

LA SCHEMATISATION : UN OUTIL POUR COMPRENDRE ET RESOUDRE UN PROBLEME MATHEMATIQUE DANS UNE CLASSE DE 6H

Laura Anderegg

Université de Genève, étudiante diplômée du Certificat Complémentaire en Enseignement aux degrés Préscolaire et primaire.

Mots clés : schématisation, résolution, problèmes, mathématiques.

Résumé : Cet article rend compte d'une expérimentation sur la schématisation dans une classe de 6H, l'objectif étant de répondre à la problématique suivante : comment la schématisation aide à la représentation et à la résolution de problèmes mathématiques auprès d'élèves de 6H ? Le dispositif en quatre temps s'articule autour de huit problèmes mathématiques.¹

INTRODUCTION

Résoudre un problème est un processus complexe qui demande la mise en œuvre de méthodes et de connaissances particulières. Cette résolution apparaît dans le Plan d'Étude Romand (PER) comme une attente fondamentale dans le domaine de l'espace, des nombres, des opérations ainsi que des grandeurs et mesures. L'objectif est alors de permettre à l'élève d'acquérir des notions, concepts et modèles scientifiques développés par l'humanité. Il est aussi question de développer la capacité de problématiser des situations, mobiliser des outils et des démarches pour en tirer des conclusions. Le travail sur l'utilisation de dessin, croquis ou schéma est pointé comme un apprentissage visé.

Nous nous proposons de rendre compte d'une expérimentation introduisant la schématisation dans une classe genevoise d'élèves de 6H. L'objectif est de découvrir cet outil, dans l'optique d'appropriation et de remobilisation. Nous nous demandons comment la schématisation aide à la représentation et à la résolution de problèmes mathématiques, principalement ceux relevant de l'addition et de la soustraction. Ce questionnement vient d'observations tirées de différentes situations de résolution de problème, dans des contextes de stage et de remplacements. Nous avons constaté la présence régulière de ce type d'activité, ainsi que la difficulté de certains élèves à les résoudre. Pour aider ces élèves à résoudre des problèmes, nous leur proposons de les schématiser. Nous souhaitons ainsi observer si les schémas permettent d'améliorer les compétences en résolution de problèmes mathématiques. Dans le domaine des mathématiques, le schéma apparaît comme une représentation simplifiée de la réalité qui permet de trier et organiser les données, ainsi que d'atteindre une image mentale de la situation. Grâce à cela « l'élève va pouvoir faire le lien entre les données de l'énoncé et enclencher la bonne stratégie pour arriver à la solution. » (Stecker, 2016, p.11). Afin de comprendre comment la schématisation prend sa place dans la résolution d'un problème mathématique, nous présenterons des éléments théoriques et notre dispositif d'expérimentation. Nous analyserons les données recueillies, autrement dit les résolutions effectuées par les élèves. Nous concluons ce travail en apportant une réponse à notre problématique et en discutant des limites de l'expérimentation.

¹ Ce texte provient d'un travail d'intégration de fin d'études réalisé à l'Université de Genève.

CADRAGE THÉORIQUE

Le problème mathématique

Le Larousse (2012) définit un problème de mathématique comme :

Une question à résoudre par des méthodes logiques, rationnelles, dans le domaine scientifique mais aussi comme un exercice scolaire consistant à trouver les réponses à une question posée à partir de données connues.

La résolution de problème étant véritablement au cœur des apprentissages mathématiques, il est nécessaire de s'intéresser aux démarches de l'esprit pour y parvenir. Chacun des élèves « acquiert les différents concepts vus en cours à leur manière, c'est pourquoi il est important d'avoir une palette de méthodes et de stratégies à disposition lorsque nous enseignons. » (Rossi & Sutter, 2013, p. 40). Vergnaud considère le problème mathématique comme « toute situation dans laquelle il faut découvrir des relations, développer des activités d'exploration, d'hypothèse et de vérification, pour produire une solution » (1983, p. 22). Brun le définit comme une situation initiale comportant un but à atteindre et demandant au sujet l'élaboration d'une suite d'actions ou d'opérations. Toute situation n'est alors pas nécessairement un problème : « 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. » (1990, p. 2).

Ces définitions nous éclairent sur le caractère d'un problème et accompagneront notre réflexion, du choix des énoncés jusqu'aux analyses des travaux d'élèves. Pour que le problème ait lieu, il doit y avoir une activité de recherche. La méthode de résolution mise en place par les élèves peut varier. Dans notre recherche, nous retiendrons le problème mathématique comme un questionnement à résoudre à l'aide de stratégies. Ces dernières, propres au fonctionnement de chacun, peuvent inclure l'utilisation de la schématisation, que nous abordons ci-dessous.

