gagnantes, mais leur faible présence dans le corpus limite leur impact global sur l'activité de recherche mathématique des élèves.

Dans l'ensemble, ces résultats mettent en évidence un décalage entre les orientations curriculaires du PER, qui valorisent une activité mathématique fondée sur l'exploration, la recherche et la généralisation, et les caractéristiques des tâches présentes dans les MER. Néanmoins, l'interprétation de cet écart doit demeurer prudente, dans la mesure où les ressources ne déterminent pas à elles seules les pratiques de classe. En effet, l'analyse s'est focalisée sur les tâches prescrites (Rogalski, 2003). Or l'appropriation des ressources par les élèves et les enseignants, ainsi que les choix didactiques opérés lors de leur mise en œuvre, constituent des dimensions essentielles pour comprendre les opportunités d'apprentissage effectivement offertes aux élèves. Il serait ainsi pertinent d'analyser les tâches effectives réalisées par les élèves. Enfin, il convient de rappeler que cette étude porte exclusivement sur l'analyse des MER du cycle 2, et plus particulièrement sur la rubrique ARP (Aides à la résolution de problèmes). Les résultats présentés permettent ainsi de mettre en évidence certaines tendances, mais leur portée demeure circonscrite au corpus étudié. Ils ne peuvent, en conséquence, être généralisés ni à l'ensemble des cycles de la scolarité obligatoire, ni à l'intégralité des MER du cycle 2. Cette délimitation du corpus constitue dès lors une limite de la portée de notre l'étude.

6- Conclusion

Cette étude visait à interroger l'adéquation entre les prescriptions du Plan d'études romand et les ressources proposées par les Moyens d'enseignement romands, au regard de deux dimensions caractéristiques de l'activité mathématique : la mise en œuvre d'une dialectique général-particulier et le travail sur la nature des solutions.

Les résultats montrent que, si certaines tâches présentent un potentiel pour engager les élèves dans une activité de recherche travaillant spécifiquement le particulier-général, ce potentiel reste globalement limité et inégalement réparti entre les degrés scolaires. La faible présence de variables de recherche, en particulier dans leurs formes les plus ouvertes, ainsi que le déséquilibre dans les types de solutions proposées (notamment la quasi-absence de situations d'impossibilité), témoignent d'une prise en compte partielle des attendus curriculaires. Toutefois, l'analyse met également en évidence que de nombreuses tâches, en particulier celles relevant du code [1] (c'est-à-dire avec l'existence d'une variable de recherche dont l'identification est à la charge de l'enseignant) ou du code [P] (énoncé à solutions multiples), pourraient constituer des supports pertinents pour développer une activité de recherche, à condition d'être exploitées dans cette perspective. Ce constat souligne le rôle central de l'enseignant dans la transformation des tâches en véritables situations de recherche, et met en lumière l'importance de la formation initiale et continue pour un enseignement des mathématiques mettant au centre la résolution de problèmes, et en particulier la dialectique particulier-général.

En complément des pistes évoquées précédemment, cette étude permet d'identifier plusieurs prolongements possibles. Un premier axe consisterait à approfondir l'analyse des liens entre les deux systèmes de codage et à affiner le second, celui-ci portant davantage sur les attentes formulées à l'égard des élèves que sur la cardinalité de l'ensemble des solutions admissibles. Un second axe concernerait la conception des ressources didactiques, dans la perspective de mieux expliciter les potentialités qu'elles recèlent et de diversifier les modalités selon lesquelles elles peuvent soutenir une activité de recherche. Enfin, les résultats mettent en évidence l'intérêt de renforcer l'accompagnement des enseignants afin de favoriser l'identification et l'exploitation de situations propices à l'engagement des élèves dans une activité de recherche mathématique.

