



HAL
open science

Chercher via des problèmes à prise d'initiative. En quoi la ritualisation favorise-t-elle l'engagement, la motivation, et la progression des élèves ?

Carine Biglietto Bidault

► To cite this version:

Carine Biglietto Bidault. Chercher via des problèmes à prise d'initiative. En quoi la ritualisation favorise-t-elle l'engagement, la motivation, et la progression des élèves ?. Education. 2018. dumas-02111766

HAL Id: dumas-02111766

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02111766>

Submitted on 21 Sep 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.

Année universitaire 2017-2018

Master Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation

Mention Second degré

Parcours : Mathématiques

Chercher via des problèmes à prise d'initiative

**En quoi la ritualisation favorise-t-elle l'engagement,
la motivation, et la progression des élèves ?**

Présenté par Carine BIGLIETTO BIDAULT

Première partie rédigée en collaboration avec Sandra BENZ

Mémoire de M2 encadré par Madame Geneviève MARTIEL

Remerciements

A Madame Geneviève Martiel, ma tutrice ESPE et mon encadrante de mémoire,
Pour ses conseils mathématiques, didactiques, et pédagogiques : toujours avisés, constants, et rassurants

A mes professeurs de l'ESPE Grenoble,
En particulier Michèle Gandit, Daniela Guiol, Bernard Ycart

A mes tutrices académiques, Aurélie Médecin et Angeline Lieudenot,
D'un soutien sans faille, quoiqu'il arrive, et sur tous les plans !

A mes collègues de mathématiques, de Grenoble ou d'ailleurs,
Mention à Claire Geoffroy,
Mention à Sandra, pour la collaboration,
Mention spéciale à tous mes amis de la promotion Espe 2018 (en particulier Emeline)

A tous les mathématiciens qui m'ont aidée, sans le savoir : en particulier les contributeurs de Planète Maths - Académie de Grenoble, et les membres de l'IREM Grenoble

A mes collègues du collège des Saules : Direction, vie scolaire et professeurs, toutes disciplines confondues (clin d'œil spécial aux professeurs de mathématiques, français, anglais et EPS)

Et bien entendu :

A mes amis non professeurs (Marion se reconnaîtra)

Et surtout à ma magnifique famille ...

Introduction

La France est un pays de paradoxes : sans aucun doute sur des domaines très variés et divers, mais en particulier, ce qui nous intéresse ici, à propos des Mathématiques : reconnue hier et encore aujourd'hui grâce de très grands mathématiciens, la France a développé un système d'évaluation et de reconnaissance scolaire favorisant les mathématiques ; Elle fait pourtant, ces dernières années lors des résultats d'évaluation internationales, l'objet de critiques virulentes sur le « niveau » de ses élèves dans cette discipline.

Mais plus que des connaissances disciplinaires ou des savoirs « académiques », ces évaluations internationales évaluent la maîtrise de certaines compétences ou certaines techniques mathématiques : par exemple la résolution de problèmes « du quotidien » nécessitant une prise d'initiative certaine. Ces problèmes, importants en mathématiques et au-delà, font pourtant l'objet d'une attention particulière dans les programmes français. Nouveau paradoxe entre les attentes officielles et la réalité des résultats, que relèvent non seulement ces évaluations internationales, mais plus largement les enseignants français.

J'ai voulu comprendre ce qui se cachait derrière ces multiples paradoxes.

J'ai voulu voir comment se positionnaient au départ mes élèves, s'ils aimaient chercher ou non, et pourquoi. J'ai voulu les découvrir, au travers de leurs essais. J'ai voulu savoir si je pouvais les faire progresser.

A la lumière de ce que j'ai appris de mes lectures, j'ai donc conduit et analysé une expérimentation menée auprès d'une cinquantaine de collégiens en classe de 5^{ème} : « mes » élèves.

Ce mémoire propose donc de comprendre quelques-unes des causes des « résultats mitigés » de nos élèves face aux problèmes à prise d'initiative, et tente ensuite de dégager quelques pistes d'amélioration.

Sommaire

1.	Etat de l'art.....	1
1.1.	Constats retenus à la lecture des résultats d'évaluations internationales	1
1.2	Définitions	3
1.2.1	Les problèmes ouverts et les problèmes à prise d'initiative	3
1.2.2	Les tâches complexes	5
1.2.3	Les narrations de recherche.....	6
1.2.4	Synthèse sur les différentes appellations des problèmes.....	6
1.3	Problèmes ouverts, prise d'initiative et programmes officiels	7
1.3.1	Programmes de mathématiques du cycle 4.....	7
1.3.2	Les compétences en Mathématiques	7
1.3.3	Les directives pour le Diplôme National du Brevet.....	8
1.4	Pratiques didactiques testées par des enseignants et validées par des chercheurs	9
1.4.1	Attitude de l'enseignant et « préparation » des élèves	10
1.4.2	Critères de choix des problèmes ouverts.....	12
1.4.3	Organisation des séances de recherche.....	13
1.4.4	Evaluation des productions d'élèves.....	15
2	Problématique	16
3	Expérimentation - Méthode	17
3.1	Préambule : Organisation d'une enquête interne, analyse des résultats, et choix pédagogiques pour notre expérimentation	17
3.2	Procédure d'expérimentation : Participants	21
3.3	Procédure d'expérimentation : Préparation à la mise en œuvre	21
3.3.1	Travaux d'élèves, préalables à l'expérimentation.....	21
3.3.2	Préparation documentaire : Documents pour le professeur	22
3.3.3	Préparation documentaire : Documents pour les élèves.....	23
3.4	Procédure d'expérimentation : Mise en œuvre.....	23
3.4.1	Problèmes ouverts choisis, et analyse « a priori » de ces problèmes sur le plan des connaissances mathématiques	23
3.4.2	Organisation concrète globale, et chronologie de chaque séance	27
3.4.3	Posture de l'enseignante, posture des élèves.....	27
3.5	Analyse a priori.....	28
4	Résultats et Analyse	29
4.1	Recueil des résultats, choix des indicateurs globaux, calculs de valeurs	29
4.2	Analyse des résultats globaux	30
4.3	Analyse des résultats obtenus à la lumière de la 1 ^{ère} hypothèse.....	32
4.4	Analyse des résultats obtenus à la lumière de la 2 ^{ème} hypothèse.....	33
4.5	Analyse des résultats obtenus à la lumière de la 3 ^{ème} hypothèse.....	35
4.6	Analyse individuelle par élève : quelques faits marquants.....	37
5	Discussion - Conclusion	38

Bibliographie

Annexes

1. Etat de l'art

Nous nous intéressons ici à une revue de littérature scientifique sur la pratique des problèmes ouverts à prise d'initiative : constats quant à la place de la France dans les évaluations internationales des élèves en Mathématiques, manière qu'ont les enseignants d'aborder et de faire pratiquer les problèmes ouverts, et engagement des élèves face à ce type d'activité.

1.1. Constats retenus à la lecture des résultats d'évaluations internationales

Les évaluations internationales comme PISA (Programme for International Student Assessment) ou TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) nous éclairent sur de nombreux champs, et nous permettent donc aussi de dresser un constat concernant les difficultés des élèves français face aux problèmes nécessitant de leur part autonomie et prise d'initiative.

TIMSS s'adresse aux élèves de CM1, 4^{ème}, et Terminale, évalués sur des savoirs et des savoir-faire. PISA, organisé par l'OCDE, vise à connaître la « culture » des élèves de 15 ans (âge de fin de la scolarité obligatoire dans la plupart des pays) dans trois domaines : la compréhension de l'écrit (« littératie »), la culture mathématique (« littératie » mathématique) et la culture scientifique.

La culture mathématique désigne « l'aptitude à formuler, employer et interpréter des mathématiques dans un éventail de contextes, c'est-à-dire raisonner en termes mathématiques et à utiliser des concepts, procédures, faits et outils mathématiques pour décrire, expliquer et prévoir des phénomènes ». Elle aide à comprendre « le rôle que les mathématiques jouent dans le monde et à se comporter en citoyens constructifs, engagés et réfléchis, c'est-à-dire à poser des jugements et à prendre des décisions en toute connaissance de cause. » (OCDE p 27, 2013).

