



HAL
open science

La pratique des problèmes ouverts en mathématiques en moyenne section de maternelle

Estelle Brisson

► **To cite this version:**

Estelle Brisson. La pratique des problèmes ouverts en mathématiques en moyenne section de maternelle. Education. 2020. dumas-02886511

HAL Id: dumas-02886511

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02886511>

Submitted on 1 Jul 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITÉ DE NANTES



Master

« Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation »

Mention premier degré

2019-2020

**LA PRATIQUE DES PROBLÈMES OUVERTS EN MATHÉMATIQUES
EN MOYENNE SECTION DE MATERNELLE**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master

soutenu par

Estelle Brisson

en présence de la commission de soutenance composée de :

Paul Delhumeau, directeur de mémoire

Véronique Perrin, membre de la commission

REMERCIEMENTS

Tout d'abord merci à Paul Delhumeau pour tous ses précieux conseils qui m'ont aidé à mener ce travail de recherche.

Merci également à Marie et Sandrine, les ATSEM de la classe, qui ont rendu possible l'expérimentation, en étant disponible pour la classe pendant que je travaillais avec un ou deux élèves.

Merci aux élèves de moyenne section de ma classe qui, en participant activement, chacun à leur façon, m'ont permis d'avoir un aperçu de la pratique des problèmes ouverts en maternelle. Enfin, merci aux membres de ma famille qui ont relu attentivement ce mémoire et apporté quelques corrections orthographiques et syntaxiques.

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION | 5 |
| PARTIE 1 : ANCRAGE THEORIQUE | 7 |
| I- Typologie de la résolution de problèmes en mathématiques | 7 |
| II- La place de la résolution de problèmes dans les instructions officielles | 7 |
| II-1- De 1833 à 1970 : essor des mathématiques dans les instructions officielles | 7 |
| II-2- De 1970 à 2008 : développement des problèmes pour chercher | 8 |
| II-3- De 2008 à nos jours : la résolution de problèmes, une compétence centrale affirmée par le socle commun | 9 |
| III- Problèmes ouverts, problèmes pour chercher ou problèmes pour apprendre à chercher (Arsac G. et Mante M., 2007, Charnay R., 1992-1993, Houdement C., 2003) | 10 |
| IV- Rôle de l’enseignant dans une situation de problème pour chercher | 12 |
| V- La résolution de problèmes dans un exemple de manuel de maths de cycle 1 : « découvrir les maths » de Dominique Valentin – situations MS | 13 |
| VI- Langage oral et argumentation en mathématiques | 14 |
| VII- La place et le rôle du langage en cycle 1 | 15 |
| PARTIE 2 : PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES | 17 |
| PARTIE 3 : METHODE EXPERIMENTALE | 18 |
| I- Les rails | 18 |
| I-1- Description de la situation | 18 |
| I-2- Analyse à priori de la situation | 19 |
| I-3- Mise en œuvre dans la classe | 21 |
| II- Les embouteillages | 23 |
| I-1- Description de la situation | 23 |
| I-2- Analyse à priori de la situation | 25 |
| I-3- Mise en œuvre dans la classe | 27 |
| III- Méthodologie d’analyse des données | 28 |
| PARTIE 4 : RESULTATS | 30 |
| I- Les rails | 30 |
| I-1 Résultats de l’expérimentation menée en période 2 : | 30 |
| I-2 Résultats de l’expérimentation menée en période 3 : | 31 |
| II- Les embouteillages | 33 |
| PARTIE 5 : DISCUSSION | 36 |
| CONCLUSION | 39 |
| BIBLIOGRAPHIE | 40 |
| ANNEXES | 41 |

TABLE DES FIGURES, DES TABLEAUX ET DES ANNEXES

| | |
|---|----|
| <u>Figure 1</u> : jeu labyrinthe des rythmes..... | 18 |
| <u>Figure 2</u> : rangement par couleur et cartes modèles 1, 2 et 3 du jeu labyrinthe des rythmes.... | 22 |
| <u>Figure 3</u> : jeu des embouteillages, version initiale et version adaptée pour les élèves plus jeunes..... | 23 |
| | |
| <u>Tableau 1</u> : jeu des balles brûlantes en MS (Houdement, 2003)..... | 12 |
| <u>Tableau 2</u> : Analyse comparative des deux jeux..... | 19 |
| <u>Tableau 3</u> : intérêt des élèves pour le problème..... | 28 |
| <u>Tableau 4</u> : engagement des élèves dans le problème..... | 28 |
| <u>Tableau 5</u> : engagement des élèves dans une procédure d'essais erreurs..... | 29 |
| <u>Tableau 6</u> : procédure de validation pour le jeu des rails..... | 29 |
| <u>Tableau 7</u> : intérêt des élèves pour le jeu des rails..... | 31 |
| <u>Tableau 8</u> : engagement des élèves dans le jeu des rails..... | 31 |
| <u>Tableau 9</u> : engagement des élèves dans une procédure d'essais-erreurs pour le jeu des rails..... | 32 |
| <u>Tableau 10</u> : procédure de validation pour le jeu des rails..... | 32 |
| <u>Tableau 11</u> : intérêt des élèves pour le jeu des embouteillages..... | 33 |
| <u>Tableau 12</u> : engagement des élèves dans le jeu des embouteillages..... | 33 |
| <u>Tableau 13</u> : engagement des élèves dans une procédure d'essais-erreurs pour le jeu des embouteillages..... | 34 |
| <u>Tableau 14</u> : procédure de validation pour le jeu des embouteillages..... | 34 |
| | |
| <u>Annexe 1</u> : 12 cartes modèles du jeu labyrinthe des rythmes..... | 41 |
| <u>Annexe 2</u> : feuille de route pour récupérer les données des élèves pour le jeu des rails..... | 41 |
| <u>Annexe 3</u> : prise de note d'échanges entre une élève à l'aise et l'enseignante au cours d'une résolution d'une carte problème sur le jeu des rails..... | 42 |
| <u>Annexe 4</u> : prise de note d'échanges entre deux élèves en difficultés et l'enseignante au cours d'une résolution d'une carte problème sur le jeu des rails..... | 43 |
| <u>Annexe 5</u> : 24 cartes modèles du jeu des embouteillages..... | 44 |
| <u>Annexe 6</u> : prise de note des procédures de l'élève qui a réussi des cartes de grande section du jeu des embouteillages..... | 45 |
| <u>Annexe 7</u> : prise de note des procédures de résolution du problème des embouteillages d'un élève très en difficultés. | 45 |
| <u>Annexe 8</u> : photos d'élèves en train de faire le problème des rails..... | 46 |
| <u>Annexe 9</u> : photos d'une élève en train de faire les embouteillages : carte n°23 avec trottoir et carte n°11 sans trottoir avec un élève observateur. | 46 |
| <u>Annexe 10</u> : photos extraites d'une vidéo d'un élève (élève observateur de l'annexe 7) en train de faire les embouteillages, avec procédure d'essais-erreurs et etayage de l'enseignante : carte n°7 avec trottoir..... | 47 |

INTRODUCTION

Le thème de ce mémoire porte sur la résolution de problèmes en mathématiques, plus précisément de problèmes ouverts, dans une classe de moyenne section de maternelle. J'ai choisi ce thème car j'affectionne particulièrement les mathématiques, d'autant plus la résolution de problèmes que je considère comme un jeu. De plus, cela me paraît fondamental d'enseigner, dès le plus jeune âge, la résolution de problèmes qui permet de développer différentes compétences transversales.

Par ailleurs, la résolution de problèmes en mathématiques est de plus en plus exigée par les institutions scolaires dans le monde. D'après le socle commun de connaissances, de compétences et de culture, apprendre à chercher et à résoudre des problèmes, plus particulièrement des problèmes ouverts, permet de développer des compétences fondamentales et transversales. En effet, la pratique de résolution de problèmes ouverts, permet aux élèves d'apprendre à chercher en s'engageant dans une démarche d'essais-erreurs, d'apprendre à valider leur réponse et d'apprendre à argumenter. Cela contribue à former un citoyen lucide, doté d'un esprit critique.

Dans les programmes de mathématiques de 2018 des cycles 2 et 3, les compétences travaillées en mathématiques sont principalement liées à la résolution de problèmes. De plus, les programmes incitent, entre autres, à proposer aux élèves des problèmes pour apprendre à chercher. Dans le programme de 2015 du cycle 1, une des modalités d'apprentissage préconisée est d'apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes. Néanmoins, malgré ces recommandations officielles, d'après les rapports internationaux PISA et TIMSS et les évaluations nationales, les élèves rencontrent des difficultés en mathématiques et notamment en résolution de problèmes. Il apparaît alors fondamental, dès l'école maternelle, de travailler la résolution de problème avec les élèves, comme le recommandent les programmes.

Dans les manuels récents de maternelle, des problèmes pour chercher sont proposés. Lors de la pratique des problèmes ouverts au cycle 1, les élèves ont la capacité de s'engager dans des essais et de les valider ou les invalider eux-mêmes. Cependant, le langage étant en construction, les élèves ne sont pas en mesure de produire une argumentation élaborée.

Quelles sont alors les principales compétences développées par les élèves de cycle 1 dans une situation de problème ouvert ? Comment les élèves pourront-ils valider leur réponse et verbaliser sur leurs procédures ?

Dans ce mémoire, une première partie fera un état des lieux de la résolution de problèmes du côté de la recherche en sciences de l'éducation et dans les instructions officielles. Cette partie amènera un questionnement, et posera trois hypothèses pour y répondre. En troisième partie la méthode expérimentale sera développée. La quatrième et la cinquième partie présenteront les résultats de l'expérimentation menée dans ma classe de moyenne section et la discussion sur ces résultats et sur cette recherche en général.

PARTIE 1 : ANCORAGE THEORIQUE

I- Typologie de la résolution de problèmes en mathématiques

Plusieurs types de problèmes peuvent être rencontrés en mathématiques (Charnay R., 1992-1993) :

- **Situations problèmes** : problèmes destinés à engager les élèves dans la construction de nouvelles connaissances.
- **Problèmes de réinvestissement** : problèmes destinés à permettre aux élèves l'utilisation des connaissances déjà étudiées.
- **Problèmes de transfert** : problèmes destinés à permettre aux élèves l'extension du champ d'utilisation d'une notion déjà étudiée.
- **Problèmes d'intégration ou de synthèse** : problèmes plus complexes dans lesquels les élèves doivent utiliser conjointement plusieurs catégories de connaissances.
- **Problèmes d'évaluation** : 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 ouverts** : problèmes destinés à mettre l'élève en situation de recherche et donc de développer des compétences méthodologiques : faire et gérer des essais, faire des hypothèses, imaginer des solutions, tester leur validité, argumenter.

Les problèmes peuvent être classés dans plusieurs des catégories présentées ci-dessus, selon le niveau de classe auxquels ils sont donnés.

Jean brun (1999) affirme « qu'un problème est généralement défini comme une situation initiale avec un but à atteindre, demandant au sujet d'élaborer une suite d'actions ou opérations pour atteindre ce but ». Face à un problème, la solution n'est pas disponible d'emblée, et le problème se définit dans le rapport entre le sujet et la situation proposée.

Ces définitions posées, un rappel historique sur la résolution des problèmes en mathématiques permettra de mieux comprendre et de préciser la notion de problèmes ouverts, faisant l'objet de cette étude.

II- La place de la résolution de problèmes dans les instructions officielles

II-1- De 1833 à 1970 : essor des mathématiques dans les instructions officielles

D'après un article de Priolet en 2012, l'enseignement des mathématiques apparaît dans les instructions officielles avec la loi Guizot en 1833. Les problèmes portent alors sur des situations de la vie courante, et les énoncés comportent souvent un « habillage ». Dans les programmes de 1882, le volet pratique n'est plus officiellement recommandé et l'abstraction est prônée, ce qui ne fait pas l'unanimité. En 1923 et en 1945, les instructions qui accompagnent les programmes conseillent de nouveau l'ancrage dans des situations concrètes pour l'apprentissage des mathématiques. En 1945, « la priorité est donnée aux problèmes numériques et la complexité des problèmes est liée au nombre d'opérations à enchaîner pour trouver le résultat. »

II-2- De 1970 à 2008 : développement des problèmes pour chercher

D'après Priolet (2012), contrairement aux problèmes proposés dans les instructions de la première moitié du vingtième siècle, à partir des années 1970, la résolution de problèmes engage pleinement la démarche créative de l'élève, ce qui marque une rupture dans l'enseignement des mathématiques. En 1965, Polya, qui s'intéresse particulièrement à la résolution de problèmes, propose une méthode destinée aux élèves et aux enseignants, en vue de développer les aptitudes des élèves à résoudre des problèmes. Dans les programmes de 1970, la résolution de problèmes est considérée comme une activité privilégiée, et l'ambition est alors de donner une « formation mathématique véritable ». A cette époque, la didactique des mathématiques commence à se développer, avec les travaux de Brousseau, qui évoque notamment « le rôle déterminant de l'enseignant dans le choix et la mise en œuvre de situations visant la dévolution à l'élève de l'élaboration de ses connaissances mathématiques ».