Le schéma

Dans le Larousse (2012) la définition du schéma est :

Dessin figurant les éléments essentiels d'un objet, d'un ensemble complexe, d'un phénomène ou d'un processus, et destiné à faire comprendre sa conformation et/ou son fonctionnement.

C'est une construction, une façon de procéder pour se représenter ou résoudre un problème mathématique. Selon Camus-Musquer, la lecture d'un énoncé de problème peut générer une surcharge cognitive, alors « le schéma permet de fixer les informations perçues de manière à libérer la mémoire de travail » (2007). C'est une « [...] visualisation et une meilleure compréhension d'un système de façon extrêmement simplifiée » (Stecker, 2016) aidant à interpréter et à analyser la situation. Monnier (2003) effectue un classement des catégories de schémas par rapport à leur utilisation et leur mode d'acquisition : représentations iconiques ; tableaux et graphiques ; représentations symboliques. Dans notre travail, nous considérons les schémas en tant que représentations iconiques : « ce sont des représentations très personnelles de la réalité de l'énoncé et plutôt utilisées par des élèves de cycle 2 qui ne maîtrisent pas encore des outils de schématisation plus synthétiques et mathématiques » (Monnier, 2003, p. 27).

Notre expérimentation se base sur des énoncés propices à la schématisation, considérés selon la classification de Vergnaud (1983) qui organise les différents types de problèmes additifs : transformation d'état, composition d'état, comparaison d'états, composition de transformations. Dans notre étude, nous retiendrons de ces définitions l'aspect simplifié que peut apporter le schéma. Ainsi, il peut permettre une meilleure compréhension et représentation du problème afin de soutenir la résolution.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Notre expérimentation se déroule dans une classe d'élèves genevois de 6H. Les élèves sortant tout juste de 5H ont certains prérequis : ils ont appris à résoudre des problèmes numériques (additifs et soustractifs).

Cet apprentissage se poursuivant tout du long de la 5H et de la 6H, il est intéressant de trouver davantage d'outils de résolution. Les énoncés choisis sont d'un niveau supérieur aux problèmes habituellement proposés aux élèves. Ainsi, nous espérons qu'ils auront besoin d'un outil supplémentaire pour les résoudre, comme la schématisation. Pour cela, nous avons travaillé pendant quatre séances de 45 minutes, sur une période de deux semaines. Certains élèves ont un niveau de lecture plus faible que les attentes du PER, ils ont besoin d'une attention particulière pour déchiffrer l'énoncé. Les élèves travailleront par binômes afin de s'entraider sans être désavantagés par la lecture. Rassemblés par niveaux de mathématiques, nous éviterons que l'un des deux élèves effectue tout le travail. Nous comptons sept duos mixtes, deux duos féminins et un duo masculin. Cette collaboration permettra aussi une confrontation de points de vue sur divers problèmes. Les huit problèmes mathématiques ont des données numériques simples, avec comme nombre maximal 250, afin d'éviter les erreurs de calculs ou une surcharge cognitive. Nous avons organisé ainsi les quatre étapes de travail :

1. Résolution de 4 problèmes
2. Discussion synthèse sur la première étape
3. Résolution de 4 nouveaux problèmes
4. Mise en commun sur les schémas

Première étape : 4 énoncés

Initialement, l'enseignante n'avait jamais mentionné ni travaillé les schémas avec sa classe. Lors de la première séance, nous avons lu ensemble les énoncés, afin de s'assurer de la bonne compréhension des problèmes. Nous avons répondu aux questions de vocabulaire uniquement. Les élèves, en duo, ont ensuite eu 45 minutes pour la résolution, sans consigne particulière : le mot schéma n'a pas été mentionné, le but étant de voir si les élèves en feront usage spontanément.

Nous présenterons brièvement les 4 premiers problèmes (n°1 à 4 en annexe) par rapport à la classification de Vergnaud. Les élèves doivent rechercher une transformation, un état initial et deux fois l'état final. Les énoncés sont courts et le domaine numérique de travail s'arrête à 30. Les problèmes 1 à 3, mobilisant la soustraction ou addition, concernent des situations d'échanges entre deux ou trois personnages. Le 4^{ème} problème diffère, il relève de la multiplication / division, opérations qui n'ont pas encore été vues en classe à cette période de l'année. N'ayant pas accès à la résolution experte, les élèves devront trouver un autre cheminement.