Face aux résultats de ces enquêtes, Antoine Bodin pointe en 2006 quelques résultats préoccupants : « (...) Si l'on s'intéresse aux mathématiques pour tous, PISA ne fait que confirmer ce que l'étude TIMSS 1995 montrait à l'évidence : nos élèves qui ne feront pas de mathématiques spécialisées partent mal armés pour la vie, pour comprendre le monde qui les entoure, pour participer aux divers débats de société qui les attendent. Des efforts de tous types devraient être consentis si l'on veut faire face à cette situation inquiétante. »

« (...) Les études PISA (2000 et 2003) montrent en particulier, et cela est confirmé par les autres études, qu'en France :

- « Les élèves ont des connaissances, mais elles sont peu disponibles. Pour la plupart d'entre eux, si on ne leur dit pas explicitement quelles connaissances mathématiques il convient d'utiliser dans une situation donnée, ils ne la trouveront pas d'eux-mêmes, même s'ils possèdent la ou les éléments de connaissance correspondants.
- Les élèves font preuve de peu d'autonomie. Ils ne s'attaquent qu'aux questions qu'ils pensent pouvoir résoudre, ils ne disposent pas de stratégie pour aborder un problème qui ne leur est pas familier : essayer, expérimenter, bricoler... ne font pas partie des modes d'approche possibles. »

Il modère cependant ce constat : « L'éloignement des conditions habituelles de présentation et d'utilisation des notions, les habillages originaux, les appels à modélisation, amènent toujours des résultats faibles et sont régulièrement source de déception pour tous ceux qui cherchent à faire évoluer l'enseignement des mathématiques, d'autant plus, que dans le cadre du contrat didactique local, les élèves peuvent avoir manifesté des compétences qu'ils ne manifestent plus dans des conditions éloignées de ce contrat. »

Arsac et Mante rapportent quant à eux en 2007, à propos de PISA : « les conclusions révèlent que les élèves français, plus que les élèves d'autres pays, s'abstiennent de répondre ou hésitent devant la nécessaire prise d'initiative, notamment lorsqu'une démarche par essais et ajustements est possible », et affirment que « les méthodes de travail utilisées en classe influent grandement sur le comportement des élèves face à l'activité de résolution de problèmes ».

Ils mettent ainsi en évidence les freins des élèves face à des problèmes non guidés, freins qui trouvent leur origine, entre autres, dans les méthodes d'enseignement en classe.

A l'occasion d'un séminaire APMEP en 2011, Yves Olivier indique quant à lui que « la résolution de problème, notamment via la conduite de stratégies, fait partie des compétences évaluées ». Il analyse alors les résultats de l'évaluation PISA 2003 (pour laquelle les mathématiques étaient le domaine majeur), avant la prochaine évaluation 2012 (pour laquelle les mathématiques seraient à nouveau majoritairement évaluées). Il note déjà à ce moment que « les exercices demandant des formulations de conjectures, des essais, des initiatives, présentent (chez les élèves français) un taux de non réponses très élevé. Ce qui montre que ces exercices désorientent nos élèves qui ont surtout peur de 'faire faux' et donc préfèrent ne pas répondre ».

En 2012 enfin, une étude de l'IGEN groupe mathématiques (contribution à la conférence nationale sur l'enseignement des mathématiques) indique que « les élèves français éprouvent des difficultés à se lancer dans des démarches s'ils ne sont pas sûrs de leurs réponses, ou à résoudre un problème dont ils n'identifient pas l'origine disciplinaire ».

Ainsi, les évaluations internationales montrent qu'en France, l'engagement des élèves dans les problèmes ouverts est limité. La compétence « Chercher » ne semble pas acquise correctement (via les pratiques pédagogiques utilisées actuellement habituellement par les enseignants). Ce constat nous amène donc naturellement à nous intéresser à l'enseignement et la pratique des problèmes ouverts, et à lancer une expérimentation sur ce thème.

1.2 Définitions

1.2.1 Les problèmes ouverts et les problèmes à prise d'initiative

Outre la terminologie « problème ouvert », on trouve fréquemment, de manière juxtaposée, le terme « problème avec prise d'initiative ». Dans un premier temps, nous nous intéressons à la définition la plus précise possible de cette catégorie de problèmes : qu'est-ce qu'un problème ouvert ? Qu'est-ce que la prise d'initiative ?

Tout d'abord, un problème « classique », par opposition à un problème de type ouvert, peut se définir par les caractéristiques suivantes : le problème posé a une solution, et l'énoncé contient toutes les données nécessaires à la résolution du problème.

Georgios Kosyvas indique en 2010 qu'en didactique des mathématiques, le terme « problème ouvert » renvoie à un problème de recherche qui n'engage pas (les élèves) à une méthode spécifique de résolution. Il rappelle que ce terme est d'origine japonaise (Shimada, 1977, Becker et al, 1997), apparu dans les années 70 dans le but de réformer l'enseignement des mathématiques par « des approches plus ouvertes ». Il précise que la notion de problème fermé renvoie à une situation initiale et une situation finale bien définies, alors qu'au contraire un problème ouvert comporte une situation initiale ou une situation finale ouverte.

Pendant plusieurs années, une équipe de l'IREM de Lyon a élaboré et expérimenté la pratique pédagogique dite « pratique du problème ouvert ». Cette définition, présentée par l'équipe en 1982, a été officiellement validée en France en 1984 ; Elle n'a cessé depuis de faire l'objet d'études et d'expérimentations.

La caractéristique la plus simple d'un tel problème est qu'à partir d'un problème « classique », on obtient un problème ouvert « en supprimant (explicitement et implicitement), toutes les données nécessaires à la modélisation ».

L'IREM de Lyon propose à l'époque de caractériser les problèmes ouverts de la façon suivante (*en italique figurent des précisions que G Kozyvas a écrites en 2013, alors qu'il analysait et justifiait les caractéristiques adoptées par l'IREM*) :

- **Un énoncé court** (« *L'énoncé du problème est habituellement court et formulé en langage courant ou mathématique. L'énoncé simple et court favorise la lecture rapide et la compréhension et crée des conditions de facilité en ce qui concerne ce qui se maintiendra en mémoire et en ce qui concerne la gestion des données. En outre, il peut donner l'impression que le problème est facile et inciter à s'intéresser à ce problème* »)
- **Un énoncé qui n'induit ni la méthode, ni la solution, sans question intermédiaire** (« *Ce qui a une importance fondamentale est la manière dont est posé l'énoncé du problème ouvert qui ne résulte pas directement de la méthode et de la solution* »)
- **Une solution qui ne peut se réduire à l'utilisation ou l'application immédiate des derniers résultats de cours** (« *En aucun cas, cette solution ne devra se limiter à l'utilisation simple ou à l'application directe de conclusions ou de règles qui se sont présentées durant les derniers cours, parce qu'alors, il constituera un problème d'application directe et non un problème ouvert* »)
- **Un problème qui se trouve dans un domaine conceptuel avec lequel les élèves ont assez de familiarité** (c'est-à-dire « prendre facilement possession de la situation, s'engager dans des essais, des conjectures, des projets de résolution, des contre-exemples » [Arsac et al, 1983 puis 1991], et espérer résoudre le problème dans un temps limité) (*Le problème ouvert doit être fondé sur des notions avec lesquelles les élèves sont assez familiarisés. Ceci est indispensable afin que les élèves, dans le cadre des restrictions habituelles de l'horaire scolaire, puissent calculer des résultats ou produire des idées dans le temps imparti. Le problème peut être ouvert mais cependant, le temps de la recherche reste malheureusement fermé. Dans ces conditions, les élèves doivent pouvoir saisir facilement la situation et prendre part à des essais, formuler des conjectures, établir des voies de vérification, des projets de résolution et des contre-exemples, lesquels visent à la découverte et à la création de la solution ou des solutions du problème ouvert.*)

Daniel Perrin (2006, 2007) cite quant à lui un document d'accompagnement des programmes de Mathématiques de l'école primaire et plus précisément la partie concernant les « problèmes

pour chercher » : « Il s'agit de véritables problèmes de recherche, pour lesquels les élèves ne disposent pas de solution déjà éprouvée et pour lesquels plusieurs démarches de résolution sont possibles. C'est alors l'activité même de résolution de problème qui est privilégiée, dans le but de développer chez les élèves un comportement de recherche et des compétences d'ordre méthodologique : émettre des hypothèses et les tester, élaborer une solution originale et en éprouver la validité, argumenter ».

Il semble enfin que « problèmes ouverts » et « problèmes à prise d'initiative » soient des notions extrêmement proches. Il semble admis que la différence entre le problème ouvert et le problème à prise d'initiative est qu'un problème ouvert peut ne pas avoir de réponse. Pour un problème à prise d'initiative, plusieurs pistes de solutions accessibles et différentes sont possibles, mais sont en nombre limité et aboutissent. L'autre particularité de ce type de problèmes est qu'il s'agit d'exercices avec un énoncé plutôt court et surtout sans vocabulaire complexe pour les élèves, et sans stratégie induite ou de consigne du type « montrer que ». Dans tous les cas, une modélisation est souvent nécessaire.

Du fait du peu de différences entre ces deux catégories de problèmes, nous admettrons dans ce document l'exacte équivalence entre ces deux terminologies.