Dans les programmes et instructions de 1978, 1980 et 1985, le concept de situation-problème est clairement défini. Les situations-problèmes sont classées en trois catégories : celles qui permettent d'introduire des nouvelles connaissances, celles qui vont permettre d'évaluer les connaissances acquises, et des situations-problèmes complexes visant à développer des capacités de recherche, qualifiées de « problème de recherche » dans les programmes de 1985. A partir des années 1980, il est rappelé que résoudre des problèmes suppose l'appropriation de méthodes, ainsi que la maîtrise du langage mathématique.

Les programmes de 1995 intègrent la notion de cycle pédagogique, introduite par la loi d'orientation sur l'éducation du 10 juillet 1989. Ces programmes, en s'inspirant notamment des travaux de recherche de Charnay, réaffirment la notion de problèmes de recherche, et insistent sur la nécessité de développer des compétences méthodologiques. Cette dimension méthodologique est déclinée explicitement dans les programmes : « Dans des situations variées, l'élève pourra : reconnaître, trier, organiser et traiter des données utiles à la résolution d'un problème ; formuler et communiquer sa démarche et ses résultats ; argumenter à propos de la validité d'une solution ; élaborer une démarche originale dans un véritable problème de recherche, c'est-à-dire un problème pour lequel on ne dispose d'aucune solution déjà éprouvée ; élaborer un questionnement à partir d'un ensemble de données. » (Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, 1991). Dans une étude de 1999, Balmes et Coppé s'interrogent sur les dérives observées dans les manuels issus des programmes de 1995. Lors d'une séance de résolution de problèmes, une place prédominante est accordée à la prise d'informations, au détriment de la mobilisation des connaissances mathématiques. Ainsi, les élèves recherchent des données mais ne résolvent pas le problème. De même, en 2002, dans une étude sur des manuels de CE2, Coppé et Houdement déplorent que les élèves soient amenés à s'interroger sur la manière de résoudre des problèmes, sans pour autant les résoudre.

Les programmes de 2002, insistent, comme ceux de 1995, sur l'importance de la résolution de problèmes à l'école élémentaire. Les programmes de 2002 complètent ceux de 1995, en s'inspirant de recherches révélant d'une part des lacunes des élèves français en résolution de problèmes en mathématiques, d'autre part des dérives dans les manuels scolaires. En 2002, le ministère de l'éducation nationale affirme que les connaissances mathématiques après avoir été étudiées, peuvent être réinvesties dans les problèmes. La résolution de problèmes permet alors de donner du sens à toutes les connaissances mathématiques travaillées. Les programmes de 2002 évoquaient les notions de procédures personnelles et procédures expertes, ce que déplorent Brissiaud en 2006, ainsi que Charnay en 2006. Ceux-ci précisent que le processus de conceptualisation n'est jamais achevé, et qu'on ne peut pas parler de « procédure experte » à

ce niveau. D'autre part, les nombreuses publications en didactique des mathématiques élaborées entre 2002 et 2005, traduisent de l'importance de l'enseignement des mathématiques, et notamment de la résolution de problèmes. Les programmes de 2002 affirment que les enjeux de l'enseignement des mathématiques sont de contribuer au développement d'une pensée rationnelle.

Au sujet de l'école maternelle, les documents d'accompagnement des programmes de 2002, stipulent que la plupart des questions posées aux élèves de l'école maternelle sont des problèmes pour chercher. En effet, les élèves n'ayant pas encore construit de nombreuses connaissances mathématiques, ils doivent faire preuve d'inventivité pour répondre aux problèmes qui leur sont proposés.

La fin du vingtième siècle et le début du vingt et unième siècle voient donc se développer la didactique des mathématiques, et l'affirmation de l'enjeu fondamental de l'enseignement des mathématiques dans la formation d'un citoyen éclairé. Cet enjeu est alors défini plus clairement dans le socle commun.

II-3- De 2008 à nos jours : la résolution de problèmes, une compétence centrale affirmée par le socle commun

Selon l'article de Priolet (2012), le socle commun des connaissances et des compétences de 2006, issu de la loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école du 23 avril 2005, est organisé en sept compétences, parmi lesquelles figurent les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique. Le rôle de la résolution de problèmes en mathématiques est explicitement affirmé dans ce socle commun. Dans cette continuité, les programmes de 2008 réaffirment également l'importance de la résolution de problèmes en mathématiques.

Le socle commun de connaissance de compétences et de culture (S4C) de 2015, divisé en cinq domaines, stipule que les élèves doivent apprendre, entre autres, à résoudre des problèmes : « L'élève (...) apprend à réfléchir, à mobiliser des connaissances, à choisir des démarches et des procédures adaptées, pour penser, résoudre un problème, réaliser une tâche complexe ou un projet, en particulier dans une situation nouvelle ou inattendue. »

Dans les programmes de 2015 et 2018 du cycle 2 et du cycle 3, la résolution de problèmes apparaît comme une compétence transversale, à la fois pour tous les domaines mathématiques, mais aussi pour les autres domaines. Le programme actuel du cycle 2 affirme que « la résolution de problèmes est au centre de l'activité mathématique des élèves, développant leurs capacités à chercher, raisonner et communiquer. Les problèmes permettent d'aborder de nouvelles notions, de consolider des acquisitions, de provoquer des questionnements. » Celui du cycle 3 dit que « La résolution de problèmes constitue le critère principal de la maîtrise des connaissances dans tous les domaines des mathématiques. »

La résolution de problèmes, issus de situations de classe, contribue à renforcer le lien entre les disciplines. Dans ces programmes, il est recommandé de proposer aux élèves « des problèmes pour apprendre à chercher qui ne soient pas de simples problèmes d'application à une ou plusieurs opérations mais nécessitent des recherches avec tâtonnements. » D'ailleurs, la première compétence citée dans le programme de mathématiques, en lien avec le S4C est la compétence « chercher », que la résolution de problèmes permet pleinement de travailler.

Au cycle 1, la résolution de problèmes a également sa place dans les programmes de 2015. Elle apparaît comme la deuxième modalité d'apprentissage après le jeu : « apprendre en

réfléchissant et en résolvant des problèmes ». Elle est qualifiée « d'activité cognitive de haut niveau » et permet aux élèves de développer leur capacité d'autonomie intellectuelle. L'enseignant doit proposer de préférence des problèmes ouverts, à la portée des élèves, dont la réponse n'est pas directement disponible et dont la résolution implique un tâtonnement et des essais. Il doit être attentif aux cheminements qui se manifestent par le langage ou en action et il doit susciter les discussions.

La résolution de problème en mathématiques, et notamment de problèmes pour apprendre à chercher à aujourd'hui une place fondamentale dans les apprentissages de l'école primaire. Comment se définit alors un problème pour apprendre à chercher ?

III- Problèmes ouverts, problèmes pour chercher ou problèmes pour apprendre à chercher (Arsac G. et Mante M., 2007, Charnay R., 1992-1993, Houdement C., 2003)

Le terme « problème ouvert » a été introduit par une équipe de l'IREM de Lyon pour évoquer une catégorie de problèmes destinés à mettre en route, avec les élèves, une démarche scientifique : essayer, conjecturer, tester, prouver.

Les caractéristiques du problème ouvert sont les suivantes :

- L'énoncé est court pour donner l'envie à l'élève de s'engager dans une démarche de recherche puisqu'il n'y a pas d'obstacles dans la compréhension de l'énoncé, et qu'il pense alors que la réponse est à sa portée.
- L'énoncé n'induit ni la méthode, ni la solution. En aucun cas la solution est l'application des derniers résultats présentés en cours. L'élève doit faire preuve de créativité pour engager une procédure de recherche.
- Le problème se trouve dans un domaine conceptuel connu des élèves afin qu'il puisse s'approprier la situation, et s'engager dans une démarche de résolution par essais successifs.
- Un bon problème doit avoir un enjeu fort pour les élèves, la question doit être résistante et la réponse non immédiate.
- Il est préférable qu'il y ait plusieurs procédures possibles pour atteindre le résultat et éventuellement plusieurs expressions de la solution, voire plusieurs solutions ou des solutions partielles.

La démarche pour résoudre un problème ouvert est comparable à une véritable démarche scientifique :

- Faire des essais pour produire une hypothèse ;
- Tester son hypothèse en faisant d'autres essais ;
- Prouver la validité de son hypothèse.

Arguments en faveur du problème ouvert :

Le problème ouvert permet aux élèves de **s'engager dans une véritable recherche**, tel un mathématicien, puisqu'ils devront trouver une solution originale avec leurs propres connaissances.

Les objectifs du problème ouvert sont d'ordre méthodologique, en procédant par essais, en organisant sa démarche, en testant ses solutions, en argumentant.

Le problème ouvert permet la différenciation, puisque chaque élève pourra engager une procédure différente, ce qui permettra le débat entre élèves.

Le problème ouvert permet à **l'enseignant de faire connaître aux élèves quelles sont ses**

attentes en matière de résolution de problèmes. Les élèves prennent alors conscience de la signification de chercher, ainsi que de l'intérêt de connaître les outils mathématiques, de contrôler son résultat et de pouvoir le faire face à tout type de problème. Des situations de recherche bien menées permettent de faire évoluer les représentations qu'ont les élèves des mathématiques. En effet le fait de trouver un résultat permet aux élèves de prendre conscience de leur capacité de raisonnement. Cela leur permet alors de développer leur estime d'eux-mêmes et d'apprendre à écouter les autres.

D'après des expérimentations conduites par Arsac et Mante (2007) en résolution de problèmes ouverts, il apparaît que ceux-ci favorisent la motivation des élèves pour les mathématiques, puisque ces problèmes sont accessibles à tous les élèves. Cela modifie alors leur rapport aux mathématiques, et peut aider les élèves en difficulté à améliorer leur image des mathématiques. L'enjeu lors de la phase de débat contribue également à la motivation des élèves. Par ailleurs, lors de la résolution de problèmes, les élèves ont l'occasion d'apprendre à travailler en groupe. L'apprentissage du débat et du travail en groupe constituent des apprentissages transversaux essentiels du socle commun.

Recommandations pour proposer un problème ouvert :

La difficulté ne doit pas résider dans la compréhension de la situation : il faut donner toutes les indications pour que le problème soit clairement défini et aucune indication qui puisse esquisser une procédure possible de résolution. Les élèves doivent aussi pouvoir imaginer la solution résolue.

La phase de recherche doit appartenir aux élèves : les élèves doivent comprendre la situation, imaginer la résolution, utiliser leurs connaissances pour la résolution, construire un raisonnement, pouvoir essayer et contrôler leurs essais. Dans les résolutions de problèmes, l'attitude du professeur est primordiale pour laisser les élèves autonomes dans la recherche de solutions et la validation ou non validation de celles-ci. L'enseignant ne doit pas intervenir sur la validité des procédures, il peut intervenir uniquement sur la compréhension de l'énoncé, ou pour encourager les élèves. L'observation de l'enseignant permet de préparer la phase de mise en commun. La recherche est souvent réalisée en petit groupe, après une phase de recherche individuelle.

La mise en commun est une phase d'échanges et de débat autour des solutions proposées par les élèves. L'enseignant doit mener le débat, mais le débat doit se faire entre élèves. Il doit permettre aux élèves de confronter les solutions, d'argumenter, mais n'est pas une exhibition d'une solution experte.

Au cycle 1, l'apprentissage du travail en groupe n'est pas le premier objectif visé dans la résolution de problèmes ouverts, puisque les élèves sont encore autocentrés. Une argumentation élaborée ne sera pas non plus exigée puisque le langage est en pleine construction. Les compétences travaillées lors de la résolution de problèmes ouverts en maternelle sont principalement celles d'apprendre à chercher, et d'apprendre à valider soi-même ses réponses. Progressivement, les élèves pourront apprendre à expliquer pourquoi il valide ou invalide leur réponse, ce qui est un début d'argumentation. En fin de grande section, les élèves seront capables d'anticiper sur leurs actions, et auront développé le langage d'évocation, ce qui leur permettra d'argumenter plus finement leur réponse.

Pour accompagner les élèves dans le développement des compétences méthodologiques lors de la résolution de problème, il est nécessaire que l'enseignant apporte un étayage approprié.

IV- Rôle de l'enseignant dans une situation de problème pour chercher

D'après Houdement (2003), l'attitude du professeur est déterminante pour la réussite des élèves face à un problème pour chercher, dès le cycle 1. Ce propos est illustré dans l'expérimentation suivante :

Exemple du jeu des balles brûlantes en MS (Houdement, 2003) :

Deux équipes de 6 s'affrontent de part et d'autre d'une ligne symbolisant une rivière ; chaque équipe possède des balles. Au premier signal, les élèves doivent se débarrasser des balles en les lançant dans le camp adverse, au second signal, l'équipe gagnante est celle qui a le moins de balles.