Nous avons nous-même effectué quelques schémas a priori et constaté que la schématisation pouvait être d'une aide diverse. Selon Coppé (2020), la fonction du schéma pour l'élève peut prendre différentes formes, notamment aider à la compréhension et repérer les éléments pertinents ; aider à trouver la réponse et trouver la réponse, communiquer la réponse.

Deuxième étape : discussion synthèse sur la première étape

Notre deuxième séance est une discussion collective autour des résultats (durée de 45 minutes), qui s'est déroulée le lendemain de la première étape. Nous avons recueilli les impressions des élèves sur ces premiers problèmes. Pour introduire le nouvel outil, nous nous sommes accordés sur la définition du schéma comme étant un *dessin simplifié*. Nous nous sommes questionnés sur la possibilité d'utiliser la schématisation comme système de résolution, puis avons construit ensemble un schéma pour chacun des problèmes. Pour ce faire, nous avons repéré ce qui est connu et ce qui est cherché. Les élèves ont sélectionné les informations pertinentes à faire ressortir, tout en simplifiant ensemble les éléments à faire apparaître, à l'aide de formes simples, de flèches, de couleurs. Pour chaque élément tracé, nous nous demandions s'il est utile ou pas : nous les aidons à traduire un énoncé en un schéma mathématique. L'objectif était alors que les dessins viennent des élèves, qu'ils puissent proposer une résolution schématisée en tant qu'exemple. Nous avons mis en avant qu'il n'y a pas de règles préétablies sur les schémas, que chacun n'a pas la même façon de fonctionner et de comprendre. Dans ce sens, l'utilisation du schéma n'est pas imposée mais proposée comme outil.

Troisième étape : 4 nouveaux énoncés

Une semaine après la seconde étape, avec les mêmes binômes qu'à la première séance, les élèves ont résolu les quatre nouveaux problèmes en 45 minutes. Nous avons pris un temps court pour nous remémorer ce qui a été fait à la dernière mise en commun, sans imposer l'utilisation de la schématisation.

Ces nouveaux problèmes (n°5 à 8 dans annexe) entrent dans la classification de Vergnaud comme une recherche d'état final, une d'état initial ainsi que deux de transformations. La difficulté a été augmentée, tout comme le domaine numérique qui va jusqu'à 360. Le problème n°5 sort du lot, de par son processus de résolution différent : s'il est réalisé correctement, un schéma permet de rendre visible la solution et de communiquer la réponse. A contrario, si l'élève choisit un découpage peu commun, il trouvera une solution qui sort de l'ordinaire. Le problème n°6 présente de grandes quantités impossibles à dessiner en entier, il risque d'être ainsi intéressant à analyser si certains élèves font le choix d'utiliser la schématisation. Le problème n°7 a des similitudes avec le n°3 : il s'agit de la même situation, avec des nombres et des échanges différents. Enfin le dernier problème peut ressembler au n°2, il comporte plusieurs transformations dont une est à rechercher.

Quatrième étape : mise en commun sur les schémas

Une semaine après la seconde résolution de problèmes a eu lieu la dernière étape (45 minutes). Nous avons sélectionné certaines productions d'élèves pour une discussion collective sur la schématisation. Nous avons passé en revue plusieurs dessins en nous questionnant et en éclaircissant leur utilité. Les élèves ont pu comparer des schémas et donner leur avis, l'objectif étant alors que chacun se fasse sa propre idée de ce qui lui convient.

RÉSULTATS

Les figures suivantes exposent les résultats de l'expérimentation. Le tableau de gauche présente le nombre de schémas réalisés par problème. Celui de droite indique les groupes ayant trouvé la solution pour chacun des énoncés. Les axes verticaux représentent les 9 ou 10 groupes. Les axes horizontaux correspondent aux problèmes. Les problèmes 1 à 4 concernent la première passation, face aux problèmes 5 à 8 pour la seconde. Pour la première passation, il y avait 9 groupes, deux élèves étant absents et pour la seconde, 10 groupes. Afin de prendre en compte cette différence, nos résultats sont restitués sous forme de pourcentages.