1.2.2 Les tâches complexes

Une tâche complexe est un exercice tout autre, pouvant se définir comme une tâche mobilisant des ressources internes (culture, capacités, connaissances, vécu) et externes (aides méthodologiques, protocoles, fiches techniques, ressources documentaires). Les tâches complexes permettent de former les élèves à gérer des situations concrètes de la vie réelle en mobilisant les connaissances, les capacités et les attitudes acquises pour en développer de nouvelles.

Une tâche complexe ne se réduit pas à l'application d'une procédure automatique, et elle a comme point commun avec les activités à prise d'initiative le fait que chaque élève peut adopter une démarche personnelle de résolution pour réaliser la tâche. Elle diffère cependant en ce qui concerne l'énoncé : la tâche complexe s'appuie sur des documents. Elle nécessite souvent d'extraire des informations et de disposer d'un bagage logique et mathématique plus conséquent, pouvant demander de maîtriser plusieurs concepts. Elle dispose également d'un objectif ciblé : l'évaluation de compétences spécifiques du socle commun.

1.2.3 Les narrations de recherche

Une narration de recherche est quant à elle définie par « un exposé détaillé, écrit par l'élève lui-même, de la suite des activités qu'il met en œuvre lors de la recherche des solutions d'un problème de mathématique » (Luis Païs, 1990).

Ces narrations ont de nombreux points commun avec les problèmes ouverts, car on considère que l'évaluation de la résolution d'un problème ouvert par un élève nécessite, pour l'enseignant, d'avoir accès à des traces écrites de sa réflexion, de son raisonnement, en amont d'une éventuelle rédaction définitive. Un document ressource (socle commun, enseignement des mathématiques au collège) précise :

« L'évaluation des réussites au travers de solutions incomplètes ou partiellement erronées n'est en effet possible que si l'élève a osé garder trace de ses essais, de ses idées, de sa recherche. Trop d'élèves n'écrivent rien : ils préfèrent ne rien écrire plutôt que d'écrire des choses fausses. Mais si un élève n'écrit rien, ou s'il ne note que son résultat et que ce dernier est faux, on ne peut pas savoir ce qui, dans son raisonnement, peut avoir été correct ».

On doit ainsi dissocier la phase de recherche de la phase de mise en forme d'une preuve ou d'un raisonnement : « À cet égard, deux étapes doivent être clairement distinguées : la première, et la plus importante, est la recherche et la production d'une preuve (...) ». (F. Bonafé, A. Chevalier, M-C. Combes, M. Sauter et al, IREM de Montpellier, 2002).

Une narration de recherche est donc plutôt une méthode, une manière de présenter et de traiter ces problèmes dans laquelle on privilégie l'optique de l'historique de la recherche. Il semble donc que la résolution de problèmes ouverts puisse très favorablement s'appuyer sur la pratique de narrations de recherche.

1.2.4 Synthèse sur les différentes appellations des problèmes

Nous notons que quelle que soit l'appellation (problème ouvert, problème à prise d'initiative, narration de recherche), ce que l'on entend par l'expression « recherche par les élèves » est qu'ils ont une attitude de recherche (de chercheur). Autrement dit, on peut opposer cette attitude à celle qui consiste à appliquer une « recette déjà prête ». Ainsi, le problème ouvert serait l'antithèse du « problème type » (Jean Truchet, 1994).

Une fois ces principales définitions données, intéressons-nous à ce que préconisent les programmes d'enseignement, au bien-fondé et à la pertinence de la pratique en classe des problèmes ouverts nécessitant une prise d'initiative.

1.3 Problèmes ouverts, prise d'initiative et programmes officiels

La nécessité pour les élèves d'être régulièrement en situation de recherche (et pas seulement en Mathématiques) se retrouve dans les programmes officiels, depuis de nombreuses années.

1.3.1 Programmes de mathématiques du cycle 4

Le Bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015 précise :

« (...) Une place importante doit être accordée à la résolution de problèmes, qu'ils soient internes aux mathématiques ou liés à des situations issues de la vie quotidienne ou d'autres disciplines. (...) La résolution de problèmes nécessite de s'appuyer sur un corpus de connaissances et de méthodes. (...) La formation au raisonnement et l'initiation à la démonstration sont des objectifs essentiels du cycle 4. (...) Les pratiques d'investigation (essai-erreur, conjecture-validation, etc.) sont essentielles et peuvent s'appuyer aussi bien sur des manipulations ou des recherches papier/crayon, que sur l'usage d'outils numériques (...) ».

1.3.2 Les compétences en Mathématiques

Parmi les six compétences en Mathématiques, regardons plus précisément ce qui est indiqué dans les programmes officiels actuels pour les compétences « Chercher » et « Reasonner » et les « Types de tâches » (Eduscol / Cycle 4/ Mathématiques, 2016).

Compétence Chercher

- Extraire d'un document les informations utiles, les reformuler, les organiser, les confronter à ses connaissances
- S'engager dans une démarche scientifique, observer, questionner, manipuler, expérimenter (sur une feuille de papier, avec des objets, à l'aide de logiciels), émettre des hypothèses, chercher des exemples ou des contre-exemples, simplifier ou particulariser une situation, émettre une conjecture
- Tester, essayer plusieurs pistes de résolution
- Décomposer un problème en sous-problèmes

Il est aussi précisé les attendus autour de la compétence « Chercher » : elle est « primordiale dans l'activité mathématique, et nécessite une pratique fréquente. La phase de recherche et de tâtonnement est essentielle, et y laisser une place à l'erreur est capital. Cela nécessite d'amener l'élève à utiliser des outils comme par exemple un carnet de recherche ».

Compétence Raisonner

- Résoudre des problèmes (...) : mobiliser les connaissances nécessaires, analyser et exploiter ses erreurs, mettre à l'essai plusieurs solutions
- Mener collectivement une investigation en sachant prendre en compte le point de vue d'autrui
- Démontrer : utiliser un raisonnement logique et des règles établies (...) pour parvenir à une conclusion.
- Fonder et défendre ses jugements en s'appuyant sur des résultats établis et sur sa maîtrise de l'argumentation

Dans ces caractéristiques de compétence « Raisonner », on retrouve également ce que PISA appelle la « culture (littératie) mathématique ».

On peut enfin lire, dans les « Types de tâches », des préconisations spécifiques à propos des activités à prise d'initiative. On retiendra essentiellement le passage suivant : « Par la liberté de cheminement qu'elle laisse aux élèves, une activité avec prise d'initiative, contrairement à une activité guidée, doit donner lieu à des démarches et des productions variées ; les élèves doivent être incités à garder trace de leurs recherches, même infructueuses ou inabouties, afin de permettre le développement et l'évaluation de la compétence « Chercher » ».

1.3.3 Les directives pour le Diplôme National du Brevet

Les directives du Diplôme National du Brevet (qui clôt le cycle 4) sont très claires quant à la place de la prise d'initiative (Diplôme national du brevet, Modalités à compter de la session 2018) :

« (...) Certains exercices [du sujet] exigent de la part du candidat une prise d'initiative. Les exercices peuvent prendre appui sur des situations issues de la vie courante ou d'autres disciplines. Ils peuvent adopter toutes les modalités possibles, y compris la forme de questionnaires à choix multiples ou de type vrai/faux.

L'évaluation doit prendre en compte la clarté et la précision des raisonnements ainsi que, plus largement, la qualité de la rédaction. Doivent être pris en compte les essais et les démarches engagées, même non aboutis. Les candidats en sont informés par l'énoncé. »

1.4 Pratiques didactiques testées par des enseignants et validées par des chercheurs

Au vu de ces directives officielles (programmes, diplôme national du Brevet) et des difficultés constatées via les évaluations internationales, on constate pourtant que chercheurs, analystes et professeurs s'accordent à dire depuis plusieurs années qu'une pratique régulière d'activités de recherche est indispensable : Tous constatent qu'elle développe et valorise l'autonomie, la réflexion, et qu'elle contribue à une véritable formation citoyenne (au-delà des mathématiques et sciences au sens large).

En 2007, Daniel Perrin précise : « l'enseignement et la pratique des mathématiques ont une autre raison d'être que l'aspect utilitaire lié à leurs applications : ils contribuent à former les citoyens au raisonnement et à la réflexion, donc à leur donner des outils pour comprendre le monde et le regarder avec un esprit critique ».

Pour apprendre à raisonner et à penser, il faut donc poser et résoudre des problèmes.

Philippe Meirieu écrit dès 1987 : « Apprendre n'est pas facile, en effet (...) : c'est chercher à faire quelque chose que l'on ne sait pas faire, en le faisant ». On peut ainsi penser que la pratique des problèmes ouverts permet d'apprendre à les résoudre : elle « consolide les connaissances des élèves pour franchir un nouvel obstacle (...), révèle les connaissances disponibles (...) et rend des connaissances maîtrisables disponibles » (Aline Robert et Marc Rogalski, 2002).