Tableau 1 : jeu des balles brûlantes en MS (Houdement, 2003)

| Objectifs mathématiques | Enseignant fictif A | Enseignant fictif B |
|---|--|--|
| Répartir les balles dans chaque équipe | L'enseignant distribue le même nombre de balles à chaque équipe | L'enseignant demande aux élèves comment faire pour que les deux équipes aient le même nombre de balles, écoutent les propositions et laisse agir les élèves. Il demande validation au reste de la classe et argumentation face aux propositions des élèves. |
| Trouver qui a le moins de balles à la fin | L'enseignant laisse les balles éparpillées et les compte, puis demande quelle équipe a gagné. Face aux avis partagés il conclut lui-même. | L'enseignant rassemble les balles et demande ce qu'il faut vérifier pour voir quelle équipe a gagné. Il revient sur le plus petit nombre et laisse les élèves faire des propositions. Face aux avis partagés, l'enseignant demande aux élèves d'argumenter leurs avis, puis demandent aux élèves de conclure et institutionnalise sur le plus petit nombre. |

L'enseignant B laisse les élèves s'engager dans une recherche, contrairement à l'enseignant A qui donne directement les réponses, à la fois dans le problème de partage, et à la fois dans le problème du plus petit nombre, en pensant que seule la procédure experte permet d'obtenir le résultat. L'enseignant B engage les élèves à la réflexion et à la justification de leur proposition, ainsi qu'au contrôle du résultat.

L'attitude de l'enseignant doit permettre à l'élève de s'engager dans une recherche. L'enseignant doit laisser l'élève autonome dans la situation de recherche et ne doit pas lui proposer de procédure. Il a pour rôle d'encourager l'élève à commenter ses actions et à conclure sur sa réussite ou non réussite, il l'engage à recommencer pour réussir (Houdement, 2003).

Le professeur doit veiller à créer des conditions favorables à l'engagement des élèves dans la recherche, en donnant des problèmes à fort enjeu pour les élèves, en permettant une recherche

d'abord individuelle puis collective, pour oser échanger, puis en procédant à une mise en commun des réponses et une discussion sur les résultats. Ainsi les élèves voient qu'il existe plusieurs procédures pour arriver au résultat, qu'il faut faire des essais et des erreurs, qu'on peut valider soi-même son résultat.

Il apparaît alors que la façon dont le maître présente le problème et mène les phases de mise en commun influence le comportement des élèves de manière significative. Ainsi, le fait que la séance puisse être qualifiée de séance de recherche dépend de la façon dont l'enseignant gère la classe.

De plus, la conduite d'une situation de recherche en classe demande une préparation rigoureuse en amont. Une analyse à priori des procédures utilisées par les élèves doit être réalisée. Lors de la séance, l'enseignant est un véritable metteur en scène qui doit en dire juste assez pour motiver les élèves, mais pas trop pour ne pas court-circuiter le problème. La conclusion d'un problème de recherche doit être basée sur les travaux de recherche des élèves, pas aller au-delà, pour garder cette crédibilité des mathématiques.

Dans sa communication Jacques Douaire (2005) relate de la gestion des mises en commun par les enseignants dans le cas des mathématiques notamment. Des recherches menées entre 1999 et 2002 évoquent la question des relations entre l'organisation didactique et l'activité mathématique réelle de l'élève. Les phases de mises en commun sont complexes à gérer pour l'enseignant, puisque plusieurs processus sont en jeu pour mener à bien ces mises en commun :

- Analyse des productions issues des recherches préalables.
- Mise en place des conditions favorables au débat.
- Prise en compte de la diversité des élèves quant aux capacités de communication.
- Compréhension et critique des productions.
- Maintien de l'attention, guidage...

Les différents rôles d'étayage de l'enseignant, définis par Jérôme Bruner, apparaissent primordiaux dans ces phases de mises en commun.

Un débat bien mené par l'enseignant doit comporter des échanges entre élèves et non une simple alternance maître/élève, des critiques doivent être formulées par les élèves eux-mêmes en réaction aux propositions des autres élèves.

V- La résolution de problèmes dans un exemple de manuel de maths de cycle 1 : « découvrir les maths » de Dominique Valentin – situations MS

Le manuel « découvrir les maths » de 2015 de Dominique Valentin commence son introduction par « Apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes » suivi d'un rappel des programmes de 2015 sur la modalité d'apprentissage par la résolution de problèmes. Ce manuel affirme que « toutes les situations proposées s'appuient sur un questionnement adressé à l'enfant dans le but de le mettre en réflexion et de l'aider à élaborer des connaissances qui ont du sens pour lui. La plupart d'entre elles visent à développer l'envie et la capacité de chercher. » Dans cette version de 2015, un manuel est dédié aux classes de petites sections, un autre manuel est dédié aux classes de moyennes sections.

Les situations proposées sont programmées par période et sont classées en quatre catégories, qui reprennent des domaines du programme de 2015 du cycle 1 :

- « Apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes », qui est plus une modalité

globale valable pour toutes les situations. Cette catégorie se réfère à une modalité d'apprentissage que l'on retrouve dans la partie introductive du programme.

- « Découvrir les nombres et leurs utilisations », correspond au premier sous-domaine du domaine 4 « construire les premiers outils pour structurer sa pensée » du programme.
- « Explorer des formes, des grandeurs, des suites organisées », correspond au deuxième sous-domaine du domaine 4 « construire les premiers outils pour structurer sa pensée » du programme.
- « Se repérer dans le temps et dans l'espace », correspond au premier sous-domaine du domaine 5 « Explorer le monde » du programme.

Dans la version précédente du manuel de Dominique Valentin, « découvrir les maths », une page de l'introduction est consacrée à la résolution de problèmes. Les connaissances travaillées dans les situations sont pour lui des outils, des méthodes de travail qui peuvent être réinvesties par les élèves dans de nouveaux contextes. Dominique Valentin cite elle-même Jean Brun pour définir un problème. Dans cette version du manuel, les situations proposées sont classées en quatre catégories :

- « Apprendre à chercher »
- « Des quantités aux nombres »
- « Observer pour comprendre »
- « Les grandeurs et leurs mesures ».

Une répartition entre petite section et moyenne section est proposée, ainsi qu'une programmation dans l'année.

Dans ces deux versions du manuel, les situations proposées qui portent plus particulièrement sur la résolution de problèmes ouverts sont les suivantes : « Abaques », « Rails », « Embouteillage », « Les cinq tours alignées ». Ces situations sont classées dans l'intitulé « Se repérer dans l'espace et dans le temps », et ne visent donc pas directement la construction de compétences mathématiques, mais plutôt des compétences transversales, qui sont celles d'apprendre à chercher, d'apprendre à valider ses essais, et d'apprendre à argumenter.

Pour apprendre à argumenter, il est nécessaire de développer des compétences langagières.

VI- Langage oral et argumentation en mathématiques

Les interactions orales ont une place fondamentale dans les apprentissages à l'école primaire. Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture, ainsi que les programmes de 2015 de l'école primaire mettent en évidence la fonction de l'oral dans toutes les disciplines. Dans les programmes de 2018, une des six compétences travaillées en mathématiques est de communiquer, et plus précisément, en ce qui concerne la résolution de problèmes, « exposer une argumentation » et « expliquer sa démarche ou son raisonnement, comprendre les explications d'un autre et argumenter dans l'échange ». Dans le programme de 2015 du cycle 1, le langage oral est travaillé en partie pour échanger et réfléchir avec les autres, notamment dans la résolution de problèmes.

En mathématiques, les situations « ouvertes », dont les situations de débat, constituent des lieux privilégiés pour travailler à la fois la résolution de problèmes et les activités langagières. Selon

Douaire (2005), « Les questions posées par des élèves permettent à d'autres d'explicitier leur propre méthode et de prendre conscience des insuffisances de celles-ci, de reformuler des méthodes plus performantes pour se les approprier. Les interactions langagières vont aussi contribuer à la validation des productions par l'explicitation et la critique des preuves produites. Cette validation s'effectue selon des critères mathématiques, (...), lors de mises en commun, comportant des débats argumentatifs. »

Selon Douaire (2005), dans le domaine mathématique numérique, au cours de l'école primaire, les élèves développent progressivement leur capacité de validation et d'argumentation. Au cycle 1 et au début du cycle 2, les élèves valident leurs résultats par l'action, après une reformulation par le maître des caractéristiques de la situation. Les ressources d'accompagnement des programmes de 2002 affirment qu'à l'école maternelle les élèves ne sont pas tous capables d'explicitier les démarches utilisées. Cependant ils peuvent être incités à refaire l'action devant leur camarade. L'enseignant a alors le rôle de verbaliser l'action de l'élève. Les élèves sont cependant capables de repérer une réponse erronée et progressivement d'expliquer pourquoi elle ne convient pas. D'après Douaire (2005), à partir de la fin du cycle 2, les élèves valident leurs résultats en les confrontant aux contraintes de l'énoncé. A partir du cycle 3, les élèves commencent à s'appuyer sur des raisonnements pour valider leurs résultats, et se détachent progressivement de la validation pratique. Les élèves du cycle 3 sont capables de prendre en compte les arguments des autres élèves et d'entrer dans un dialogue argumentatif élaboré. Ils commencent à intégrer la nécessité de prouver, notamment grâce au langage mathématique plus élaboré à leur disposition.

Une recherche menée par l'INRP entre 2000 et 2003, à l'école et au collège, proposait d'analyser des situations de débat pour étudier le rôle des interactions langagières dans la construction des savoirs, dans différentes disciplines (Douaire, 2005). Il a été défini que le but de l'argumentation est de convaincre, selon des critères rationnels, et d'établir la justesse d'une affirmation, selon des critères partagés et compatibles avec les exigences des mathématiques. L'argumentation n'est pas une simple confrontation des points de vue, mais une co-construction de positions qui évoluent au cours du débat. En mathématiques, les débats argumentatifs permettent d'établir la validité des propositions. Cette recherche a mis en évidence une grande capacité des élèves à argumenter, à partir du cycle 3, dans toutes les disciplines concernées par l'étude. Cependant certains élèves demeurent en difficulté pour argumenter, notamment par le manque de connaissances nécessaires à certains raisonnements.

La verbalisation des actions en cycle 1 apparaît alors fondamentale pour préparer les élèves à l'argumentation et au raisonnement.

VII- La place et le rôle du langage en cycle 1

Le premier des cinq domaines d'apprentissage du cycle 1 est « mobiliser le langage dans toutes ses dimensions ». Le langage à l'école maternelle a une place à part entière dans tous les apprentissages et est la condition essentielle de la réussite des élèves. D'après le programme, « La stimulation et la structuration du langage oral d'une part, l'entrée progressive dans la culture de l'écrit d'autre part, constituent des priorités de l'école maternelle et concernent l'ensemble des domaines. » Le langage oral permet entre autres de « comprendre, d'apprendre et de réfléchir ».

En arrivant à l'école maternelle, les acquis langagiers des élèves sont hésitants, certains enfants

s'expriment par des moyens non verbaux, l'apprentissage du langage verbal est en cours. A partir de 3-4 ans ils progressent sur la syntaxe et le lexique, vers 4 ans ils font des phrases de plus en plus complexes et sont capables de reformuler pour se faire comprendre. L'enseignant doit accompagner les élèves dans leurs premiers essais, en reformulant pour l'aider à progresser. Ses énoncés doivent être courts, syntaxiquement corrects et bien articulés.

Dans le programme de 2015 du cycle 1, les objectifs du langage oral sont au nombre de quatre :

- Oser entrer en communication,
- Comprendre et apprendre,
- Echanger et réfléchir avec les autres,
- Commencer à réfléchir sur la langue et acquérir une conscience phonologique.

Lors d'une situation de résolution de problèmes, le premier objectif a pleinement sa place lorsque l'élève prend la parole pour expliquer sa démarche. Il doit alors oser entrer en communication pour se faire comprendre.

L'objectif d'échanger et de réfléchir avec les autres est également tout à fait travaillé dans la résolution de problème, puisqu'il s'agit alors d'argumenter, d'expliquer, de se poser des questions. L'enseignant a alors un rôle d'étayage pour commenter l'activité et en faire ressortir la finalité, ainsi que d'induire du recul et de la réflexion sur les propos des élèves.

Par ailleurs, progressivement, les élèves sont amenés à travailler le langage d'évocation, ce qui peut être fait lors d'une mise en commun d'un problème pour chercher. En fin de cycle 1, les élèves doivent commencer à être capables d'anticiper leurs actions. Lors d'une résolution de problèmes, il pourra leur être demandé de commenter ce qu'ils vont faire, avant d'agir.

PARTIE 2 : PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

D'après la partie théorique développée en amont, les compétences en jeu dans la résolution de problèmes ouverts sont les suivantes :

- Apprendre à chercher
- Apprendre à valider ou invalider ses résultats
- Apprendre à argumenter

La partie théorique évoque également qu'en cycle 1, le développement du langage ne permet pas encore aux élèves d'argumenter, ni de systématiquement valider leur réponse par le langage.

La problématique qui peut se poser est donc la suivante :

Quelles sont les principales compétences développées par les élèves de cycle 1 dans une situation de problème ouvert ? De quels moyens disposent les élèves pour valider eux-mêmes leurs réponses ? Quel langage se construit dans la pratique des problèmes pour chercher au cycle 1 ?