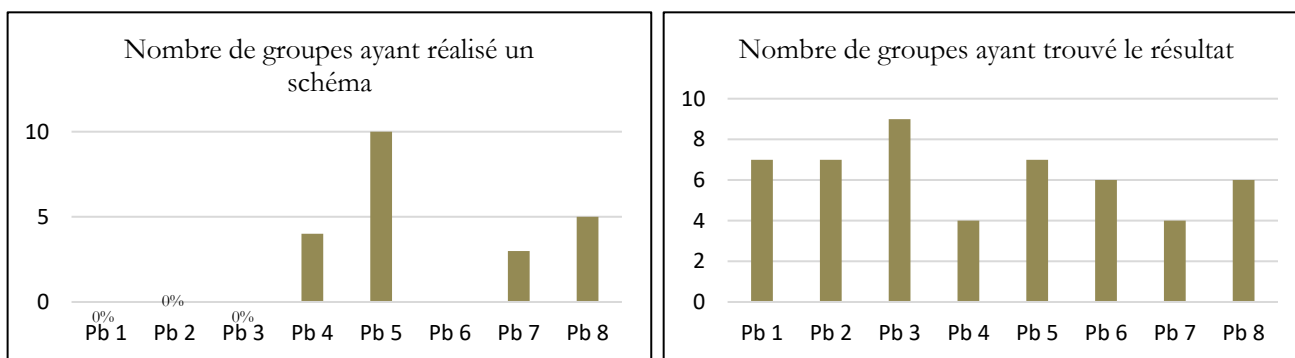


Fig. 1 : Nombre de schémas réalisés & nombre de groupes ayant trouvé le résultat

Il y a une absence presque totale de schémas lors de la première passation. Le problème n°4 fait exception avec 44% de dessins. Les élèves ont sûrement utilisé le schéma afin de pallier un manque, la résolution experte étant la division, opération encore inconnue. Cet énoncé étant plus complexe, seuls quatre groupes ont trouvé la solution.

De la 1^{ère} à la 2^{ème} passation, nous constatons une augmentation du nombre de schémas. Probablement en raison de l'étape de mise en commun collective, plusieurs hypothèses sont envisageables, soit :

- Les élèves, réceptifs, ont souhaité essayer par eux-mêmes le nouvel outil.
- La difficulté augmentée des problèmes a contraint les élèves à devoir mobiliser une résolution différente.
- Bien que libres dans leur choix, la mise en commun a engendré un phénomène de contrat didactique incitant les élèves à utiliser le schéma : ils intègrent ce qui est attendu d'eux.

Ces hypothèses restent assez incertaines, il serait intéressant de les vérifier notamment à l'aide d'entretiens avec les élèves concernés. Malgré l'augmentation du nombre de schémas, nous constatons que le taux de réussite n'a pas suivi la même courbe. De la 1^{ère} à la 2^{ème} passation, les résultats se dégradent. Nous nous demandons ainsi à quoi cela est dû : à l'augmentation de la difficulté ? à la suggestion d'utilisation des schémas ? Nous nous demandons si l'outil de schématisation est acquis et si son acquisition aurait permis des résultats significativement meilleurs.

Pour le problème 6, nous relevons 0% de schémas et 60% de réussite. Dans cette seconde passation, c'est le seul énoncé où aucun des groupes n'a fait de schémas. Peut-être cela est-il dû aux grands nombres, les élèves ont alors eu de la peine à concevoir un dessin ou n'ont pas jugé nécessaire d'en faire un. 60% des groupes ayant trouvé la solution, il semblerait que la schématisation n'ait pas été préférée ni nécessaire pour ces derniers.

Un dernier point intéressant concerne le problème n°5, où il y eut 100% de schémas pour un taux de réussite le plus élevé de la seconde passation (70%). Nous estimons ce taux lié à l'énoncé particulier : il est difficilement imaginable de le résoudre sans passer par le dessin, ce qui se vérifie dans les résultats.

Nous analyserons en détail les productions des différents groupes, particulièrement les erreurs et les schémas. Pour cela, nous nous basons sur la typologie des erreurs d'Astolfi (2011), qui recense huit catégories d'erreurs : compréhension des consignes ; habitudes scolaires, mauvais décodage des attentes ; conceptions alternatives des élèves ; opérations intellectuelles ; démarche adoptée ; surcharge cognitive ; transfert non acquis, difficulté du contenu. Nous avons traité les données en observant comment les élèves ont résolu le problème mathématique, notamment en vérifiant s'il y a des changements dans les étapes. Nous avons pu constater que la schématisation modifie le processus de résolution, cela demande une organisation différente.