Pour Jacques Moisan (2004) : « Un des objectifs essentiels de l'enseignement des mathématiques, dès l'école primaire, est le développement des qualités de logique et d'aptitude au raisonnement. Pour qu'il puisse construire ses schémas logiques, il est indispensable :

- de mettre l'élève en situation de recherche, personnelle ou en groupe, dans le cadre d'une activité de résolution de problèmes
- d'instaurer le débat mathématique dans la classe de telle sorte que les méthodes trouvées puissent être examinées et confrontées. La vérité ne doit pas descendre de la bouche de l'enseignant mais s'imposer logiquement à tous ».

La principale piste pour améliorer le constat actuel serait donc de laisser une vraie place et du temps à la pratique des problèmes ouverts, intégrée aux programmes scolaires annuels, via un enseignement de l'activité de recherche non guidée, ce qui permettrait aux élèves de dépasser leurs craintes et augmenter leur capacité à prendre des initiatives.

Mais comment ? De quelle façon ?

Au-delà des constats officiels et pistes de préconisations associées, on retrouve le sujet des problèmes ouverts et de la prise d'initiative dans de nombreux ouvrages, témoignages et expérimentations. S'il semble y avoir un consensus clair autour de la nécessité de l'enseignement de tels problèmes, toutes classes confondues, les recommandations et études expérimentales sont très diverses.

Nous avons choisi de répertorier ces recommandations selon quatre catégories :

1. l'attitude de l'enseignant au fil de l'année et la « préparation » des élèves
2. le choix des problèmes soumis aux élèves
3. l'organisation des séances spécifiques de recherche
4. l'évaluation des productions d'élèves

1.4.1 Attitude de l'enseignant et « préparation » des élèves

Citons tout d'abord Laurent Schwartz (médaille Fields en 1950) :

« Un chercheur doit savoir sécher une heure, un jour, ou toute la vie. Il sèche beaucoup plus qu'il ne trouve, il se pose une série de questions, tâtonne, avance pas à pas. C'est très difficile ; puis à un moment donné, une certaine illumination vient. Elle est souvent très brusque, mais c'est le résultat d'une accumulation énorme de réflexions infructueuses. »

Par son attitude quotidienne, l'enseignant doit donc veiller à véhiculer une certaine « normalité » dans la recherche, et montrer lui-même que les réponses ne sont pas toujours immédiates, et ne résultent pas toutes d'une méthodologie unique.

Catherine Houdement (2003) précise : « Il n'existe pas de méthodologie générale de résolution, chacun recourt à une mémoire personnelle de problèmes. (...). Elle se forme à partir de différents problèmes que nous rencontrons, des représentations que nous en construisons et des analogies que nous percevons. (...) Encore faut-il qu'ils (les élèves) aient des occasions d'échanger, d'argumenter et de justifier ».

Il s'agit aussi, et avant tout, d'accueillir les erreurs de façon positive. Brousseau en 1994 écrit en effet : « L'erreur est constructive du sens de la connaissance acquise ». Ainsi l'erreur constitue une forme de connaissance : les erreurs commises ont donc un caractère formateur, pour les élèves comme pour le professeur.

Daniel Perrin précise en 2007: « Cette question de l'erreur est très importante dans la gestion des classes. Je pense qu'il ne peut exister de véritable recherche si l'erreur n'est pas tolérée, voire reconnue comme un moteur. Pourtant cela n'est pas toujours naturel, ni pour le professeur ni pour les élèves ». Il est alors fréquent que les élèves se censurent, car ils pensent que les adultes importants pour eux (parents, professeurs) attendent beaucoup d'eux : ils n'acceptent donc pas de montrer qu'ils font des erreurs, par peur de les décevoir.

La découverte de l'erreur est pourtant pour Perrin « un des moments cruciaux, un moment créateur entre tous ».

La partie la plus fondamentale de la préparation des élèves semble être le travail sur la peur des élèves. En 1999, Serge Boimare définit et caractérise « la peur d'essayer » : c'est une peur d'ordre psychologique qui est due « à un vécu de frustration excessif devant la remise en cause provoquée par l'apprentissage (apprendre c'est d'abord accepter de ne pas savoir momentanément), à une difficulté à trouver la bonne distance relationnelle avec celui qui a la charge de transmettre le savoir (...), et à une curiosité excessive parfois qui voudrait une réponse immédiate à des intérêts très personnels ».

Pour combattre cette peur, il propose une attitude susceptible de remédier à la peur d'apprendre de ces élèves. Il la nomme « médiation culturelle », devant remplir un double rôle :

- « Permettre aux questions brûlantes et aux inquiétudes premières d'avoir droit de cité. »
- Et dans le même temps « offrir le fil pour s'en éloigner, et aménager un cadre où le passage à l'abstraction et à la règle deviendra possible. »

Georgios Kozyvas remarque en 2010 qu'en présence d'un problème ouvert, « l'aisance habituelle des élèves peut se trouver fortement modifiée (...). Les élèves réussissant facilement habituellement peuvent ne pas avoir de succès et sentir alors leur confiance en eux ébranlée ; à l'inverse, des élèves habituellement moins à l'aise peuvent découvrir une certaine aisance à résoudre ce type de problème, en entreprenant des tentatives audacieuses ».

Il s'agit là pour lui de la peur, ou au contraire l'aisance, devant la liberté : il note que « les élèves, devant les interprétations possibles de l'énoncé, la variété plurielle des stratégies de résolution, et l'absence de cadrage ou consignes, éprouvent fréquemment une crainte liée au climat d'incertitude dans lequel ils se sentent. Cet état est susceptible de les empêcher de trouver une idée appropriée pour démarrer : c'est la peur devant la liberté, peur naturelle, mais que la pratique régulière leur permettra de dépasser ».

Nous avons enfin également quelques pistes avec l'enseignement dit « explicite » ; Cet enseignement (officiellement en référence depuis 2016 dans les programmes français via des préconisations associées) constitue une démarche pédagogique complète, reposant sur l'identification des causes d'incompréhension par les élèves, et sur l'explicitation maximale des attendus par le professeur (se référer pour cela au Centre Alain Savary, ENS Lyon). Enseigner plus explicitement contribuerait donc à lever des malentendus sociocognitifs, et faciliterait ainsi et aussi la résolution de problèmes.

1.4.2 Critères de choix des problèmes ouverts

Nous avons déjà listé en 1.2.1 quelques caractéristiques majeures à considérer lors du choix de problèmes ouverts. Ce paragraphe propose quelques critères complémentaires intéressants à utiliser, ainsi que les points principaux de vigilance et précautions à prendre au moment de sélectionner, adapter puis donner ces problèmes.

Notons en premier lieu qu'il faut veiller, au cours d'activités « déstabilisantes », à ne pas décourager définitivement les élèves.

Au-delà des caractéristiques déjà énoncées à propos des problèmes ouverts, le GRACOM (Académie de Montpellier) insiste en 2013 sur le fait que ceux-ci doivent être indépendants des apprentissages, et précise: « On évitera toute phrase qui permette de « repérer » cet exercice comme « différent » afin d'inciter tous les élèves à s'y intéresser. En revanche, on peut ramener la phrase sur la valorisation de toute démarche d'investigation en début de sujet ».

Laurence Lépine précise en 1996 que « tout problème ouvert n'est pas forcément approprié à la recherche dans la classe ». Il faut ainsi se méfier des « fausses prises d'initiative guidées ».

G. Audibert conseillait quant à lui, déjà en 1991 : « (...) Il faut être attentif aux difficultés que crée l'habillage ».

L'habillage (bien réfléchi) a pourtant son importance : le choix et la rédaction de l'énoncé jouent un rôle déterminant. On retrouve ainsi la phrase suivante dans de nombreux sites académiques de ressources mathématiques : « L'énoncé doit piquer la curiosité de l'élève suscitant chez lui un sentiment de défi intellectuel (tout en restant à ses yeux accessible), et motiver sa recherche » (Académie de Bordeaux, ressources Collège, problèmes ouverts, 2009).

Des énoncés attractifs, amusants ont donc leur importance, de même qu'une variété de supports (énoncés écrits, vidéos posant une question, TICE pour intéresser plus d'élèves).

Enfin, il semble fondamental de proposer aux élèves des problèmes ayant du sens ; Nous proposons de retenir, derrière cette expression « avoir du sens », ce que G. Kozyvas nomme, en 2010, le « vécu » : « Plus spécialement, le problème doit être fécond pour la recherche dans la classe, et avoir un caractère vécu (...). Si le problème ouvert proposé est séparé du vécu des enfants, il ferme les horizons de la recherche. Il peut être ouvert pour le chercheur en mathématiques, mais les portes de la communication avec l'élève seront fermées. Le caractère vécu de la situation contribue à maintenir la situation problématique ouverte et féconde du point de vue pédagogique (...) ».