Bibliographie

- Aylar, E., & Şahiner, Y. (2014). A Study on Teaching Proof to 7th Grade Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 3427–3431. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.777>
- Artigue, M., & Houdement, C. (2007). Problem solving in France: Didactic and curricular perspectives. *ZDM – Mathematics Education*, 39(5), 365–382. <https://doi.org/10.1007/s11858-007-0048-x>
- Balacheff, N. (1988). Aspects of proof in pupils' practice of school mathematics. In D. Pimm (Ed.), *Mathematics, teachers and children* (pp. 216–235). Hodder & Stoughton.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (1998). Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique. Dans R. Noirfalise (Éd.), *Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : Actes de l'Université d'été de La Rochelle – Charente-Maritime* (pp. 91-118). https://www.univ-irem.fr/IMG/pdf/analyse_des_pratiques_univ_d_ete_la_rochelle.pdf
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (2010). Domaines disciplinaires. <https://portail.ciip.ch/per/domains/2>
- Coppé, S., & Dorier, J.-L. (Eds.). (2024). *La résolution de problèmes en mathématiques : Enjeux pour l'enseignement et l'apprentissage*. UGA Éditions. <https://doi.org/10.4000/12ct8>
- Da Ronch, M. (2022). *Pratique de l'activité mathématique en médiation : modèles didactiques et conception d'ingénieries* (Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes). <https://hal.science/tel-04089443v1>
- Da Ronch, M., Gardes, M.-L., & Mili, I. (2023). Study of the potential of problems to practice a research activity in mathematics at elementary school in French-speaking Switzerland. In Drijvers, P., Csapodi, C., Palmér, H., Gosztonyi, K., & Kónya, E. (Eds.). *Proceedings of the Thirteenth Congress of the ERME (CERME13)* (pp. 96–103). Alfréd Rényi Institute of Mathematics and ERME. <https://hal.science/hal-04408292v1>
- Da Ronch, M., Gardes, M.-L., & Mili, I. (2026). Reliability and validity of a tool for analyzing resource potential for mathematical activity. Soumis à la revue *Educational Studies in Mathematics (ESM)*. Springer. <https://hal.science/hal-05604944>
- Dorier, J.-L. (2012). *Context analysis for the implementation of IBL: International synthesis report* [PRIMAS project report]. PRIMAS Project. https://primas-project.eu/wp-content/uploads/sites/323/2017/11/FINAL_WP2_ContextAnalysis_licence_150708.pdf
- Durand-Guerrier, V. (2025). Sur divers usages du concept de variables didactiques. Dans C. Derouet, V. Durand Guerrier, C. Lemrich & A.-C. Mathé (Dir.), *Pré-actes du Colloque international en hommage à l'œuvre de Guy Brousseau* (pp. 101–109). IREM d'Aquitaine