Hypothèses :

- Les problèmes ouverts proposés en cycle 1 permettent aux élèves d'apprendre à chercher, à s'engager dans une démarche de résolution du problème par essais-erreurs.
- Des moyens d'autovalidation permettent aux élèves de valider eux-mêmes leur réponse au problème.
- L'étayage de l'enseignant permet d'accompagner les élèves dans la verbalisation de leurs actions.

PARTIE 3 : METHODE EXPERIMENTALE

L'expérience est menée dans ma classe de petite et moyenne sections, composée de quatre petites sections et dix-huit moyennes sections, située en réseau d'éducation prioritaire.

Deux problèmes issus du manuel Dominique Valentin aux éditions Hatier, de moyenne section, sont proposés aux élèves : la situation intitulée « les rails », et la situation intitulée « les embouteillages ». Comme il l'a été évoqué dans la partie théorique, ces deux situations sont classées dans la catégorie « problèmes pour chercher », dans le manuel de Dominique Valentin.

Les situations sont testées l'après-midi avec les élèves de moyenne section, pendant la sieste des élèves de petite section. Les élèves travaillent individuellement sous le regard de l'enseignante.

I- Les rails

I-1- Description de la situation

Compétences :

- Apprendre à résoudre un problème ouvert : apprendre à faire des essais, apprendre à valider ou invalider ses essais.
- Se repérer dans l'espace.

Objectifs :

- Organiser une suite de déplacement.
- Objectif de langage : rails, au milieu, rouge, vert, jaune, orange, bleu.

Matériel :

- Jeu « Labyrinthe des rythmes » de Bourrelier Education (cf. figure 1)
- Cartes problèmes (cf. annexe 1),
- Feuilles transparentes pour l'autovalidation.



Figure 4 : jeu labyrinthe des rythmes

Déroulé et consignes :

- L'enseignant donne le plateau à l'élève avec un carte problème.
- *Consigne : « déplace les pions pour les mettre comme sur le modèle, à la même place ».*
- L'enseignant explique le rôle des rails, et qu'il ne faut pas forcer sur les pions.
- L'enseignant vérifie que l'élève a bien compris le but à atteindre et respecte les règles d'action.
- L'élève résout seul le problème.
- L'élève vérifie seul s'il a réussi à résoudre le problème à l'aide de la feuille transparente.

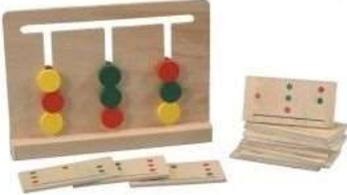
Critères de réussite :

Tous les pions du jeu sont placés comme sur le modèle.

I-2- Analyse à priori de la situation

Le matériel initialement proposé par Dominique Valentin est le « jeu des rails » mais elle suggère également le « labyrinthe des rythmes » pour répondre aux mêmes objectifs. Le matériel choisi pour cette expérimentation est le labyrinthe des rythmes qui se trouve dans la classe. Les deux jeux présentent certaines différences listées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Analyse comparative des deux jeux :

| Jeu des rails | Labyrinthe des rythmes |
|---|--|
|  |  |
| Pions de trois couleurs différentes | Pions de cinq couleurs (rouge, jaune, bleu, vert, orange) |
| Trois pions par couleur | Quatre pions par couleur |
| Rails avec une ligne horizontale et trois lignes verticales | Rails « dans tous les sens » |
| Plan vertical | Plan horizontal |

Procédures prévisibles :

- Procédure experte, non attendue des élèves de moyenne section : l'élève anticipe les déplacements : s'il doit passer les pions jaunes dans le sapin, il s'assure que le passage soit dégagé au préalable en bougeant les pions qui gênent le passage. Tous les déplacements sont efficaces.
- Autres procédures qui mènent à la résolution du problème, attendue des élèves de moyenne section :
 - L'élève déplace les pions pour reproduire le modèle mais en arrivant à l'endroit voulu, il se rend compte que d'autres pions bloquent le passage. Il refait donc tout le chemin inverse avec les pions pour enlever les pions qui bloquent avant de remettre ceux qu'il faut.
 - L'élève place les pions d'une couleur au bon endroit (exemple : les verts en bas à droite sous le sapin), et se rend compte qu'il fallait d'abord mettre les pions jaunes et orange dans le sapin. Il enlève alors tous les verts, remet les pions jaune et orange, puis remet les verts.
- Procédures qui mènent à l'échec :
 - L'élève déplace les pions sur le jeu sans chercher à résoudre un problème.
 - L'élève cherche à enlever les pions du plateau pour les déplacer.
 - L'élève essaie de déplacer les pions en forçant un pion sur les autres.

Difficultés prévisibles et remédiations proposées :

D'après Dominique Valentin, certains élèves ont du mal à réussir la situation des Rails. Elle propose alors de leur faire faire la situation « Abaques » avec le jeu des rails, où il s'agit d'apprendre à recopier un modèle à trois puis quatre couleurs. Les deux situations « Abaques » et « Rails » sont en lien puisque les cartes modèles sont les mêmes. Avec l'utilisation du jeu « labyrinthe des rythmes », où les modèles et l'organisation spatiale sont totalement différents de la situation « Abaques », il semble que les élèves auront plus de difficultés à faire le transfert entre les deux situations. Mais la compétence « savoir reproduire un modèle », est un prérequis pour la situation « Rails », et devra être travaillée en amont pour les élèves de moyenne section n'ayant pas encore acquis cette compétence.

Le labyrinthe des rythmes semble ajouter des difficultés par rapport au jeu des rails (cf. tableau 2). Tout d'abord, le fait qu'il y ait cinq couleurs au lieu de trois, et quatre pions par couleur au lieu de trois, ajoute des informations à traiter pour les élèves. De plus, certains élèves pourraient rencontrer des difficultés dans la discrimination des couleurs rouge et orange qui sont proches. Avant de faire jouer les élèves, il est nécessaire de s'assurer qu'ils connaissent les couleurs des pions et qu'ils les distinguent bien.

Dans cette situation, certains élèves pourraient avoir du mal à déplacer les pions et à comprendre la nécessité de les « ranger » pour pouvoir laisser passer les autres. Pour ces élèves-là, il pourrait être bien de leur indiquer comment déplacer les pions dans le jeu et comment pousser un pion qui gêne sans forcer le passage.

Dans le labyrinthe des rythmes, la petite taille des cartes modèles pourrait être un obstacle pour certains élèves pour reproduire le modèle, puisqu'ils devront faire le transfert entre le petit modèle et la version réelle du jeu qui sont très différents (cf. photo du tableau 2). Cela pourrait également entraîner des difficultés d'autovalidation des essais. Il pourrait alors être bien de reproduire des modèles en taille réelle pour faciliter la validation par les élèves.

La configuration du jeu incite à un rangement des pions de couleur au niveau des bornes de la couleur qui correspond au pion, sauf pour les pions orange qui n'ont alors pas de borne pour être rangés. Ce rangement par couleur peut déjà constituer un problème ouvert pour certains élèves, puisqu'il faut s'engager dans une démarche d'essais-erreur pour déplacer les pions et arriver au résultat.

Variables pédagogiques et didactiques :

- Les variables didactiques de ce problème sont tout d'abord les cartes, numérotées de 1 à 12, qui proposent différents niveaux de difficulté : les cartes les plus faciles présentent tous les pions d'une même couleur regroupés au même endroit. Les cartes les plus difficiles présentent tous les pions éparpillés sur le plateau (cf. annexe 1). Les cartes n°10, 11 et 12 permettent de proposer de nouveaux modèles, ce qui peut être fait avec des élèves qui maîtrisent le jeu.

- Une variable pédagogique peut être l'étayage de l'enseignant qui sera plus ou moins important selon les élèves.
- Certains élèves plus en difficulté pourraient également observer un pair en train de réaliser un problème, avant de le faire eux-mêmes.
- Selon les élèves, des cartes modèles de plus grande taille peuvent être proposées pour la validation.

Construction du langage :

Il peut être attendu d'un élève de moyenne section qui réalise le jeu labyrinthe des rythmes, qu'ils puissent parler des actions qu'il effectue au cours de la résolution d'un problème :

- « Je mets les pions rouges ici. »
- « Les pions verts passent par là. »
- « Les pions orange bloquent. »

A priori, un élève de moyenne section ne sera pas encore capable de parler de ce qu'il va faire, en amont de la réalisation du problème. Cependant, il pourra lui être demandé d'expliquer sa procédure, après la réalisation du problème, en lui proposant de refaire le problème en nommant les actions effectuées.

I-3- Mise en œuvre dans la classe

Le labyrinthe des rythmes est testé une première fois en novembre, avec quatre élèves de moyenne section de la classe plutôt performants et volontaires pour essayer ce jeu, appelés « élève A », « élève B », « élève C » et « élève D ». Ce premier test a permis de lever plusieurs obstacles et de confirmer les hypothèses formulées dans l'analyse à priori.

Tout d'abord, ce test a confirmé le fait que les élèves commencent naturellement par ranger les pions par couleur, aux bornes correspondantes, même si une carte problème leur est proposée. Pour ces quatre élèves, s'est posée la question des pions orange, que j'ai suggéré de mettre au centre du jeu comme il n'y avait pas de borne orange.

Par ailleurs, comme évoqué précédemment, la petite taille des cartes modèles ne facilite pas l'appropriation du problème par les élèves. Les élèves ont mis du temps à s'approprier la carte et faire le lien entre le modèle et l'objet réel. Ils ont également eu du mal à valider seuls leurs essais en se référant au modèle.

Le jeu présente neuf cartes problèmes par niveau de difficulté croissant, sauf la carte n°1 qui semble plus difficile que les cartes n°2 et 3 puisque les couleurs sont mélangées. Seulement quatre problèmes ont pu être proposés aux élèves :

- Rangement par couleur (cf. figure 2).
- Cartes n°1, 2 et 3 (cf. figure 2).

Les cartes n°2 et 3 proposent des modèles où tous les pions d'une même couleur sont regroupés au même endroit.

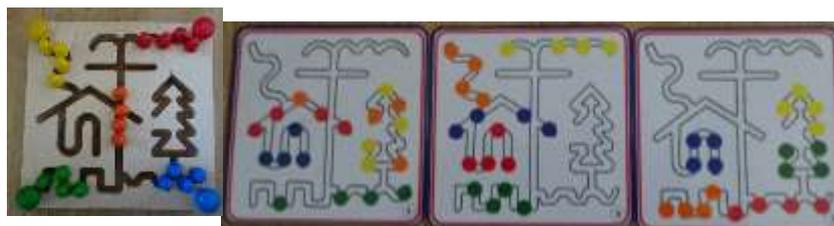


Figure 5 : rangement par couleur et cartes modèles 1, 2 et 3 du jeu labyrinthe des rythmes

Dans la première phase de test, deux élèves sur quatre réussissent à reproduire un modèle, une refuse d'essayer, après avoir trié par couleur, une autre dit qu'elle n'y arrive pas. Certains élèves osent s'engager dans des essais sur ce problème, pour d'autres cela paraît plus compliqué.

Le problème de la validation par l'élève lui-même persiste à cause de la taille des cartes modèles. Les deux élèves ayant réussi les modèles ont été fortement étayés pour valider leur réponse.

Les modèles des cartes n°2 et n°3 sont alors reproduits en taille réelle sur des feuilles transparentes pour que les élèves soient en mesure de valider eux même la réponse au problème. La validation se fait en superposant la feuille transparente sur le jeu après résolution du problème. L'objectif étant que les élèves n'aient plus besoin de la feuille transparente pour valider leur réussite, mais qu'ils arrivent à valider eux-mêmes avec les cartes modèles initiales.

Pendant la période 3, le labyrinthe des rythmes est alors proposé à treize élèves de moyenne section, volontaires, sur les dix-huit au total, avec cette procédure d'autovalidation. Il est proposé aux élèves de regrouper les pions par couleur avant de faire une carte problème. L'enseignante reste à proximité pendant la résolution du problème mais intervient le moins possible pour laisser l'élève chercher, essayer, faire des erreurs, comme cela est recommandé lors de la pratique des problèmes ouverts. L'objectif de l'intervention de l'enseignante est d'encourager l'élève à essayer, et de l'aider à verbaliser sur sa procédure. L'élève travaille individuellement avec l'enseignante. Il n'y a pas d'élève observateur.

Une feuille de route est préparée pour pouvoir écrire les procédures des élèves, mais n'est pas utilisée systématiquement par manque de temps. Un codage des déplacements devait être utilisé pour analyser les procédures des élèves (cf. annexe 2). Cela n'a pas pu être fait par manque de disponibilité de l'enseignante au cours de la résolution d'un problème par l'élève. Ce sont principalement les échanges enseignante-élève qui sont retranscrits par écrit pour pouvoir analyser leur démarche, et le langage utilisé, ainsi que l'étayage de l'enseignante (cf. annexe 3).

Par ailleurs, le labyrinthe des rythmes est proposé tous les lundis et mardis sur le temps d'accueil du matin, en autonomie pour les élèves.

II- Les embouteillages

Le jeu des embouteillages est proposé en période 3 et en période 4. Ce jeu en version adaptée pour les moyennes sections est déjà disponible dans la classe en six exemplaires.