1.4.3 Organisation des séances de recherche

Comment à présent organiser les séances de recherche ?

Yves Olivier propose en 2001 de « changer l'organisation du temps pédagogique ». Il note que les professeurs « se contraignent souvent à limiter le temps de recherche (des élèves) pour tenir les objectifs d'avancée dans le programme ». L'écueil mis en évidence ici est le nécessaire arbitrage de l'enseignant entre les activités de recherche (nécessitant du temps) et la tenue du programme sur l'année, arbitrage qui se fait au profit de situations formatées et au détriment de problèmes ouverts.

Il semble qu'à l'intérieur de ce « temps » pédagogique, il soit nécessaire pour l'enseignant de rester en retrait de ses élèves ; Selon Guy Brousseau (1998), l'enseignant « doit choisir une organisation permettant aux élèves d'être pleinement responsables de la solution du problème et autonomes dans la recherche de solution ». Il s'agit de la dévolution du problème, aussi appelée phase de motivation : « L'enseignant ne doit pas exprimer sa volonté ni son objectif puisque l'élève doit pas agir pour répondre à un souhait de l'enseignant mais bien parce qu'il se sera approprié le problème ».

Vers la fin d'une séance de recherche, il semble important d'organiser une mise en commun et non une correction ; Dominique Verdenne (2010) indique que la mise en commun, en particulier pour les problèmes ouverts, est préférable :

- Une correction consiste à aboutir au corrigé, à la solution (conséquence : les élèves croient à une « résolution » unique dont il faut s'approcher le plus possible)
- Une mise en commun consiste à inventorier les « résolutions », débattre de leur validité, conduit les élèves à argumenter et à comparer (conséquence : la diversité est possible)

Enfin, l'institutionnalisation (G. Brousseau, 1998), menée par le professeur à l'issue de la mise en commun, est fondamentale : elle consiste à diffuser la trace orale et surtout écrite de ce que les élèves doivent retenir de la séance de recherche (connaissances, savoirs, méthodes), et qui fera désormais référence ; Il n'est pas toujours possible de la mener en fin de séance (par manque de temps) : elle peut alors se faire en différé (support écrit rédigé par le professeur, pouvant se baser sur des productions / solutions élèves particulièrement intéressantes).

De nombreuses études par des professeurs-chercheurs et des didacticiens ont abordé concrètement la question de l'organisation des séances de recherche (R. Douady (1986), R. Charnay (1993), J. Truchet (1994), G. Brousseau (1994, 1998, 2007), A. Pressiat (2003), I. Bloch (2005, 2009), G. Kosyvas (2010, 2013)).

D'autres expérimentations ont été détaillées dans le cadre de thèses ou mémoires professionnels (I. Marfaing (2013), L. Beligné (2015)). Plusieurs groupes académiques d'enseignants ont également construit et diffusé des fiches méthodologiques pour la gestion en classe des problèmes ouverts.

On retient de ces lectures des pistes de construction de chronologie de séances de recherche, qui semblent faire consensus :

1. Un temps de recherche individuelle est indispensable aux élèves (10 minutes au moins, sans intervention de l'enseignant)
2. Un temps de bilan intermédiaire peut être mené par l'enseignant (accélération du temps didactique, remotivation des élèves) ; La suite des modalités dépend des observations de l'enseignant
3. Il semble admis qu'un temps de travail en groupe soit indispensable (premières confrontations des essais et résolutions, et également soutien / relance par les pairs pour des élèves qui seraient en difficulté face au problème posé)
4. Une mise en commun est importante, avant la fin de séance (privilégiant l'exposé et l'argumentation, par les élèves, des pistes qu'ils ont suivies)
5. Une institutionnalisation est enfin indispensable, si possible en clôture de séance, sinon en différé

(Lors des temps n°1, 2 et 3, des aides méthodologiques peuvent être apportées par l'enseignant (mais pas de connaissance ou de techniques de résolution)).

Enfin, directement inspirée des multiples intérêts à pratiquer très régulièrement des activités de recherche sur problème ouvert (P. Meirieu (1987), A. Robert et M. Rogalski (2002), G. Kozyvas (2010)), on parle à présent de l'intérêt de la ritualisation de la « pratique mathématique » (calcul, activités mentales, résolution de problèmes ...).

Cette ritualisation est de nouveau fortement conseillée pour les cycles 1 à 4 (notamment depuis 2012), fait l'objet de recherches et publications sur l'ensemble des sites académiques français.

1.4.4 Evaluation des productions d'élèves

Ce point est sensible, car il s'agit pour l'enseignant d'évaluer le plus objectivement possible les productions, tout en valorisant les essais inaboutis, les tentatives, les résultats partiellement justes, indépendamment peut-être de la forme et du soin des écrits ... et inciter les élèves à recommencer une prochaine fois en ayant envie de résoudre.

Au cours de son intervention à l'APMEP en 2009, Xavier Sorbe indique : « (...) Il faut favoriser les « écrits intermédiaires » des élèves (...) pour les inciter à faire part de leurs raisonnements même inaboutis. C'est ensuite au professeur d'avoir une analyse fine de ces écrits afin de valoriser les réussites partielles et d'amener les élèves à progresser sur les points non réussis».

L'évaluation « classiquement » utilisée doit donc être adaptée, en vue de valoriser les essais, fruits de la réflexion des élèves, et réalisés en autonomie.

Plusieurs groupes académiques d'enseignants (Académies de Créteil (2015), Montpellier (2013) et Toulouse (2012), notamment) ont depuis produit des documents ressources et outils d'évaluation des problèmes ouverts à prise d'initiative.

Nous retenons de ces lectures que :

- l'évaluation par compétences est une piste
- tout comme l'adaptation d'un barème chiffré spécifique, destiné à tenir compte de la recherche et pas seulement du résultat. Ce barème, ou grille d'évaluation, doit être lisible pour les élèves (fait partie de l'enseignement explicite)
- l'autoévaluation peut être un plus : partie intégrante de l'évaluation formative, elle permet de travailler à la fois sur le déni et sur la dévaluation de soi. Par ailleurs, en étant basée sur une grille d'évaluation précise, elle contribue à rendre explicite aux élèves ce qui est attendu d'eux en termes de connaissances, compétences, et comportement.

2 Problématique

A la lecture des ouvrages choisis pour la rédaction de «l'état de l'art», nous nous sommes posé plusieurs questions en lien avec l'engagement de nos élèves actuels dans la démarche de recherche :

- Quel « enseignement » mener au quotidien, à la fois fidèle aux « programmes officiels » en termes de connaissances mathématiques et maîtrise d'exercices-type, mais aussi adapté à la prise d'initiative et au goût de la recherche ?
- Comment préparer les élèves ? Avec quels problèmes ? Avec quelle méthodologie ? Avec quelle temporalité ?
- Quelle progression attendue, et comment la mesurer ?

Nous choisissons de résumer ces interrogations sous cette forme :

En quoi un rituel structuré de recherche de problèmes à prise d'initiative favorise-t-il l'engagement, la motivation et la progression des élèves ?

Nous décidons alors de mener une expérimentation basée sur les trois hypothèses suivantes :

- 1) **Un rituel structuré permettra aux élèves d'estomper leur peur de la « feuille blanche » et leur crainte de la non-résolution complète du problème posé**
- 2) **Un rituel structuré permettra de donner des repères aux élèves, de les faire progresser, d'ancrer des pratiques et des stratégies**
- 3) **Un rituel structuré permettra d'accroître la motivation des élèves à chercher et trouver (même partiellement) des réponses au problème posé**

3 Expérimentation - Méthode

Nous retenons dans ce mémoire les caractéristiques de l'IREM de Lyon, indiquées en 1.2.1 : problèmes ouverts, et à prise d'initiatives. Nous excluons les « tâches complexes » du champ d'étude (des narrations de recherche pouvant être proposées de manière complémentaire).

Pour répondre à chacune des trois hypothèses précédemment retenues, nous allons organiser une expérimentation auprès de nos élèves permettant, par le choix de certains observables, de valider ou non ces hypothèses.

Avant de caler définitivement une méthodologie d'expérimentation, nous avons tout d'abord enquêté auprès de professeurs actuellement en exercice.

3.1 Préambule : Organisation d'une enquête interne, analyse des résultats, et choix pédagogiques pour notre expérimentation

Une enquête portant sur la prise d'initiative des élèves a été menée en décembre 2017 auprès d'enseignants en Mathématiques, exerçant en collège public (certains en Education Prioritaire, d'autres pas) : 39 professeurs y ont participé. Les questions posées, les points saillants des réponses et leur analyse figurent en Annexe 1.