Première étape

Les élèves ont très peu fait de schémas, en suivant une résolution à l'aide d'opérations, soit en lignes soit en colonnes. Pour les problèmes 1 à 3, il n'y a aucun schéma et de bons résultats. Nous retrouvons diverses erreurs : opérations mobilisées, absence de méthodologie, démarche adoptée, décodage des attentes, etc.

Dans le problème n°4, les premiers schémas apparaissent. La figure 2 permet d'aider à trouver la réponse : les barres représentent les élèves, les cercles ou espaces montrent les voitures. Il est possible de vérifier le résultat avec la présence des 29 élèves et des 8 voitures, le schéma donne la réponse.

Un autre groupe a dessiné des taxis car cela les a aidés (fig. 3), c'est la première fois que le mot dessin est mentionné.

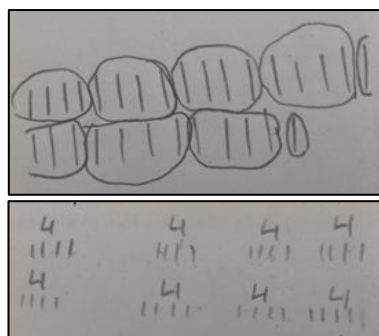


Fig. 2 : Problème n°4

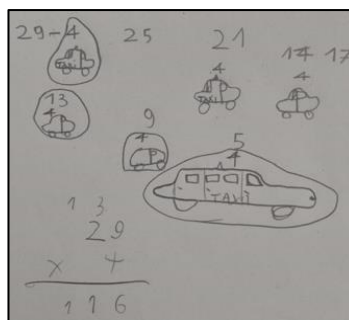


Fig. 3 : Problème n°4

Le raisonnement commence avec des soustractions petit à petit du nombre d'élèves total et en dessinant un taxi lorsque nécessaire. On voit alors 6 véhicules, 2 ont été oubliés. La gestion du reste d'élèves (5) a posé problème, les élèves ont changé de stratégie en multipliant 29 par 4. Ils ont conclu que ce résultat était le nombre de taxi : soit 116. Nous pouvons imaginer plusieurs hypothèses : il y eut un excès d'informations, une surcharge cognitive ; ou encore les élèves n'ont pas relu l'énoncé, sans quoi ils n'auraient pas écrit avoir besoin d'autant de voitures pour si peu d'élèves.

Pour les groupes ayant trouvé le résultat sans schématisation, cet outil n'aurait pas été d'une grande utilité. Ils ont mené leur résolution en utilisant principalement des opérations posées sur leur feuille. Pour quelques groupes, il aurait été intéressant de voir si l'aide de schémas aurait produit des résultats plus concluants.

Deuxième étape

Cette mise en commun a pour objectif d'offrir aux élèves un nouvel outil de résolution de problèmes. L'idée n'est pas de leur imposer la schématisation, mais de présenter cette méthode qui peut être une aide. Nous avons proposé une première approche de co-construction de schémas, afin qu'ils puissent avoir un premier aperçu tout en donnant leur avis. Sous la dictée des élèves, nous avons construit au tableau noir un dessin pour la résolution de chacun des problèmes. Ils ont spontanément proposé des apports telles que l'utilisation de formes simple comme des carrés, des ronds ou des traits. Ils ont proposé des gestes tels que barrer et entourer afin de représenter différentes étapes. En plus de leurs idées, nous leur avons montré l'utilisation de différentes couleurs qui peuvent structurer les étapes et l'ajout de flèches pour clarifier l'ordre. Afin d'illustrer ces propos sur la discussion collective, les photos suivantes présentent les quatre schémas réalisés.

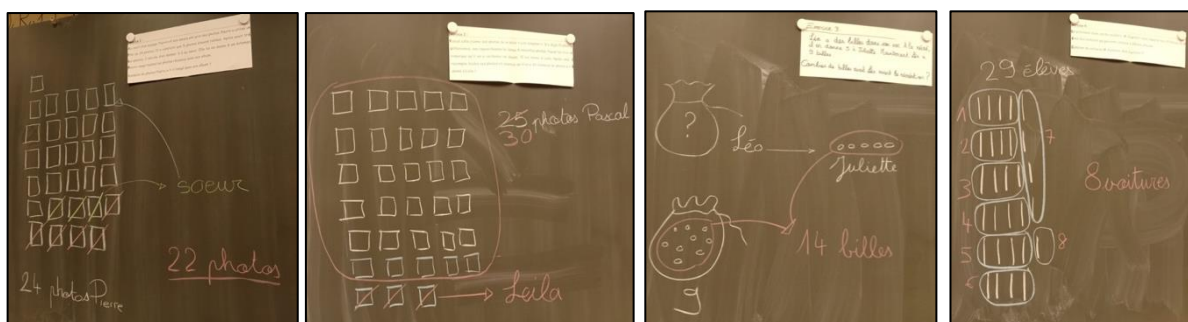


Fig. 4 : Schémas des problèmes 1 à 4, réalisés avec les élèves lors d'une discussion collective