I-1- Description de la situation

Compétences :

- Apprendre à résoudre un problème ouvert : apprendre à faire des essais, apprendre à valider ou invalider ses essais.
- Se repérer dans l'espace.

Objectifs :

- Partir d'un état initial, organiser une suite d'actions pour atteindre un but.
- Objectif de langage : voiture, camion, parking, voiture de police, couloir, trottoir, sortie, avancer, reculer, direction, changement de direction.

But à atteindre :

Faire sortir la voiture de police du parking.

Matériel :

Jeu des embouteillages adapté pour des élèves de moyenne section, cartes problèmes numérotées de 1 à 24 (cf. annexe 5).



Figure 6 : jeu des embouteillages, version initiale et version adaptée pour les élèves plus jeunes

Critères de réussite :

- La voiture de police est sortie du parking.
- Tous les déplacements sont autorisés.

Le jeu des embouteillages est initialement prévu pour des joueurs âgés de plus de 8 ans. Le jeu contient un parking représenté par une grille 6 x 6, une voiture distincte des autres (blanche ou rouge) qui est celle du joueur, bloquée par d'autres véhicules (seize voitures et trois camions sont disponibles). Les voitures occupent deux cases et les camions trois cases. La grille définit les mouvements de ces véhicules qui ne peuvent qu'avancer ou reculer sur la ligne sur laquelle

ils ont été positionnés. La voiture du joueur est toujours placée sur la même ligne (la troisième ligne sur le matériel initial) qui débouche sur une sortie à droite. Le jeu initial propose quarante cartes, chacune définissant un problème à résoudre. D'après Dominique Valentin, ces cartes ne peuvent pas être utilisées avant la grande section.

Pour diminuer la difficulté du jeu et le rendre accessible à des élèves de moyenne section, la grille a été réduite en 5 x 5, en positionnant un « trottoir », représenté par des bandes blanches, sur deux bords perpendiculaires. Les voitures ne peuvent pas monter sur le trottoir. La voiture du joueur est alors placée sur la deuxième ligne puisque la première est cachée.

Dans son manuel, Dominique Valentin propose une première activité pour présenter le matériel et les règles, en classe entière ou en demi-classe, avec du matériel grand format. Elle ajoute qu'il peut être préférable d'engager directement les élèves sur le jeu lui-même en le présentant à deux ou trois élèves.

Déroulé de l'activité « Appropriation du problème »

But à atteindre : faire sortir la voiture de police du parking.

Organisation : deux élèves : un joueur, un observateur.

- L'enseignant place sur le parking les voitures suivant une première configuration.
- Les cartes problèmes ne sont pas données aux élèves ; c'est l'adulte qui positionne les véhicules.
- Le choix du problème à présenter (1 ou 2 ou 3) est fait selon la difficulté des élèves.
- L'enseignant rappelle le but du jeu et l'élève est invité à montrer la sortie.
- L'enseignant demande si la voiture de police peut sortir. Si l'élève enlève le véhicule qui gêne, l'enseignant indique que ce n'est pas une action possible.
- L'enseignant demande « Qu'est-ce qu'il faut faire pour que la voiture de police puisse sortir ? » Si l'élève reste sans réponse ou inactif, l'enseignant dit « il faudrait que le camion la laisse passer. Que peut-on faire pour que le camion la laisse passer ? »
- L'enseignant fait de même pour toutes les actions de déplacement.
- Lorsque l'élève finit par sortir la voiture de police avec l'aide de l'adulte, ce dernier replace tous les véhicules sur le parking dans la même position et demande à l'élève de faire sortir lui-même la voiture de police. S'il réussit, il est prêt pour la phase suivante, sinon il devient observateur et le jeu lui sera de nouveau proposé plus tard.

Déroulé de l'activité « Résolution des problème » :

But à atteindre : faire sortir la voiture de police du parking.

Organisation : travail individuel et autonome.

- Cette activité est proposée à tous les élèves qui ont pu s'approprier l'ensemble de la situation (but à atteindre et actions permises), lors de l'activité précédente.
- Une feuille de route est préparée pour chaque élève.
- Le contrat est exposé individuellement aux élèves de la façon suivante :
 - o « Tu prends une carte problème. »

- « Tu disposes les voitures comme sur la carte problème (ou tu me demandes de les poser). »
- « Tu essaies de faire sortir la voiture de police. »
- « Quand tu as réussi, tu remets les voitures à la même place qu'au début (ou tu me demandes de les remettre) et tu recommences pour être sûr de ta façon de les faire sortir. »
- « Si tu y arrives une deuxième fois, tu peux mettre une croix dans la case de ton tableau »
- Autovalidation à chaud : l'élève a réussi à faire sortir sa voiture au moins deux fois et se sent capable de le refaire un peu plus tard.
- Validation de manière différée : l'élève montre à l'enseignant sa stratégie.

Dominique Valentin précise qu'il est important que le contrat soit bien clair : l'élève est capable de savoir lui-même s'il a pu faire sortir la voiture. Le fait d'avoir à montrer sa stratégie de manière différée doit l'engager à la mémoriser. Ce n'est pas l'enseignant qui dit que c'est bien, c'est l'élève qui montre ce qu'il a construit et fait constater sa réussite.

I-2- Analyse à priori de la situation

Procédures prévisibles :

- Procédure experte : l'élève anticipe les déplacements, il se fait une représentation mentale des déplacements avant de résoudre le problème, puis il fait uniquement des déplacements efficaces.
- Autres procédures qui mènent à la résolution du problème : l'élève fait des tentatives de déplacement de véhicules de proche en proche, par tâtonnement, avec des déplacements inefficaces. Il doit parfois revenir en arrière, quand il prend conscience que c'était, par exemple, le véhicule rose qui bloquait et qu'il fallait le déplacer avant les autres pour débloquer le problème.
- Procédures qui mènent à l'échec :
 - L'élève recule et avance les véhicules sans chercher à faire sortir la voiture de police.
 - L'élève enlève des véhicules pour faire sortir la voiture de police.
 - L'élève force le passage de la voiture de police en faisant « sauter » tous les autres véhicules.
 - L'élève fait pivoter des véhicules sur eux-mêmes.

Difficultés prévisibles et remédiations proposées :

La situation des embouteillages est décrite comme difficile pour les élèves, le temps d'appropriation peut être long.

Les élèves peuvent rencontrer des difficultés à positionner eux-mêmes les véhicules sur le plateau à partir de la carte problème. L'enseignant doit donc le faire devant les élèves pour qu'ils voient comment faire et puissent le faire seul à terme. D'autres camarades peuvent également aider un pair en difficulté.

Certains élèves peuvent avoir du mal à comprendre le but à atteindre, et voudront simplement « jouer » avec les véhicules. Pour ces élèves, une phase d'exploration du jeu en autonomie peut être proposée avant de donner les contraintes.

Certains élèves peuvent ne pas comprendre les consignes et les contraintes et simplement enlever les véhicules qui gênent du plateau, ou forcer le passage. Les consignes de déplacements peuvent être explicitées en ne laissant qu'un véhicule sur le plateau et en présentant les actions possibles : avancer, reculer, ne pas aller sur le trottoir, ne pas tourner, ne pas enlever, sans se préoccuper de la question du but à atteindre. Les contraintes sont nombreuses, et certains élèves peuvent mettre plus de temps à se les approprier.

Variables pédagogiques et didactiques :

- Les variables didactiques de ce problème sont tout d'abord les cartes problèmes proposées de différents niveaux de difficulté. Le nombre de véhicules dans le parking augmente avec la difficulté des cartes. La position des véhicules est plus ou moins « facilitatrice » selon le niveau des cartes.
- Il existe deux versions du jeu : une version initiale pour les élèves de grande section, une version adaptée avec un « trottoir » pour les élèves de moyenne section.
- Une variable pédagogique peut être l'étayage de l'enseignant qui sera plus ou moins important selon les élèves : l'enseignant place les véhicules ou non, il remontre tous les déplacements autorisés, il indique à l'élève s'il fait des déplacements interdits au cours de la résolution.
- Certains élèves plus en difficulté pourraient également observer un pair en train de réaliser un problème, avant de le faire eux-mêmes.

Procédure de validation :

La validation par les élèves eux-mêmes du fait que la voiture de police soit sortie du parking est automatique : si la voiture peut sortir, le problème semble réussi.

Cependant, il faut que tous les déplacements effectués au cours de la résolution soient autorisés pour s'assurer de la réussite du problème. Pour cela, lorsque l'élève pense avoir réussi le problème, il doit le refaire devant l'enseignant pour que celui-ci s'assure que tous les déplacements étaient autorisés. L'autovalidation n'est alors pas possible pour ce critère de réussite.

Construction du langage :

Il peut être attendu d'un élève de moyenne section qui réalise le jeu des embouteillages, qu'ils puissent parler des actions qu'il effectue au cours de la résolution d'un problème :

- « Je recule la voiture verte. »
- « J'avance la voiture violette. »
- « Le camion rouge bloque. »

A priori, un élève de moyenne section ne sera pas encore capable de parler de ce qu'il va faire, en amont de la réalisation du problème. Cependant, il pourra lui être demandé d'expliquer sa procédure, après la réalisation du problème, en lui proposant de refaire le problème en nommant les actions effectuées.

I-3- Mise en œuvre dans la classe

Dans la recherche menée ici, la phase de présentation du problème des embouteillages a été faite au coin regroupement avec les dix-huit élèves de MS, au milieu de la période 3. Un quadrillage 5 x 5 avec des cases de 5 cm de côté a été dessiné sur une feuille. Les véhicules utilisés étaient ceux du coin garage de la classe. Deux véhicules ont été utilisés pour la démonstration : une voiture sur deux cases et un camion prenant la place de trois cases, pour reproduire la carte n°1. A tour de rôle, trois élèves ont pu montrer comment faire sortir la voiture du parking. Les déplacements autorisés et interdits ont été verbalisés.

Après la présentation collective, la phase d'appropriation du problème est réalisée individuellement avec chacun des élèves volontaires. Sur les dix-huit élèves de MS, treize ont souhaité recevoir une présentation individuelle, les cinq autres n'ont pas souhaité essayer ce problème. La phase d'appropriation est réalisée avec les cartes n°1 et n°2. Lorsque ces deux cartes sont réussies par l'élève, il peut se mettre à résoudre d'autres cartes problèmes, individuellement, sous le regard de l'enseignante. Deux élèves réalisent des cartes problèmes simultanément, sans contact entre eux, avec l'enseignante au milieu qui apporte un étayage si nécessaire, ou observe si des déplacements interdits ont lieu. Ceci correspond à l'activité « résolution de problème » décrite précédemment. Contrairement à ce qui est préconisé par le manuel de Dominique Valentin, les élèves ne disposent pas de leur propre feuille de route. Pour garder une trace de leurs essais, la feuille de route de chaque élève est complétée par l'enseignante au fur et à mesure des essais, avec le codage suivant :

- 1 : déplacement permis et efficace,
- 0 : déplacement permis mais non efficace,
- Les déplacements interdits sont également pris en note.

Comme pour les rails, il n'est pas toujours facile de tout prendre en note (cf. annexes 6 et 7).

Pendant la période 3, le jeu des embouteillages reste ensuite à disposition des élèves à l'accueil et lorsqu'ils ont fini un atelier. Sur ces temps libres, les élèves ont la possibilité de s'entraîner, sans qu'aucune observation ne soit notée de la part de l'enseignante.

Un après-midi en fin de période 3, six élèves en atelier autonome sont amenés à réaliser le jeu des embouteillages. L'enseignante regarde ce qui se passe à distance, et apporte très peu d'étayage. Les six élèves choisis sont ceux qui arrivaient à placer les véhicules seuls et qui avaient réussi des cartes problèmes lors de la phase d'appropriation du problème, et la première phase de résolution.

Les deux premières semaines de la période 4, le jeu des embouteillages est proposé de nouveau aux élèves pour mesurer leur progrès. Lors de cette période, quatre élèves sont filmés en train de résoudre des cartes problèmes :

- Elève 1 :
 - Une vidéo en réussite.
 - Une vidéo en phase de recherche avec le problème non résolu à la fin.
- Elève 2 :
 - Trois vidéos en réussite dont une avec une carte de grande section et le jeu initial (cf. annexe 9).
- Elève 3 :
 - Une vidéo en réussite.
- Elève 4 :
 - Une vidéo en réussite avec aide (cf. annexe 10).

III- Méthodologie d'analyse des données

La première hypothèse formulée était la suivante : Les problèmes ouverts proposés en cycle 1 permettent aux élèves d'apprendre à chercher, à s'engager dans une démarche de résolution du problème par essais-erreurs.

Pour répondre à cette hypothèse, l'engagement des élèves dans le problème est évalué.

En premier lieu, pour les élèves réalisant le problème sur la base du volontariat, leur intérêt pour le problème est évalué de la façon suivante :

Tableau 3 : intérêt des élèves pour le problème

| Nombre de cartes problème essayées | Intérêt pour le problème |
|---|--------------------------|
| 0 carte | Non intéressé |
| 1 à 2 cartes | Intéressé |
| 3 cartes et + | Très intéressé |
| Elèves arrivés ou partis en cours d'année, élèves souvent absents | ABSENT |

Cela permet de mesurer dans un groupe d'élèves, ceux qui s'intéressent aux problèmes pour chercher, ceux qui s'y engagent avec plaisir et montrent un grand intérêt, et ceux qui se désintéressent totalement du problème.