Les résultats de cette enquête sont cohérents avec les constats majeurs relevés en première partie de ce mémoire (types de difficultés rencontrées par les élèves, et principales pistes d'amélioration). Ils confirment également l'intérêt d'une ritualisation de la pratique des problèmes ouverts.

Nous **confirmons donc ici notre problématique centrée sur la ritualisation**, en tant que levier pour travailler avec les élèves sur leur peur et leur motivation, et en tant qu'outil pour leur donner des repères et stratégies de résolution.

Enfin, les résultats de l'enquête, associés la revue de pratiques didactiques citées en 1.4 nous incitent à **expérimenter cette ritualisation en veillant particulièrement aux quatre aspects suivants** :

- Attitude de l'enseignante au fil de l'année et « préparation » des élèves
- Organisation de séances spécifiques de recherche
- Choix des problèmes ouverts soumis aux élèves
- Evaluation des travaux des élèves.

Nous donnons ci-après un tableau présentant, pour chacune des trois hypothèses retenues, les choix pédagogiques faits (méthode, précautions, conditions « a priori » de réussite), les raisons de ces choix, et les observables qui seront étudiés et analysés.

Hypothèse 1) : Un rituel structuré permettra aux élèves d'estomper leur peur de la « feuille blanche » et de la non-résolution complète du problème posé. *Thème sous-jacent : Peur des élèves face à une situation de recherche non guidée, et blocage de l'écrit.*

Choix pédagogiques correspondants	Raison de ces choix	Observables
<p>Mise en place de « séances de recherche » dédiées, selon une chronologie identique</p> <p>Outils mis à disposition des élèves : présentation et explicitation des attendus en termes d'attitude durant une phase de recherche (avec distribution d'un guide-conseils)</p>	<p>Sécurisation des élèves dans un cadre stable, et de manière explicite</p> <p>« Guide » pour les aider et les rassurer quand rien (a priori) n'est guidé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • préciser aux élèves ce que l'on attend d'eux • ce qu'ils ont le droit de faire (essais, erreurs, schémas, ratures) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les élèves semblent-ils « à l'aise » ? • font-ils des essais ? • semblent-ils investis ? • s'engagent-ils rapidement ? <p>+ Quelle évolution dans le temps ?</p>
<p><u>Attitude du professeur</u> (au quotidien) :</p> <p>Accueillir « de façon normale et bienveillante » les erreurs, et en s'y appuyant.</p> <p>Inciter et mettre en évidence la pluralité des résolutions possibles, en particulier lorsqu'elles viennent des élèves eux-mêmes</p> <p>Lors des séances de problèmes ouverts, laisser dans un 1^{er} temps les élèves chercher, sans les guider ni répondre à leurs questions</p>	<p>Accueil des erreurs : fondamental dans la prise de confiance</p> <p>La mise en avant, à chaque fois que possible, d'existence de démarches différentes mais valables, permet de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • casser des croyances d'élèves (« il n'y a qu'une seule façon juste de faire », logique « juste-faux ») • sortir l'enseignante de la posture « pourvoyeur unique de vérité » <p>→ l'élève gagne en confiance en lui</p> <p>→ et il gagne en autonomie (sera moins en « attente de LA solution »)</p> <p>Cela permet aux élèves de « vivre avec des doutes » et les dépasser</p>	<p>Les élèves osent-ils donner leurs idées, à l'écrit ou à l'oral ?</p> <p>Les élèves semblent-ils confiants ?</p> <p>Les élèves sont-ils autonomes ?</p>

Choix pédagogiques correspondants	Raison de ces choix	Observables
<p>« Entraîner » régulièrement » les élèves à la recherche</p> <ul style="list-style-type: none"> à l'occasion des séances dédiées plus largement de façon quotidienne et intégrée au déroulement normal des cours 	<p>Importance de « dédramatiser » l'action de chercher :</p> <ul style="list-style-type: none"> recours à des jeux (plaisir de jouer → les élèves ressentent moins difficilement l'effort demandé), énigmes mathématiques, bonus « recherche », participation à concours mathématiques → Engagement, stratégies et créativité susciter régulièrement réflexion et argumentation (« qu'en pensez-vous ? »), organiser des mises en commun, des débats, proposer des narrations de recherche sur des sujets attractifs <ul style="list-style-type: none"> → les élèves produisent des écrits (même imparfaits) sans s'attacher à la forme (écriture, fautes, ratures) → favorise aussi le travail sur l'erreur. 	
<p>Valoriser tous les essais et écrits (y compris des tentatives qu'un élève pourrait faire sur un « brouillon ») via un cahier de recherche dédié (pour les séances dédiées).</p>	<p>Cahier de recherche où tout est consigné = Place et importance du « brouillon » au sein-même du cahier :</p> <ul style="list-style-type: none"> travail « non privé » de l'élève (intéressant pour le professeur : tentatives justes, cheminement et raisonnement de l'élève) support pour l'élève (essayer, se rendre compte d'une erreur, reprendre, rectifier, organiser sa recherche) sorte de « mémoire transitoire de l'élève » en cours de résolution du problème 	<p>Les élèves utilisent-ils volontiers ce « brouillon », sans effacer leurs essais ?</p>
<p>Adapter l'évaluation</p> <p>Mise en place d'une évaluation adaptée aux travaux faits lors des séances dédiées, qui ne sera pas intégrée aux bulletins trimestriels</p>	<p>Mode d'évaluation explicite pour l'élève :</p> <ul style="list-style-type: none"> grille identique, distribuée à chaque problème ouvert évaluation et autoévaluation <p>Travail pas « noté comme d'habitude » :</p> <ul style="list-style-type: none"> permet de diminuer l'appréhension chez l'élève l'incite à essayer et tester des pistes sans craindre l'impact d'une note sur le bulletin de fin de trimestre permet de montrer aux élèves que les essais et la recherche comptent autant (plus ?) qu'un résultat 	<ul style="list-style-type: none"> Comment réagissent les élèves face à leurs travaux évalués ? S'autoévaluent-ils ? Les autoévaluations sont-elles cohérentes avec les évaluations ?

Hypothèse 2) : Un rituel structuré permettra de donner des repères aux élèves, de les faire progresser, d'ancrer des pratiques et des stratégies. *Thème sous-jacent : Utilisation par les élèves de stratégies de résolution, et amélioration de la qualité des résultats obtenus.*

Choix pédagogiques correspondants	Raison de ces choix	Observables
Mise en place de « séances de recherche » dédiées , selon une chronologie identique d'une fois à l'autre	Rituel structuré et présence de repères permettant aux élèves de : <ul style="list-style-type: none"> • mieux appréhender ce que l'on attend d'eux • progressivement mettre en place des stratégies efficaces 	Les élèves : <ul style="list-style-type: none"> • utilisent-ils le guide ? • pratiquent-ils la schématisation ? • Font-ils les essais écrits, des narrations ? • Procèdent-ils par du tâtonnement ? • Fournissent-ils des justifications ? Indiquent-ils leurs conjectures, leur raisonnement?
Mise en place d'un « cahier de recherche » dédié	Le cahier constitue des repères propres à chacun. Les élèves : <ul style="list-style-type: none"> • gardent trace de tous leurs travaux précédents • peuvent s'y référer face à un problème nouveau 	
Le « guide-conseils » est collé en début de cahier	Les élèves peuvent s'y référer dès qu'ils le souhaitent	
Mise en place d'une évaluation adaptée à ces travaux	Evaluation spécifique identique d'une fois à l'autre : <ul style="list-style-type: none"> • feuilles de notation collées en fin de chaque problème • repères permettant aux élèves de savoir sur quoi progresser 	Quels résultats des élèves ? (attitude, notes de leurs travaux, positionnement en termes de compétences)

Hypothèse 3) : Un rituel structuré permettra d'accroître la motivation des élèves à chercher et trouver (même partiellement) des réponses au problème posé. *Thème sous-jacent : envie chez les élèves à s'engager et à réellement essayer de résoudre les problèmes posés.*

Choix pédagogiques correspondants	Raison de ces choix	Observables
Une chronologie identique est proposée d'une séance à l'autre	Sécurisation et explicitation : permet aux élèves de progresser	<ul style="list-style-type: none"> • Les élèves sont-ils engagés ? • Sont-ils dans l'effort individuel ? • Travaillent-ils collectivement de façon positive ? • Participent-ils lors de la mise en commun ?
Choix de problèmes ouverts à prise d'initiative sur des situations attrayantes et ayant du sens pour les élèves	<ul style="list-style-type: none"> • Importance du fond (sens pour les élèves, vécu des élèves ; et libellés de façon simple → situation-problème accessible) • Importance de la forme (sujet amusant, variété de supports) 	

3.2 Procédure d'expérimentation : Participants

L'expérimentation a été menée sur deux classes de 5^{ème} du collège des Saules (Eybens) ; La période d'étude s'est déroulée de janvier à avril 2018 :

- 51 élèves en tout (25 dans une classe, 26 dans l'autre), soit 25 filles et 26 garçons. Ces élèves résident tous autour de l'établissement (collège de secteur), et proviennent de milieux socio-culturels très différents (population mixée)
- 41 d'entre eux sont dans l'année de leurs 13 ans (nés en 2005), 8 sont plus âgés (4 garçons et 4 filles, nés en 2004), et 2 ont un an d'avance (2 garçons, nés en 2006)
- 10 d'entre eux ont un PAP (troubles « dys » avérés et suivis) : 4 garçons et 6 filles
- Deux d'entre eux sont en décrochage (un garçon présent qu'au tout début de l'expérimentation, et une fille quasiment déscolarisée et ne sachant par ailleurs pas lire).