Nous avons motivé l'élaboration de schémas sur le principe simple que tous les groupes n'avaient pas trouvé la solution. Nous avons relevé qu'une très grande partie de la classe a obtenu le résultat, mais avons essayé de trouver une alternative pour les autres. De plus, l'enseignante est intervenue afin de raconter une anecdote de ses années à l'école où elle a constamment utilisé des schémas. Les élèves ont pu comprendre que cet outil pouvait aussi servir de relecture, notamment en cas d'évaluation où chaque point compte. La

discussion était animée par des élèves participatifs, prenant la parole, donnant leur avis et aidant à la construction de la schématisation.

Troisième étape

Pour cette seconde passation, les élèves connaissent de l'outil de la schématisation et peuvent se remémorer la séance de construction de schémas. Aussi, il y a certainement eu un phénomène de contrat didactique, les élèves ayant été incités par la mise en commun ainsi qu'un discours positif de l'enseignante sur les schémas. Ainsi, nous retrouvons davantage de dessins à analyser.

Pour le problème n°5, la forme d'une bûche a été précisée oralement, afin de partir dans la bonne direction. Tous ont mobilisé la schématisation pour leur résolution. Dans les réponses correctes, les dessins des élèves ressemblent à notre proposition a priori : un schéma communiquant la solution en exposant le nombre de parts. Dans les trois groupes n'ayant pas trouvé la bonne réponse, il y a deux types d'erreurs. D'abord un manque de concordance entre le schéma et la réponse donnée : les élèves ont un dessin montrant la solution mais n'ont pas réussi à compter correctement les parts de bûche. Puis une erreur liée à la démarche adoptée et les conceptions des élèves. Le découpage différent effectué leur donne des réponses variées (fig.5).

Pour le problème n°6 les élèves ont trouvé la solution à l'aide de calculs, sans effectuer aucun dessin.

Pour le problème n°7, six groupes n'ont pas trouvé le résultat. Un binôme a utilisé un schéma sans trouver la réponse (fig. 6). Les élèves ont dessiné 18 billes en gris (l'état final) et ont ajouté 7 billes en vert (ce que Léo a gagné). L'erreur est la suivante : les élèves ont ajouté des billes bien que ces dernières fassent déjà partie du résultat final. Les élèves auraient dû ajouter les 4 billes données à Juliette plutôt que de les enlever. Ils n'ont pas réussi à transcrire en langage mathématique, le fait de *gagner* ou *d'offrir*. Le schéma a aidé à définir les étapes mais n'aura pas permis aux élèves de trouver la solution.

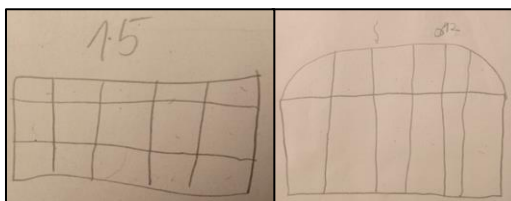


Fig. 5 : Problème n°5

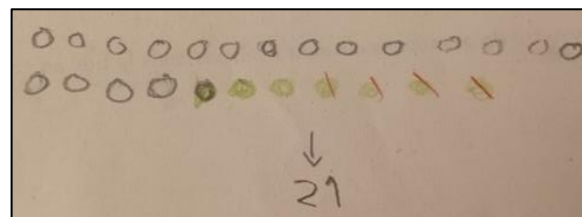


Fig. 6 : Problème n°7

Dans un autre groupe, les élèves ont essayé un schéma (fig. 7) mais les traces gommées encore visibles montrent le changement de stratégie pour en revenir aux calculs. La soustraction $7-4=3$ aurait pu aboutir à une réponse correcte s'ils n'avaient pas oublié une dernière étape. Analyser leur première résolution schématisée aurait été intéressant, pour voir si cela leur aurait permis de passer outre la complexité de ce problème et trouver la bonne réponse.

Pour le n°8, un groupe a réalisé un schéma qui traduit la résolution du problème (fig. 8). Ce dessin est clair, bien construit et agrémenté de couleurs afin de vérifier chacune des étapes.