En second lieu, pour répondre à la problématique, les données sont classées de la façon suivante, pour les deux problèmes proposés :

Tableau 4 : engagement des élèves dans le problème

| Nombre d'élèves qui s'engagent dans le problème | | |
|---|-----------|-----|
| Oui | Avec aide | Non |
| | | |

Tableau 5 : engagement des élèves dans une procédure d'essais erreurs

| Nombre d'élèves qui s'engagent dans une procédure d'essais-erreurs | | |
|---|------------------|------------|
| Oui | Avec aide | Non |

Pour évaluer que l'élève s'engage ou non dans le problème (cf. tableau 4), il est pris en compte le fait qu'il commence à manipuler les pions ou les véhicules vers le but à atteindre. S'il s'arrête après cette étape et se désintéresse du problème ou se met à jouer, il est considéré qu'il ne s'engage pas dans une procédure d'essais-erreurs (cf. tableau 5).

La deuxième hypothèse formulée concernait les moyens d'autovalidation. Pour répondre à cette hypothèse, un tableau permet de comptabiliser le nombre d'élèves qui arrivent à valider ou non leur réponse (cf. tableau 6).

Tableau 6 : procédure de validation

| Validation | | |
|-------------------|------------------|------------|
| Seul | Avec aide | Non |

Enfin la dernière hypothèse portait sur l'étayage de l'enseignant pour accompagner les élèves dans la validation du problème. Pour apporter des éléments de réponse à cette hypothèse, les propos des élèves et de l'enseignant seront répertoriés.

Il est à noter que le niveau des élèves n'est pas pris en compte dans l'analyse des résultats. Quand la carte problème est réussie d'emblée, sans que l'élève ne bute, il est considéré que cela ne constitue pas un problème pour l'élève.

PARTIE 4 : RESULTATS

I- Les rails

I-1 Résultats de l'expérimentation menée en période 2 :

En période 2, le problème des rails a été proposé à quatre élèves seulement. Pour l'élève A, les échanges ont pu être pris en note. Pour les élèves B, C et D, d'après la faible prise de note, très peu d'échanges significatifs ont eu lieu.

Retranscription de l'échange entre l'élève A et l'enseignante lors de la résolution du problème des rails n°3 :

- L'élève commence par regrouper les pions par couleur, en respectant les couleurs des « bornes » aux quatre coins et en positionnant les pions orange au centre du plateau.
- Il regarde la carte problème n°3 et commence par les pions jaunes, il les « colle », alors qu'ils sont distants sur le modèle.
- Enseignante : « Est-ce que c'est comme le modèle ? » L'élève ne dit rien mais les repositionne en écartant les pions. Il n'agit plus.
- Enseignante : « Tu vas faire quoi après ? »
- Elève A : « les rouges on les met là ? » Puis il les déplace pour les mettre comme sur le modèle et se met à jouer avec les pions.
- Enseignante : « Que fais-tu ? », « Les bleus tu vas les mettre où ? »
- Elève A : « là ».
- « Comment tu fais pour faire comme le modèle ? »
- Puis l'élève finit de reproduire le modèle en silence, et veut arrêter.

L'élève B réussit les cartes problèmes 2 et 3 avec aide de l'enseignante au niveau de la validation (moins d'aide pour la carte n°3), puisque la carte problème initiale rend difficile la validation par l'élève lui-même.

L'élève C, qui est allophone, dit qu'elle n'arrive pas à résoudre la carte problème et dit qu'il n'y a pas de pions orange. Elle répète à deux reprises « j'y arrive pas ».

L'élève D refuse de faire une carte problème après avoir regroupé les pions par couleur.

Sur ces quatre élèves, deux réussissent à faire des cartes problèmes, après avoir rangé les pions par couleur. Les deux autres élèves s'engagent dans une recherche pour trier les pions par couleur, une réussit, l'autre se démobilise avant la fin. Ces deux élèves ne souhaitent pas faire de carte problème après avoir rangé les pions par couleur.

I-2 Résultats de l'expérimentation menée en période 3 :

Tableau 7 : intérêt des élèves pour le jeu des rails

| Nombre de cartes problèmes essayées | Intérêt pour le problème | Nombre d'élèves |
|---|--------------------------|-----------------|
| 0 carte | Non intéressé | 3 |
| 1 à 2 cartes | Intéressé | 12 |
| 3 cartes et + | Très intéressé | 1 |
| Elèves arrivés ou partis en cours de période 3, élèves souvent absents en période 3 | ABSENT | 2 |

Sur les trois élèves non intéressés par le problème des rails en période 3, il y a l'élève A qui s'était intéressé au problème en période 2, mais ne souhaite plus faire le problème en période 3. Une de ces trois élèves est en grande difficulté par ailleurs dans tous les domaines.

Sur les treize élèves intéressés ou très intéressés par le labyrinthe des rythmes douze commencent par ranger les pions par couleur avant d'essayer une carte problème. Pour ces douze élèves, le seul fait de ranger par couleur représente un problème pour chercher car ils s'engagent dans une recherche, font des essais et des erreurs. Une seule élève ne ressent pas le besoin de ranger les pions par couleur et s'engage directement dans une carte problème.

Seul un élève se montre très intéressé par le labyrinthe des rythmes et réalise les quatre problèmes proposés : « ranger par couleur », cartes n°2 puis 1 puis 3. Douze élèves sont intéressés, onze réalisent le problème « ranger par couleur » et la carte n°2, une élève réalise les cartes n°2 puis 1.

Tableau 8 : engagement des élèves dans le jeu des rails

| | Nombre d'élèves qui s'engagent dans le problème | | |
|--------------------------|---|---|-----|
| | Oui | Avec aide | Non |
| | 9 | 4 | |
| Étayage de l'enseignante | « Tu vas essayer de les mettre par couleur » | « Est-ce que tu peux faire comme le modèle ? » « Est-ce que tu peux les mettre par couleur ? » | |
| Elèves | | « Non c'est trop difficile » | |

Les treize élèves volontaires pour essayer le problème des rails, acceptent de s'engager dans le problème, soit pour ranger les pions par couleur, soit pour faire une carte problème après les avoir rangés par couleur. Quatre élèves ont besoin d'un étayage de l'enseignante pour s'engager dans le problème. L'étayage consiste à redonner la consigne à l'élève.

Tableau 9 : engagement des élèves dans une procédure d’essais-erreurs pour le jeu des rails

| | Nombre d’élèves qui s’engagent dans une procédure d’essais-erreurs | | |
|--------------------------|---|--|--|
| | Oui | Avec aide | Non |
| | 4 | 7 | 2 |
| Étayage de l’enseignante | « Qu’est-ce que tu vas faire ? » « Où sont les oranges sur le modèle ? » | « Il va où le vert ? » « Essaie de mettre les rouges ici » « Ils sont où les jaunes sur le modèle ? » « Tu vas faire quoi après » « Tu essaies de faire la carte et après tu peux aller faire ce jeu » | « Ils vont où les bleus ? » |
| Elèves | Silencieux | « Je peux pas » x2 « Je sais pas comment je vais faire » x3 « C’est dur » x4 « Ils sont coincés » x3 « Je n’y arrive pas » x3 « C’est bloqué » « Je veux aller jouer à... » x3 | Les élèves se démobilisent à la première difficulté et jouent avec les pions |

Quatre élèves s’engagent dans des essais en silence, sans intervention de l’enseignante (cf. annexe 8).

Pour sept élèves, l’étayage de l’enseignante est nécessaire pour qu’ils restent mobilisés. Ils veulent parfois s’arrêter en cours car ils trouvent cela trop difficile ou sont attirés par les jeux de leurs pairs. L’étayage de l’enseignante consiste à relancer l’élève dans sa recherche en lui demandant ce qu’il va faire après et où il va déplacer tel ou tel pion. Pour sept élèves, les phrases de découragement interviennent régulièrement dans la phase de recherche. Le problème semble vraiment résister pour ces élèves-là.

Tableau 10 : procédure de validation pour le jeu des rails

| Validation | | |
|------------|-----------|-----|
| Seul | Avec aide | Non |
| 11 | 0 | 0 |

Lors du rangement des pions par couleur, l’autovalidation se fait par les élèves eux-mêmes. Ils voient directement que les pions sont placés à la borne de couleur qui correspond, et que les pions orange sont au centre.

Lors de la réalisation d’une carte modèle, la validation est faite par les élèves eux-mêmes avec les grandes feuilles transparentes pour les problèmes n°2 et 3. La carte transparente est posée par l’élève sur le jeu, puis il voit si les pions sont placés correctement. Si ce n’est pas le cas, il pose le modèle transparent à côté et corrige son erreur.

Pour le problème n°1, la feuille transparente n’est pas proposée pour la phase de validation. Les deux élèves qui ont essayé puis réussi cette carte, sont suffisamment à l’aise avec le labyrinthe des rythmes, et familiarisés avec la petite taille des cartes modèles, pour ne pas avoir besoin de la feuille transparente pour valider.

II- Les embouteillages

Pendant la phase de présentation collective du problème, les élèves se montrent très motivés pour le problème. Ils prennent plaisir à venir montrer comment les véhicules peuvent se déplacer.

Le matériel étant découvert pour la première fois par les élèves, ils se montrent également très enjoués dans la phase d'appropriation du problème. Il est nécessaire de recadrer les élèves qui veulent assez vite jouer avec les véhicules plutôt que de s'intéresser au problème.

Tableau 11 : intérêt des élèves pour le jeu des embouteillages

| Nombre de cartes problèmes essayées | Intérêt pour le problème | Nombre d'élèves |
|---|--------------------------|-----------------|
| 0 carte | Non intéressé | 3 |
| 1 à 2 cartes | Intéressé | 5 |
| 3 cartes et + | Très intéressé | 8 |
| Elèves arrivés ou partis en cours de période 3, élèves souvent absents en période 3 | ABSENT | 2 |

D'après le tableau précédent, trois élèves se désintéressent du problème des embouteillages. Parmi ces trois élèves, l'une est l'élève en grande difficulté qui ne s'était pas intéressée au problème des rails. Les deux autres élèves s'étaient intéressés au problème des rails mais avaient besoin d'étayage de l'enseignant pour s'engager dans une recherche.

Le tableau montre que treize élèves s'intéressent au problème, dont cinq sont intéressés et huit sont très intéressés. Sur les cinq élèves qui sont intéressés, trois se mettent à jouer avec les voitures dès la première ou la deuxième carte, deux s'arrêtent après deux cartes et ne s'intéressent plus du tout au problème. Sur les huit élèves très intéressés, six le sont en période 3 puis en période 4.

Tableau 12 : engagement des élèves dans le jeu des embouteillages

| | Nombre d'élèves qui s'engagent dans le problème | | |
|--------------------------|---|---|--|
| | Oui | Avec aide | Non |
| | 10 | 1 | 2 |
| Etayage de l'enseignante | Place les véhicules | Proposition de la carte n°1 | |
| Elèves | 2 élèves placent les véhicules sans aide | Jouent avec les voitures mais se mobilisent après étayage du PE | Jouent avec les véhicules sans prêter aucune attention au problème |

Dix élèves s'engagent dans le problème après la présentation collective et la phase d'appropriation du problème. Un élève a besoin d'être remobilisé pour s'engager dans le problème car il se met à jouer avec les véhicules. Deux élèves jouent avec les véhicules et ne

s'engagent pas dans le problème du tout. Ce sont deux élèves qui s'étaient démobilisés du problème des rails en cours de recherche.

Tableau 13 : engagement des élèves dans une procédure d'essais-erreurs pour le jeu des embouteillages

| | Nombre d'élèves qui s'engagent dans une procédure d'essais-erreurs | | |
|--------------------------|--|---|--|
| | Oui | Avec aide | Non |
| | 4 | 5 | 2 |
| Etayage de l'enseignante | Signale les déplacements interdits | Remobilise les élèves sur le problème | Remobilise les élèves sur le problème sans succès |
| Elèves | Jusqu'à 2 essais successifs avant de réussir le problème | Elèves qui se mettent à jouer avec les voitures | Réussissent 1 ou 2 cartes sans rencontrer d'obstacles, s'arrêtent ou se mettent à jouer avec les voitures dès la 1 ^{ère} difficulté |

Parmi les onze élèves qui s'engagent dans le problème, quatre s'engagent dans une procédure d'essais erreurs, et restent mobilisés après une tentative infructueuse. Cinq élèves ont besoin d'être remobilisés après une tentative infructueuse car ils se mettent vite à jouer avec les voitures. Deux élèves s'arrêtent de chercher dès la première difficulté et préfèrent jouer avec les véhicules. Les neuf élèves qui se sont engagés dans une recherche ont essayé entre deux et treize cartes problèmes, dont une à quatre cartes (deux le plus souvent) montraient de la résistance.