Le tableau ci-dessous rassemble ces différentes données :

	Nés en 2004	Nés en 2005	Nés en 2006	Total
Filles	4 (dont 3 avec un PAP et 1 en décrochage)	21 (dont 3 avec un PAP)	0	25
Garçons	4 (dont 1 avec un PAP et 1 en décrochage)	20 (dont 3 avec un PAP)	2	26
Total	8	41	2	51

Nous avons également examiné la répartition des élèves vis-à-vis de la moyenne générale de chaque classe en mathématiques, 1^{er} et 2^{ème} trimestres cumulés. En voici une présentation :

	Moyenne inférieure à la moyenne générale	Moyenne proche la moyenne générale	Moyenne supérieure à la moyenne générale	Total
Filles	12 (dont 3 avec un PAP et nées en 2004, dont 1 en décrochage et née en 2004, dont 2 avec un PAP et nées en 2005)	0	13 (dont une avec un PAP et née en 2005)	25
Garçons	10 (dont 1 avec un PAP et né en 2004, dont 2 autres nés en 2004, dont 3 avec un PAP et nés en 2005)	7 (dont 1 né en 2004 et désormais en décrochage)	9	26
Total	22	7	22	51

3.3 Procédure d'expérimentation : Préparation à la mise en œuvre

3.3.1 Travaux d'élèves, préalables à l'expérimentation

Des activités ont été proposées aux élèves, en amont de l'expérimentation ou pendant la période d'expérimentation (mais alors, de façon déconnectée de l'expérimentation) (voir Annexe 2) :

- Des énigmes mathématiques ont été régulièrement données, dès le début de l'année scolaire, pour mettre les élèves en activité
- Un problème ouvert a été utilisé pour introduire le calcul littéral (novembre 2017)
- Deux narrations de recherche ont été données (devoirs maison décembre 2017, février 2018)
- Dès le début de l'année, des exercices « bonus » (questions ouvertes, énigmes) ont été proposés en fin de certains devoirs surveillés

3.3.2 Préparation documentaire : Documents pour le professeur

Pour préparer nos observations d'élèves et l'évaluation de leurs travaux nous avons créé :

1. **Une grille d'observation**, permettant de saisir les données d'observables lors des séances de recherche. Nous avons choisi de privilégier l'observation des attitudes et comportement des élèves (engagement, autonomie, collaboration). Cette grille figure en Annexe 4, avec le mode de collecte des données observées et les commentaires détaillés quant à son utilisation.
2. **Une grille d'évaluation spécifique**. Nous avons choisi d'évaluer de deux manières :
 - Par une note (sur 20) selon un barème spécifique ventilé sur 15 items. Nous avons choisi de privilégier l'engagement des élèves, les essais, ébauches de rédaction, la collaboration, l'esprit critique. Seuls 3 points sur 20 sont en lien direct avec la justesse mathématique des résultats obtenus
 - Et par compétences (5 compétences retenues, évaluées sur 4 niveaux de maîtrise) :
 - Essayer, tester, réaliser, manipuler, mesurer, calculer
 - Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale, démontrer
 - Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus, communiquer
 - Etre autonome dans son travail
 - Respecter les règles de vie de classe et respecter autrui

Nous avons donc, par cette double-évaluation adaptée, choisi de privilégier l'engagement, les efforts de recherche menés par les élèves et la mise à l'écrit de leurs travaux, plutôt que la qualité purement mathématique des résultats obtenus.

Cette grille figure en Annexe 5, avec le barème précis appliqué et les commentaires détaillés quant à son utilisation. Notons qu'elle est également proposée aux élèves pour autoévaluation. Ensuite, pour préparer la future analyse de cette expérimentation, une feuille de suivi globale a été créée, rassemblant tous les résultats d'élèves (voir Annexe 6).

Enfin, pour chacun des sept problèmes, nous avons réfléchi, en préparant la séance, aux difficultés susceptibles d'être rencontrées par élèves, aux différents résultats qu'ils pourront trouver les élèves (résultats justes, ou erreurs), et avons tenté d'anticiper des « coups de pouce » possibles. Cette analyse « a priori » figure dans les paragraphes 3.4.1 et 3.5.

3.3.3 Préparation documentaire : Documents pour les élèves

La séance précédant la première séance de recherche a été une séance préparatoire : des conseils « d'attitude » face à un problème ouvert ont été données aux élèves, par le biais d'un « guide-conseils » créé à cet effet (voir Annexe 3). Il ne s'agit en aucune façon d'une méthode (ce qui reviendrait à « rigidifier » la démarche de chacun) : les élèves en ont pris connaissance en classe, et ont pu poser toutes les questions nécessaires à sa compréhension.

Les élèves ont acheté un cahier spécifique, que nous avons intitulé « cahier de recherche », et le guide-conseils a été collé à l'intérieur, en première page.

Lors la partie « expérimentation » proprement dite, à chacune des séances, les documents suivants ont été distribués à chaque élève et ont été collés dans les cahiers :

- énoncé du problème posé (sauf quand le support était une vidéo)
- grille d'évaluation / autoévaluation, décrite précédemment

3.4 Procédure d'expérimentation : Mise en œuvre

3.4.1 Problèmes ouverts choisis, et analyse « a priori » de ces problèmes sur le plan des connaissances mathématiques

Pour les séances de recherche dédiées à l'expérimentation, nous avons constitué une banque de problèmes ouverts (voir références dans la bibliographie) issue de sources fiables et d'utilisation reconnue par d'autres professeurs. Nous avons alors sélectionné, au sein de cette banque, sept problèmes ouverts (selon les critères définis par l'IREM Lyon), retenus par rapport à :

- leur niveau de difficulté, compatible a priori avec le niveau, en cours d'année scolaire, d'élèves de 5^{ème} (et des nôtres en particulier)
- leur possible résolution sans faire appel à des connaissances mathématiques spécifiques, pouvant donc être donnés indépendamment des séquences déjà étudiées en cours

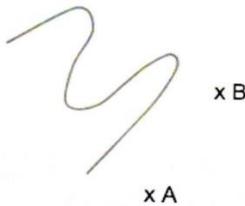
Les énoncés, dans l'ordre retenu pour cette expérimentation, figurent ci-après (les sources complètes figurent dans les références de la bibliographie).

Problème 1 : Le cœur

Caroline est invitée à fêter les 80 ans de sa grand'mère. Elle se demande combien de battements le cœur de sa grand'mère a effectué dans toute sa vie. Comment ferais-tu à sa place ?

Problème 2 : Ligne et cercle

Place, sur la ligne dessinée ci-dessous, le centre d'un cercle passant par les deux points A et B :



Problème 3 : (Vidéo) Problème Dudu n°4.2 : Le tour de magie

Problème 4 : La ferme

Dans la cour d'une ferme, il y a des poules et des lapins. J'ai pu compter 91 têtes. J'ai compté aussi 324 pattes. Tous les animaux sont normaux. Pourrais-tu trouver le nombre de poules ? Le nombre de lapins ?

Problème 5 : Les bonbons

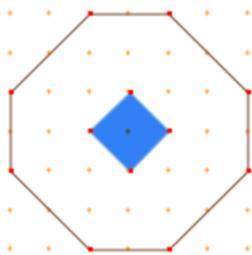
Juliette réceptionne trois caisses étiquetées : l'une contient des bonbons à la menthe, une autre des bonbons à l'anis, et la troisième un mélange de bonbons à la menthe et de bonbons à l'anis. On la prévient que toutes les caisses sont mal étiquetées : elle doit donc arriver à les ré-étiqueter.

Quelle stratégie proposes-tu pour y arriver, et en piochant un minimum de bonbons ?