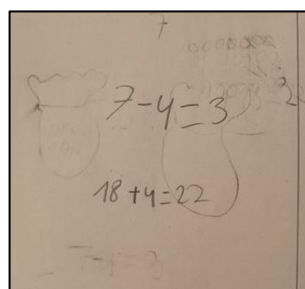


Fig. 7 : Problème n°7

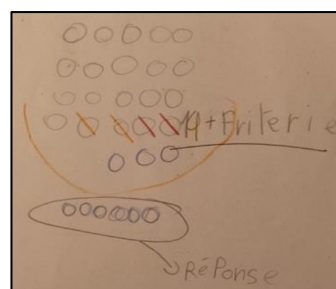


Fig. 8 : Problème n°8

Pour conclure, il a été intéressant d'analyser les schémas effectués par quelques groupes. Des dessins réalisés ressemblent aux schémas construits collectivement. Il est possible que certains aient été réceptifs aux schémas, à la mise en page choisie et aux astuces proposées. Nous imaginons aussi que le métier d'élève a été fait, en assimilant ce qui a été présenté lors de la mise en commun afin de l'appliquer par la suite.

Quatrième étape

Après la seconde passation de problèmes, nous avons discuté collectivement des résultats. Nous avons échangé sur les dessins, sur leur efficacité et leur justesse (fig. 9).

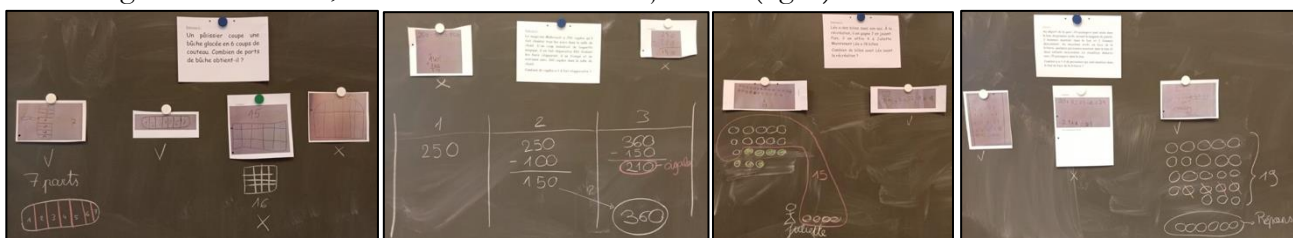


Fig. 9 : Schémas des problèmes 5 à 8, réalisés avec les élèves lors d'une discussion collective

Nous avons analysé quelques réponses d'élèves, leurs schémas, en nous questionnant ensemble. Nous avons interrogé les élèves sur ce qu'ils comprenaient, les différences, les ressemblances, si le schéma représentait bien le problème, ce que nous pourrions faire pour l'améliorer. En comparant les schémas, nous pouvons ainsi les faire évoluer et progresser. Pour conclure cette dernière étape d'analyses collectives, il était intéressant d'observer les élèves dans des postures d'évaluation face aux différents schémas. Nous avons ainsi pu avoir accès à la pensée des élèves sur la schématisation, ils ont pu donner leur avis et tenter d'améliorer l'utilisation du nouvel outil encore très récent.

CONCLUSION

A travers ces résultats, nous constatons que les élèves n'ont pas utilisé la schématisation spontanément. Puis, ils y ont fait appel lors de la deuxième passation. Cette augmentation peut être due à deux éléments : l'augmentation de la difficulté des problèmes d'une étape à l'autre et/ou l'effet de la mise en commun. L'utilisation des schémas peut être une solution face aux problèmes plus complexes, les élèves ayant ainsi adopté des stratégies et outils supplémentaires. Ou encore, les moments collectifs de construction de dessins ont été réfléchis et ensuite intégrés par les élèves dans leur résolution.

Les élèves se sont montrés très motivés et ont développé notamment de nombreuses propositions de construction de schémas. Cette attitude lors des différents temps de l'expérience a permis un bon déroulement. Les élèves se mettaient rapidement au travail avec une posture positive qui a probablement eu un effet efficace sur la collaboration dans les duos.

En analysant les résolutions des élèves, il a été intéressant de pouvoir observer des schémas qui aident à la compréhension, ceux qui aident à trouver la solution ou à communiquer la réponse. Au vu de nos analyses, l'absence de schémas et de résultats concluants nous font nous interroger sur la place de la schématisation. Faire un schéma ne s'improvise pas et cela doit être travaillé. Il est nécessaire de mettre en place une réflexion et un dispositif de travail afin d'approprier l'outil pour le mobiliser dans des problèmes qui le nécessitent et peuvent être variés.