- Garey, M. R., & Johnson, D. S. (1979). *Computers and intractability: A guide to the theory of NP-completeness*. W. H. Freeman.
- Gardes, M.-L. (2013). *Etude de processus de recherche de chercheurs, élèves et étudiants, engagés dans la recherche d'un problème non résolu en théorie des nombres* (Thèse de doctorat, Université Claude Bernard-Lyon I). <https://theses.hal.science/tel-00948332/>
- Gravier, S., & Trouvé, T. (2025). Les variables de recherche : un outil pour transposer la dialectique particulier-général. Dans C. Derouet, V. Durand-Guerrier, C. Lemrich & A.-C. Mathé (Éd.), *Pré-actes du Colloque international en l'hommage à l'œuvre de Guy Brousseau* (pp. 115-119). IREM d'Aquitaine. <https://hal.science/hal-05325431v1>
- Godot, K. (2005). *Situations recherche et jeux mathématiques pour la formation et la vulgarisation. Exemple de la roue aux couleurs* (Thèse de doctorat, Université Joseph-Fourier-Grenoble I). <https://theses.hal.science/tel-00102171/>
- Hadamard, J. (1945). The psychology of invention in the mathematical field. *Princeton University Press*. https://worrydream.com/refs/Hadamard_1945_-_The_psychology_of_invention_in_the_mathematical_field.pdf
- Halmos, P. R. (1980). The heart of mathematics. *The American Mathematical Monthly*, 87(7), 519–524. <https://doi.org/10.1080/00029890.1980.11995081>
- Harel, G., & Sowder, L. (2007). Toward comprehensive perspectives on the learning and teaching of proof. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 805–842). Information Age Publishing.
- Jäder, J., Lithner, J., & Sidenvall, J. (2020). Mathematical problem solving in textbooks from twelve countries. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(7), 1120–1136. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1656826>
- Knuth, E. J., & Sutherland, J. (2004). *Student understanding of generality* [Paper presentation]. Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Toronto, Ontario, Canada. pp. 562-568. <https://www.pmena.org/pmenaproceedings/PMENA%2026%202004%20Proceedings%20Vol%202.pdf>
- Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, 27(1), 29–63. <https://doi.org/10.3102/00028312027001029>
- Maheux, J.-F. & Proulx, J. (2014). De résoudre un problème à problématiser mathématiquement : vers une nouvelle approche de l'activité mathématique de l'élève. *Éducation et francophonie*, 42(2), 24–43. <https://doi.org/10.7202/1027904ar>
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2010). *Thinking mathematically* (2nd ed.). Pearson.

- Ministère de l'Éducation nationale (MEN). (2022). *La résolution de problèmes mathématiques au cours moyen*. <https://eduscol.education.gouv.fr/sites/default/files/document/guide-resolution-de-problemes-cours-moyen-90990.pdf>
- Ministry of Education, Singapore (MES). (2012). *Primary mathematics teaching and learning syllabus*. Curriculum Planning and Development Division. <https://libris.nie.edu.sg/sites/default/files/math-primary-2013.pdf>
- Mili, I., Da Ronch, M., & Gardes, M.-L. (2025). Combining a theoretical framework and a statistical measure to assess the reliability of didactic criteria in the analysis of large corpora. Dans M. Bosch, G. Bolondi, S. Carreira, C. Spagnolo, & M. Gaidoschik (Éds.), *Proceedings of the Fourteenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME14)* (pp. 2832–2839). Free University of Bozen-Bolzano & ERME. <https://hal.science/hal-05283880v1>
- National Governors Association. (2010). Common core state standards. *Washington, DC*.
- OCDE (2025). *Résultats du PISA 2022 (Volume I) : Apprentissage et équité dans l'éducation*, PISA, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/165f1d07-fr>.
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Rogalski, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23(3), 343-388.
- Santos-Trigo, M. (2020). Problem-solving in mathematics education. Dans S. Lerman (Éd.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 686–693). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_129
- Shield, M., & Dole, S. (2013). Assessing the potential of mathematics textbooks to promote deep learning. *Educational Studies in Mathematics*, 82(2), 183–199. doi: 10.1007/s10649-012-9415-9
- Schoenfeld, A.H. (1985). *Mathematical problem solving*. Elsevier.
- Stylianides, G. J., & Stylianides, A. J. (2009). Facilitating the transition from empirical arguments to proof. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40(3), 314–352. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.40.3.0314>
- Stylianides, G. J. (2009). Reasoning-and-Proving in School Mathematics Textbooks. *Mathematical Thinking and Learning*, 11(4), 258–288. <https://doi.org/10.1080/10986060903253954>
- Trouvé, T. (2025). *La généricité dans l'activité mathématique : Une étude mathématique, épistémologique et didactique pour l'apprentissage de la preuve* [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes].

von Davier, M., Kennedy, A., Reynolds, K., Fishbein, B., Khorramdel, L., Aldrich, C., Bookbinder, A., Bezirhan, U., & Yin, L. (2024). *TIMSS 2023 International Results in Mathematics and Science*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://doi.org/10.6017/lse.tpisc.timss.rs6460>