En période 4, la version du jeu initiale, prévue normalement pour des élèves plus âgés, est proposée à une élève qui a réussi une grande partie des cartes modèles du jeu en version adaptée (cf. annexe 9). C'est la même élève qui avait directement réalisé des cartes modèles dans le problème des rails, sans avoir besoin de ranger au préalable par couleur.

Tableau 14 : procédure de validation pour le jeu des embouteillages

| Validation de la sortie de la voiture de police | | |
|---|-----------|-----|
| Seul | Avec aide | Non |
| 9 | 0 | 0 |
| Validation des déplacements autorisés | | |
| Seul | Avec aide | Non |
| 0 | 9 | 0 |

L'autovalidation est automatique pour une partie de ce problème puisque si la voiture de police est sortie, l'élève voit qu'il a réussi à résoudre le problème.

Cependant, l'élève ne peut pas voir lui-même qu'il a effectué seulement des déplacements autorisés pour résoudre le problème. Pour cela, un regard extérieur est nécessaire, qui est celui

de l'enseignante ici. Lorsque l'élève pense avoir réussi à résoudre le problème, il lui est systématiquement demandé de le refaire devant l'enseignante pour s'assurer que tous les déplacements étaient autorisés pendant la phase de résolution.

PARTIE 5 : DISCUSSION

D'après les résultats, les deux situations proposées ont permis à la plupart des élèves intéressés par le problème de s'engager dans une recherche et de s'engager dans une démarche d'essais-erreurs. Les situations proposées semblent donc bien répondre aux caractéristiques des problèmes ouverts, comme évoqué dans la partie théorique.

Pour les élèves qui se désintéressent du problème, ou qui ne s'engagent pas dans une recherche après la présentation ou qui ne s'engagent pas dans une démarche d'essais-erreurs après l'engagement dans la recherche, il semble que le problème soit trop difficile. Pour ces élèves-là le problème pour apprendre à chercher n'en est pas vraiment un puisqu'il se situe au-dessus de leur zone proximale de développement.

Lorsque l'élève réussit trop vite une carte, ce qui se présente pour les premières cartes dans le cas du problème des embouteillages, cela ne constitue pas véritablement un problème pour apprendre à chercher, puisqu'il n'y a aucune résistance.

Chez les élèves pour qui les situations sont véritablement des problèmes pour apprendre à chercher, on remarque que le problème résiste, qu'il est nécessaire de faire des essais, se tromper, refaire des essais, avant d'aboutir au résultat. Cette phase de résistance n'intervient pas au même niveau chez tous les élèves. Dans le problème des rails, pour la plupart des élèves, « ranger par couleur » constitue déjà un problème pour apprendre à chercher. Pour d'autres il faut résoudre une carte problème pour que cela engage une démarche d'essais-erreurs. Pour le problème des embouteillages, la plupart des élèves réussissent les cartes parmi les dix premières puis le problème résiste fortement dans les cartes suivantes. Une élève a réussi la plupart des cartes de la version adaptée pour les moyens, en période 4, après avoir fortement buté sur la carte n°21 en période 3. Elle a alors tenté les cartes de grande section, qu'elle a réussies assez rapidement aussi (cf. annexe 9). Pour un élève, très en difficulté par ailleurs, la carte n°7 constitue un réel problème ouvert, qu'il finit par réussir avec beaucoup d'étayage (cf. annexe 10).

C'est donc la difficulté de la carte problème qui détermine si la situation constitue un problème pour apprendre à chercher pour tel ou tel élève.

L'expérimentation a été principalement conduite en période 3, avec le problème des rails en début de période, puis le problème des embouteillages en deuxième moitié de période. Le problème des rails semblait trop difficile pour la plupart des élèves, ils avaient besoin d'être remobilisés à plusieurs reprises pendant la résolution. Après avoir résolu deux ou trois problèmes, les élèves ne montraient plus d'intérêt pour le jeu. Aucun élève n'a voulu faire plus de trois problèmes. Au contraire, le problème des embouteillages semblait plus accessible pour les élèves, car ils pouvaient se mettre en confiance avec le problème en réussissant plusieurs cartes.

Le problème des embouteillages a semblé susciter plus d'intérêt chez les élèves, d'après le nombre de cartes problèmes réalisées par les élèves. L'intérêt des élèves était peut-être dû en partie à l'aspect ludique du jeu, ainsi qu'à la présentation en groupe classe qui a été une phase très dynamique.

Cependant l'aspect ludique a pu présenter un frein à la résolution du problème puisque quatre élèves sur treize « jouaient » avec les voitures sans s'intéresser aux cartes problèmes. Ces élèves-là pouvaient jouer à placer tous les véhicules sur le parking, jouer à les faire rouler sur la table comme s'ils jouaient au coin garage. Il est à noter que le coin garage de la classe avait été remplacé par un coin ferme en période 3. Cela a peut-être généré de la frustration chez certains élèves qui étaient alors contents de retrouver des véhicules pour jouer.

Il était plus facile de proposer le problème des embouteillages que le problème des rails, puisque les élèves étant motivés, ils n'avaient pas besoin d'être remobilisés à plusieurs reprises comme dans le problème des rails. Deux élèves réalisaient une carte simultanément. Un élève pouvait s'entraîner pendant que je pouvais regarder ce que faisait l'autre et lui indiquer s'il faisait un déplacement interdit. Dès qu'un élève réussissait une carte, je lui demandais de la refaire devant moi pour être sûre qu'il n'ait pas fait de déplacements interdits pour résoudre le problème. De plus, un élève pouvait résoudre un problème rapidement en une à trois minutes, contrairement au problème des rails qui prenait environ dix minutes.

Ainsi, sur un même temps individuel avec un élève, il pouvait enchaîner jusqu'à sept cartes problèmes, contrairement au problème des rails qui permettaient de faire une seule carte dans le même temps imparti. Certains élèves ayant une faible capacité de concentration, au bout de dix minutes ils pouvaient se démotiver du problème sur le jeu des rails, alors qu'ils avaient eu le temps de résoudre plusieurs problèmes sur le jeu des embouteillages. Cela était probablement plus motivant pour eux de réussir, cela leur donnait envie de recommencer.

Concernant l'autovalidation, les situations proposées ici étaient en partie autovalidantes. Pour le problème des rails il a fallu adapter la situation pour rendre possible la validation par les élèves eux-mêmes. Pour le problème des embouteillages, le critère « tous les déplacements sont autorisés », n'était validé que par l'enseignante, lorsque l'élève pensait avoir réussi le problème.

Enfin, en ce qui concerne la construction du langage dans une situation de problème ouvert en moyenne section de cycle 1, l'expérimentation montre que les élèves ne parlent pas spontanément de ce qu'ils sont en train de faire. Les élèves étaient tous très silencieux lors de la résolution des problèmes. Dans le problème des rails, les élèves qui réussissaient le problème sans aide de l'enseignant ne parlaient pas. Les élèves qui avaient besoin d'être remobilisés employaient des termes marquant leurs difficultés : « c'est dur », « je n'y arrive pas ». Ils étaient dans l'action, puis ils s'arrêtaient en exprimant leur ressenti, mais sans verbaliser leur action. C'était donc moi qui verbalisais leur action, ou qui les relançais dans l'action en leur demandant ce qu'ils allaient faire par la suite. Face aux relances, je n'avais pas de réponse verbale mais une mise en action. D'après la partie théorique, les élèves de maternelle construisent le langage, en apprenant d'abord à s'exprimer sur des actions en cours, puis en s'exprimant sur des actions passées ou à venir. Ici, en milieu de moyenne section, dans ces situations de recherche, les élèves avaient du mal à s'exprimer sur leurs actions, ils étaient simplement dans l'action. Avec certains élèves j'ai essayé de les faire verbaliser sur leur procédure de résolution. Ils commençaient à résoudre le problème en disant « je fais ça, puis ça », sans décrire précisément les actions. Certains élèves disaient quelques mots ou

onomatopées pendant la phase de résolution que je n'ai pas eu le temps de bien prendre en note. On pouvait entendre les expressions suivantes : « pousse-toi », « c'est bloqué », « laissez passer », « vroum vroum ».

Il faut noter que la moitié des élèves de moyenne section qui ont résolu des problèmes sont des élèves qui ne parlent pas français chez eux et qui sont en plein apprentissage du français à l'école. Cela peut expliquer que certains élèves aient eu du mal à s'exprimer sur leurs actions. L'élève qui a réussi le plus de problèmes et qui était le plus motivée pour les problèmes est celle qui parle le moins bien français de la classe et qui est très difficile à comprendre (cf. annexe 9). Un autre élève, qui parle français chez lui mais ne parle pas du tout en classe, et est en grandes difficultés par ailleurs, a montré beaucoup d'intérêt pour les problèmes, qu'il a également réussi à son niveau, avec une grande fierté (cf. annexe 10).

Cette expérimentation présente plusieurs limites. La première étant le manque de temps pour recueillir les données. En effet étant en classe seulement deux jours par semaine, cela donne moins de possibilité pour proposer les problèmes aux élèves. De plus, les problèmes pour chercher ne sont pas les seuls apprentissages proposés aux élèves de moyenne section l'après-midi. Deux après-midis y ont été consacrés en période 2, six après-midis sur douze en période 3, et trois fins d'après-midis sur quatre en période 4. Cela qui représente environ une heure par après-midi en périodes 2 et 3 et trente minutes par après-midi en période 4. Il était prévu de poursuivre en période 4, mais cela n'a pas été possible en raison du confinement. Le recueil des données n'est pas aussi important que ce qu'il était prévu initialement.

Une deuxième limite est le manque de disponibilité. En effet, les situations problèmes étaient proposées à un ou deux élèves simultanément. Pendant ce temps, six autres élèves étaient en atelier avec l'ASTEM et les dix autres élèves étaient en autonomie. Il fallait aussi être disponible pour ces dix autres élèves. Il n'était pas possible de consacrer pleinement une heure complète avec les élèves qui étaient en situation de recherche, je n'ai donc pas pu garder une trace de tout ce qui s'est passé pendant les phases de recherche des élèves.

CONCLUSION

L'expérimentation conduite ici permet de valider les trois hypothèses formulées au départ et de répondre à la problématique suivante : Quelles sont les principales compétences développées par les élèves de cycle 1 dans une situation de problème ouvert. De quels moyens disposent les élèves pour valider eux-mêmes leurs réponses ? Quel langage se construit dans la pratique des problèmes pour chercher au cycle 1 ?

Tout d'abord, d'après cette recherche, des problèmes ouverts peuvent être proposés dès le cycle 1. Le jeu des rails et le jeu des embouteillages présentent de véritables situations de recherche pour des élèves de moyenne section. Selon le niveau des élèves, ce ne sont pas les mêmes cartes qui constituent un problème pour chercher.

En moyenne section de maternelle, les compétences développées dans la pratique de problème ouvert sont principalement d'apprendre à chercher en essayant et en se trompant, ce qui est une des compétences principales des problèmes ouverts.

Ensuite, pour valider eux-mêmes leur réponse, c'est la situation elle-même qui permet l'autovalidation, même si elle doit être adaptée pour certains problèmes.

Enfin, concernant la construction du langage, c'est surtout le langage en action qui se construit pour les élèves. Avec l'étayage de l'enseignante, les élèves peuvent verbaliser sur ce qu'ils sont en train de faire. Sans l'enseignante, les élèves se contentent d'agir et de résoudre le problème seuls. Il pourrait être intéressant de faire cette expérimentation avec des élèves de grande section pour étudier la place du langage d'anticipation et du langage d'évocation dans une situation de problème ouvert.

Cette expérimentation a donc permis de valider les hypothèses formulées au départ, même si elle présente certaines limites. Pour compléter cette recherche, il serait intéressant de voir l'évolution des mêmes élèves entre la moyenne section et la grande section, avec le problème des embouteillages par exemple qui peut être proposé dans sa version initiale aux élèves de grande section. Il pourrait alors être pertinent de prendre en note le langage des élèves lors d'une situation de recherche, et la façon dont ils verbalisent leurs actions et leurs procédures.

Un autre problème proposé par Dominique Valentin, en fin de moyenne section est le problème des cinq tours alignées. Ce problème, contrairement à ceux proposés dans cette recherche, se déroule en atelier dirigé de trois ou quatre élèves. Ce type de problème pourrait être intéressant à mettre en place pour développer l'argumentation chez les élèves, qui est l'une des compétences visées dans les problèmes pour chercher. Cette compétence peut se construire dès la maternelle, comme l'indique le programme dans le domaine du langage oral « échanger et réfléchir avec les autres ». Dans ma classe cela semble possible en fin d'année avec les moyennes sections, comme le propose le manuel de Dominique Valentin, où les élèves seront progressivement capables de se décentrer pour accorder plus d'importance à l'opinion des autres.

Enfin, la conduite de cette expérimentation m'aura permis de comprendre l'importance de l'analyse à priori dans la construction d'une séquence d'apprentissage. En effet, cela permet d'anticiper les difficultés des élèves et de proposer des remédiations, ainsi que de bien définir les critères de réussite. Cette analyse à priori a été mise en place dans la plupart de mes séquences à partir de la période 3. Cela m'a notamment aidé à mieux évaluer les élèves à partir de critères de réussite précis, dans tous les domaines. J'ai pris beaucoup de plaisir à réaliser cette recherche, notamment avec la situation des embouteillages. C'était agréable de voir des élèves, en difficultés par ailleurs, s'engager avec entrain dans une recherche. Avec deux élèves pour qui le langage est compliqué, cela m'a permis de partager un moment riche d'apprentissage avec eux.