Dans d'éventuelles perspectives, il serait intéressant d'avoir accès aux pensées des élèves grâce à des entretiens. Aussi, s'appuyer davantage sur les temps de mises en commun nous permettrait de mieux évaluer les potentiels apports de la schématisation.

BIBLIOGRAPHIE

- Astolfi, J.P. (2011). *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris : ESF éditeur.
- Brun, J. (1990). La résolution de problèmes arithmétiques : Bilan et perspectives. *Math-École*, 141, 2-15.
- 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 en Sciences de l'Éducation]. Université de Genève.
- Camus-Musquer, A. (2007). *L'activité de schématisation réfléchie*. Strasbourg : Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation.
- Coppé, S. (2019-2020). *Nouveaux moyens d'enseignement romands de mathématiques 3P*. Genève, Université de Genève : Formation continue DIP.
- Larousse. (2012). *Le Petit Larousse illustré*. Paris : Larousse Bordas.
- Monnier, N. (2003). Les schémas dans les activités de résolution de problème. *Grand N*, 71, 25-47.
- Rossi, C., Sutter, A. (2013). *Apprendre à résoudre des problèmes en mathématiques*. Lausanne : mémoire professionnel.
- Stecker, S. (2016). *La schématisation en résolution de problèmes mathématiques au CM2 : aide cognitive ou obstacle*. Université de Paris.
- Vergnaud, G. (1986). Psychologie du développement cognitif et didactique des mathématiques : un exemple : les structures additives. *Grand N*, 38, 21-40.

ANNEXE

		Recherche :
Problème 1	<p>Au cours d'un voyage, Pierre et ses sœurs ont pris des photos. Pierre a utilisé un film de 24 photos. Il a constaté que 5 photos étaient ratées. Après avoir trié les photos, il décide d'en donner 3 à sa sœur. Elle lui en donne 6 en échange. Pierre range toutes les photos réussies dans son album.</p> <p>Combien de photos Pierre a-t-il rangé dans son album ?</p>	État final
Problème 2	<p>Pascal collectionne des photos de la série « Les Simpson ». Il a déjà 25 photos différentes, son copain Hassan lui donne 8 nouvelles photos. Pascal les trie et remarque qu'il en a certaines en double. Il les donne à Leila. Après cela, il recompte toutes ses photos et constate qu'il en a 30.</p> <p>Combien de photos a-t-il donné à Leila ?</p>	Transformation
Problème 3	<p>Léo a des billes dans son sac. À la récréation, il en donne 5 à Juliette. Maintenant Léo a 9 billes.</p> <p>Combien de billes avait Léo avant la récréation ?</p>	État initial
Problème 4	<p>En prévision d'une sortie scolaire, M. Fournier veut répartir les 29 élèves de 6H dans des voitures qui peuvent contenir 4 élèves chacune.</p> <p>Combien de voitures M. Fournier doit-il prévoir ?</p>	État final
Problème 5	<p>Un pâtissier coupe une bûche glacée en 6 coups de couteau.</p> <p>Combien de parts de bûche obtient-il ?</p>	État final
Problème 6	<p>Le magicien Malbrouck a 250 cigales qu'il fait chanter tous les soirs dans la salle de chant. D'un coup maladroit de baguette magique, il en fait disparaître 100. Voulant les faire réapparaître, il se trompe et se retrouve avec 360 cigales dans la salle de chant.</p> <p>Combien de cigales a-t-il fait réapparaître</p>	Transformation
Problème 7	<p>Léo a des billes dans son sac. À la récréation, il en gagne 7 en jouant. Puis, il en offre 4 à Juliette. Maintenant Léo a 18 billes.</p> <p>Combien de billes avait Léo avant la récréation ?</p>	État initial
Problème 8	<p>Au départ de la gare, 20 passagers sont assis dans le bus. Au premier arrêt, devant le magasin de jouets, 3 hommes montent dans le bus et 2 femmes descendent. Au deuxième arrêt, en face de la friagerie, quelques personnes montent dans le bus et deux enfants descendent. Le chauffeur démarre avec 25 passagers dans le bus.</p> <p>Combien y a-t-il de personnes qui sont montées dans le bus en face de la friagerie ?</p>	Transformation