BIBLIOGRAPHIE

Arsac G., Mante M. (2007) Les pratiques du problème ouvert. Editions Repères pour agir. CRDP Académie de Lyon.

Brun J. (1999) La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives. *Math Ecole* n° 141, pp 2 à 15.

Charnay R. (1992-1993) Problème ouvert, problème pour chercher. *Grand N. Num.* 51, pp 77 à 83.

Douaire J. (2005) Argumentation en mathématiques et dans d'autres disciplines : présentation des recherches récentes. Communication C7 du XXXII^{ème} colloque COPIRELEM des professeurs et des formateurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres.

Duprey G., Duprey S., Sautenet C. (2017) Vers les maths. Maternelle Moyenne Section. Accès Editions

Feyfant A. (2015) La résolution de problèmes de mathématiques au primaire. Dossier de veille de l'IFÉ, n°105. Lyon : ENS de Lyon.

Hersant M. (2005) La gestion d'une situation « ouverte » en mathématiques : questions d'expérience et de rapport aux savoirs. Communication C1 du XXXII^{ème} colloque COPIRELEM des professeurs et des formateurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres.

Houdement C. (2003) La résolution de problèmes en questions. *Grand N. Num.* 71. p. 7-23.

I.R.E.M. de Besançon. (2005) La conduite en classe d'une situation de recherche : un exercice périlleux. *Grand N Num.* 76, pp 65 à 74.

Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2015) Programme d'enseignement de l'école maternelle, Bulletin officiel spécial n°2 du 26 mars 2015

Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2015) Socle commun de connaissances, de compétences et de culture, Bulletin officiel n°17 du 23 avril 2015

Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2018) Programmes pour les cycles 2 et 3 : Bulletin officiel spécial n°30 du 26 juillet 2018

Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2015) Programmes pour les cycles 2 et 3 : Bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015

Priolet M. (2012) Les problèmes de mathématiques dans les instructions et programmes officiels de l'école primaire, de 1833 à nos jours. *Grand N Num.* 90, pp 69 à 87

Valentin D. (2015) Découvrir les maths. Situations pour la moyenne section de maternelle. Hatier

Vaultrin M. (2011) Résolution de problèmes en maternelle. *Animation Muret – Maternelle.*

ANNEXES

Annexe 1 : 12 cartes modèles du jeu labyrinthe des rythmes



Annexe 2 : feuille de route pour récupérer les données des élèves pour le jeu des rails

| | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|------|--|--|--|
| N° carte problème | 2 | 1 | | | |
| Procédure essai 1 | 11101:102 avec des déplacements | 1102 | | | |
| Procédure essai 2 | | | | | |
| Procédure essai 3 | | | | | |

1 : Déplacement permis et efficace
 0 : Déplacement permis et inefficace
 3 : Déplace les pions en « jouant », de façon mécanique, sans progression vers la solution

Annexe 3 : prise de note d'échanges entre une élève à l'aise et l'enseignante au cours d'une résolution d'une carte problème sur le jeu des rails

Echanges PE/élève :
carte n°2 = 6/02

Eléi " Oh oh c'est quoi "
PE " qu'est-ce que tu vas faire ? "
Eléi " Attends un peu "

- les verts
- les rouges \Rightarrow décale les Heus de façon efficace
- les bleus

Au niveau du sapin = ça bloque un peu = orange et jaune
fini les verts

Eléi " Ici, ici "
remet le Heu en place à chaque fois, le gêne, le redécale à chaque fois pour faire passer les jaunes
Reste 2 orange et un jaune dans le sapin

Elle réussi à reproduire le modèle.

Annexe 4 : prise de note d'échanges entre deux élèves en difficultés et l'enseignante au cours d'une résolution d'une carte problème sur le jeu des rails

Echanges PE/élève :

7/02

PE "Est-ce que tu peux faire comme le modèle?"

"Non c'est trop difficile"

PE "Est-ce que tu peux les mettre par couleur?"

14/02 par couleur

→ joue avec les pions
place les jaunes.

→ joue avec les pions - n'est pas concentré

PE "Essaie de mettre les verts ici"

Maïm "Je n'y arrive pas"

PE "Essaie de mettre le rouge ici" → OK il y arrive.

Maïm "Je n'y arrive pas, c'est bloqué" Joue avec les pions

PE "Mets les bleus ici" - "Je peux pas"

Il met les orange dans le sapin et veut mettre les bleus à côté des orange.

Réussit à les mettre par couleur.

Echanges PE/élève :

7/02

PE "tu arrives à les mettre par couleur?"

Maïm "Déplace un rouge"
"oui là"

Déplace encore 2 verts et 2 rouges de façon efficace

1 bleu efficacement.

Beaucoup de déplacements inefficaces

Sauf avec un rouge. "Il va où le rouge?"

C'est l'heure de ranger

Il a placé 4 rouges et 4 bleus

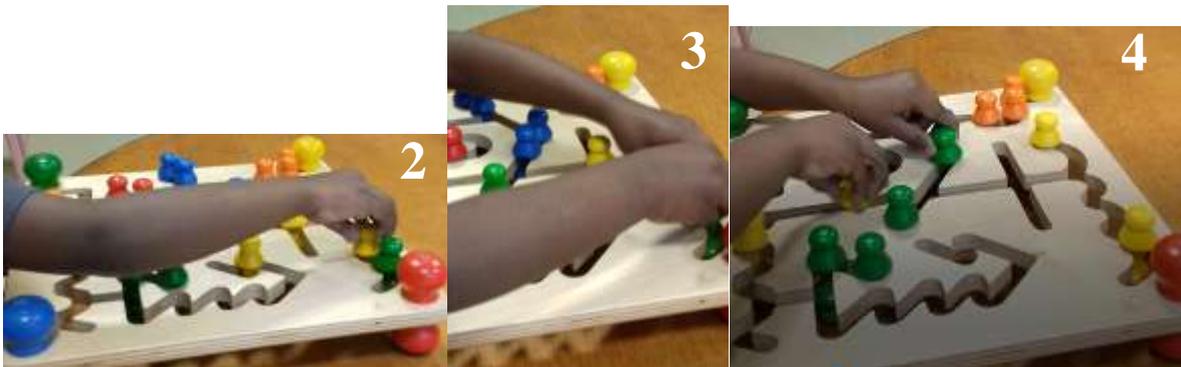
Annexe 5 : 24 cartes modèles du jeu des embouteillages



Annexe 8 : photos d'élèves en train de faire le problème des rails



Photo 1 : l'élève a regroupé tous les pions au même endroit pour pouvoir déplacer les autres

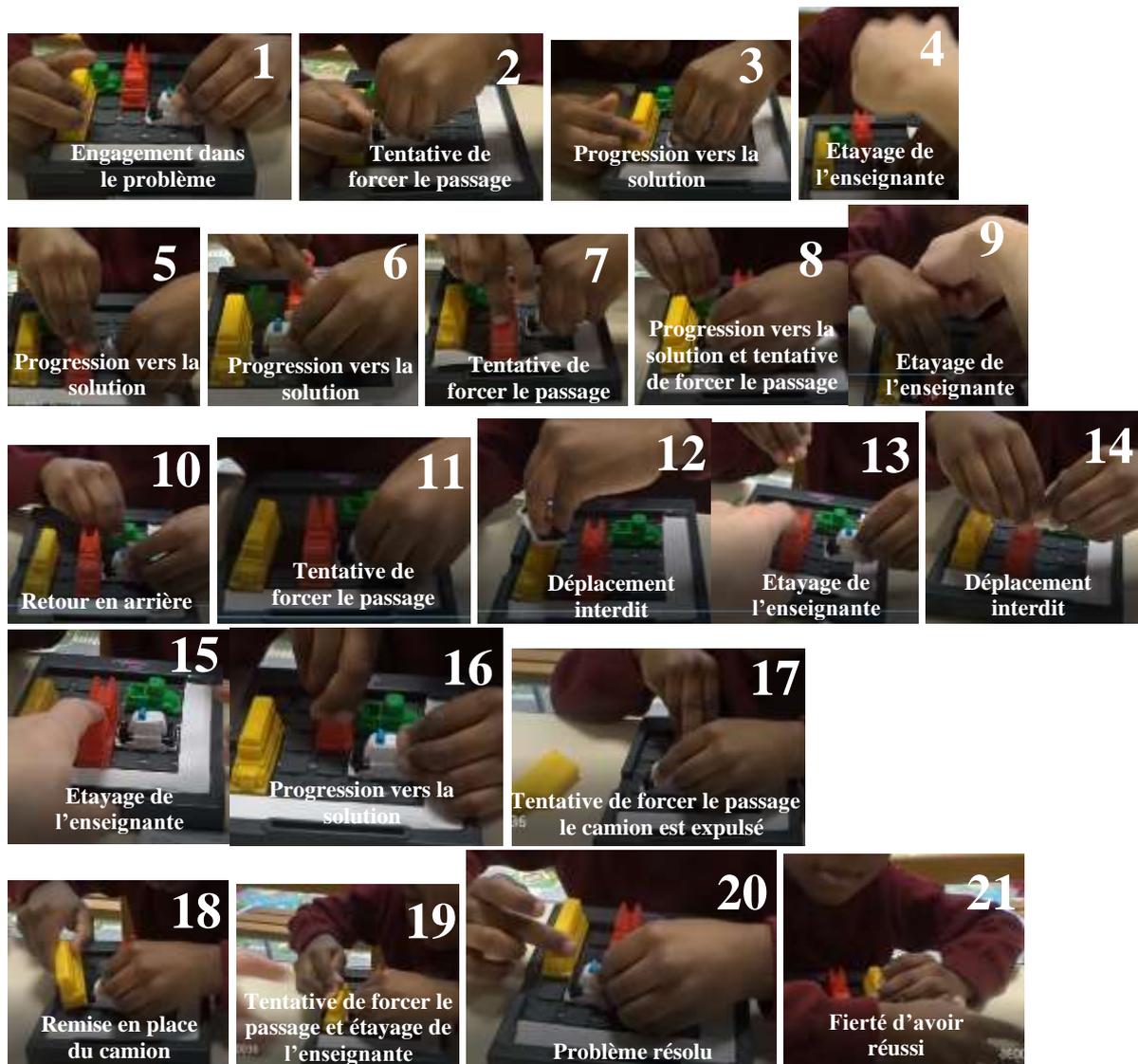


Photos 2, 3 et 4 : l'élève se rend compte qu'un pion vert est mal placé, elle enlève les jaunes qu'elle vient de placer, puis enlève le vert qui gêne avant de remettre les jaunes : procédure d'essais-erreurs.

Annexe 9 : photos d'une élève en train de faire les embouteillages : carte n°23 avec trottoir et carte n°11 sans trottoir avec un élève observateur



Annexe 10 : photos extraites d'une vidéo d'un élève (élève observateur de l'annexe 9) en train de faire les embouteillages, avec procédure d'essais-erreurs et étayage de l'enseignante : carte n°7 avec trottoir



MOTS CLES

Problème pour apprendre à chercher, procédure d'essais-erreurs, autovalidation, étayage de l'enseignant, verbalisation des actions.

RESUME

Ce mémoire porte sur la pratique des problèmes ouverts en moyenne section de maternelle à partir de deux exemples de jeux : les rails et les embouteillages. Les compétences en jeu dans la résolution de problèmes ouverts sont les suivantes : apprendre à chercher, apprendre à valider ses essais et apprendre à argumenter.

D'après les apports théoriques, en cycle 1, le développement du langage ne permet pas aux élèves d'argumenter, ni de valider systématiquement leur réponse par le langage.

D'après cette recherche, il apparaît que la pratique des problèmes ouverts permet aux élèves de moyenne section d'apprendre à chercher en s'engageant dans une démarche de résolution par essais-erreurs. Par ailleurs ces élèves ont démontré la capacité de valider eux-mêmes au moins une partie de leur réponse. Certaines validations nécessitent l'étayage de l'enseignant, notamment pour le problème des embouteillages. En moyenne section le langage étant en construction, l'étayage de l'enseignant est également essentiel lorsqu'il s'agit d'apprendre aux élèves de moyenne section à verbaliser leurs procédures.

KEY WORDS

Open problems, tests and mistakes procedure, validate your tests, teacher support, talk while doing.

ABSTRACT

This research focuses on open problems in the first cycle of primary school (4 years old), through two situations: "rails" and "traffic jams" games. Skills involved in solving open problems are learning to seek, validate your essays, and argue.

According to theoretical contributions, in the first classes, language development does not allow pupils to have good wording to argue or validate their answer.

In this research, it appears that the practice of open problems allows 4 years old pupils to learn to search by engaging in a resolution process, with tests and mistakes. In addition, they can partially validate their answers by themselves. As language is limited at this age, some validations require the support of the teacher, especially for the problem of traffic jams. Teacher support is also essential when it comes to teaching 4 years old pupils to talk about their procedures.