Problème 6 : (Vidéo) Problème Dudu n°4.28 : La règle à calculer

Problème 7 : Le kiosque

Dans un village du Midi, il y a une place octogonale, et au milieu de cette place se trouve un kiosque carré. L'aire (totale) de la place est de 560 m^2 . Quelle est l'aire occupée par le kiosque ?



Nous avons choisi de varier les thèmes mathématiques abordés, et de varier la forme des sujets (énoncés écrits, ou en vidéos). Nous indiquons ci-après les raisons de ces choix, en présentant les problèmes par type et « sous-catégorie mathématique », et en proposant pour chaque problème une « analyse a priori » succincte.

Sous-catégorie	N° problème	Raisons de ces choix et analyse a priori	
		Fond	Forme
Problème « Peu mathématique »			
Aucune connaissance mathématique particulière	1 (le cœur)	Ce problème nous a paru simple pour démarrer l'expérimentation Nécessite de modéliser (avec hypothèses réalistes). Raisonnement déductif.	Problème très ouvert, énoncé simple, qui a du sens pour les élèves Lien avec vécu des élèves : vie courante + éventuellement connaissances en SVT, EPS
Logique	5 (les bonbons)	A la fois raisonnement déductif et déductif et inductif Nécessite d'élaborer une stratégie. Idée de solution optimisée Lien avec statistiques/probabilités (que les élèves ne connaissent pas de manière mathématique)	Problème ouvert mais question moins ouverte. Enoncé peu simple et plutôt long (prévoir de préciser certains mots) A du sens pour les élèves. Lien possible avec vécu des élèves, mais présente des contraintes non réelles pour eux → (imagination, mais possibles tentatives de contournement de ces contraintes)
Problème « avec calculs et nécessitant de maîtriser des techniques opératoires »			
Dénombrement	4 (la ferme)	Raisonnement déductif Techniques de résolutions possibles très variées : essais-erreurs avec tâtonnement « au hasard », essais-erreurs plus élaborés (type méthode par balayage voire sans le savoir dichotomie), voire même prémices de mise en équation (avec résolution par substitution)	Lien possible avec vécu des élèves (animaux familiers), mais présente là-aussi une question « inversée » par rapport aux habitudes → moins de sens
Opérations	6 (vidéo « la règle à calculer »)	Au-delà des opérations gains-pertes à mener de façon juste, fait travailler : <ul style="list-style-type: none"> • Raisonnement déductif • Sens critique • Prise de recul 	Vidéo drôle Problème et question très ouverts (« qu'en penses-tu ? ») A du sens pour les élèves, et en lien avec leur vécu quotidien

Sous-catégorie	N° problème	Raisons de ces choix et analyse a priori	
		Fond	Forme
Programme de calcul, introduction au calcul littéral	3 (vidéo « le tour de magie »)	<p>Analogie avec un programme de calcul</p> <p>Les élèves vont essayer avec un ou plusieurs nombres. Raisonnement inductif. Lien avec le calcul littéral (qu'ils auront déjà « un peu » pratiqué).</p> <p>Partage autour de la question de « la magie »</p>	<p>Vidéo drôle</p> <p>A du sens pour les élèves et en lien avec leur vécu quotidien et personnel</p>
Problème « de géométrie »			
Géométrie plane (cercle, droite, médiatrice, intersections)	2 (ligne et cercle)	<p>Problème très mathématique</p> <p>Techniques de résolutions possibles très variées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Essais-erreurs avec tâtonnement « au hasard », ou plus élaborées. • Certains élèves peuvent se souvenir de ce qu'ils ont vu en 6^{ème} et résoudre ainsi rapidement et précisément par raisonnement déductif (médiatrice de [AB] – non revue quand le problème a été donné) 	<p>Ne présente pas d'analogie de vécu ni de sens particulier pour les élèves. Mais son énoncé simple constitue un défi pour eux</p>
Géométrie plane (aires)	7 (le kiosque)	<p>Problème le plus riche au niveau mathématique : nous a paru indiqué pour clore l'expérimentation car nécessite des connaissances mathématiques, de la stratégie, et de l'engagement sur la durée.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nécessite de représenter la situation (partiellement modélisée : schéma) • Nécessite de continuer à modéliser (de façon libre). Fait potentiellement appel à une optimisation du quadrillage choisi. • Raisonnement déductif • Connaissances mathématiques : fait appel au calcul d'aire sans formule (comptage tel qu'utilisé dès la primaire et en 6^{ème}), nécessite de manier des unités (de longueur, d'aire), et d'utiliser la proportionnalité 	<p>Ce problème a du sens pour les élèves, mais ne renvoie pas à un vécu quotidien pour eux.</p> <p>Les phrases sont simples (prévoir d'explicitier certains mots néanmoins), l'énoncé est court, la question est précise (non ouverte) mais la méthode de résolution l'est complètement.</p>

3.4.2 Organisation concrète globale, et chronologie de chaque séance

Les sept problèmes ouverts préalablement choisis ont été posés aux élèves, au rythme d'un par semaine (hors vacances), lors de séances en demi-groupe. A chaque problème correspond donc une séance dédiée.

Voici l'organisation retenue et appliquée pour chacune des sept séances :

- Les élèves ont écrit sur leur cahier de recherche individuel, aussi bien les essais que des travaux rédigés ou plus aboutis
- Les élèves ont été observés par le professeur durant chaque séance (selon la grille d'observation), aussi bien lors des phases individuelles que collectives
- Les cahiers ont été relevés en fin de chaque séance, les travaux notés (note et compétences) selon la grille d'évaluation spécifique ; Avec cette même grille, les élèves se sont autoévalués juste avant de rendre leur cahier.

L'organisation suivante a été suivie à chaque séance, selon une chronologie identique :

1. Distribution du sujet (énoncé sous forme écrite classique, ou sous forme de vidéo) et de la grille d'évaluation, et lecture (ou écoute) individuelle [*environ 5 minutes*]
2. Temps de recherche individuelle écrite (reformulation, schématisation, essais, tâtonnement, démarrage de calculs, démarrage d'une rédaction) [*environ 15 minutes*]
3. Temps de travail par groupe (groupes variables d'une séance à l'autre, mais toujours constitués – sauf cas exceptionnel – de trois élèves) : mise en commun des questionnements, stratégies, poursuite de réflexion [*environ 10 minutes*]
4. Retour à un temps individuel pour finaliser la rédaction suite aux échanges en groupe [*environ 10 minutes*]
5. Mise en commun organisée par le professeur (contribution de tous, débats, pistes de solution) [*environ 10 minutes*]

(L'institutionnalisation a toujours eu lieu en différé [séance suivante]).

Chaque résolution de problème ouvert a donc été observée et évaluée, permettant de voir pour chacun la progression au fil des séances. Tout a été consigné dans la feuille de suivi globale.

3.4.3 Posture de l'enseignante, posture des élèves

Au niveau de la posture durant les séances de recherche, tant celle des élèves que la nôtre (enseignante), nous avons particulièrement veillé aux caractéristiques suivantes

Du côté du professeur :

- Rassurer autant que de besoin les élèves : ne pas avoir peur de chercher, de se tromper, essayer pour ne pas avoir de cahier vide
- Ne pas apporter de connaissances mathématiques (uniquement d'un point de vue méthodologique), les laisser en autonomie didactique, regarder les cahiers, observer écouter les élèves
- Aider éventuellement (en l'indiquant dans la grille d'observation), mais par questions ; faire des gestes d'ajustement suite à des constats de difficulté récurrents et/ou touchant plusieurs élèves : tout ceci pour permettre d'accélérer le temps didactique (un guidage discret vise à maintenir un engagement positif et constructif de tous les élèves)
- Puis organiser une mise en commun basée sur la prise en compte des propositions personnelles des élèves (et les faire intervenir, expliquer aux autres), faire émerger un bilan, en favorisant les différentes techniques (et apprendre à chercher de différentes façons). Privilégier les solutions-élèves. Il peut y avoir une présentation de plusieurs méthodes au tableau

Du côté des élèves :

Une grande liberté leur est laissée. L'enseignante leur demande d'avoir un comportement respectueux, une attitude de travail, et de respecter la chronologie de séance. La seule « consigne d'interdiction » est de garder trace de tout leur travail, et donc de ne pas effacer quoi que ce soit dans leur cahier.

3.5 Analyse a priori

L'analyse a priori des problèmes (analyse mathématique de chaque problème) ayant été présentée au paragraphe précédent (3.4.1), nous avons procédé à une analyse a priori plus générale, axée sur :

- Quelques difficultés génériques que nous nous attendons à trouver chez nos élèves, (issues des lectures sur le sujet des problèmes ouverts) : manque d'autonomie, peur de se lancer ou d'écrire, disparités des réussites, erreurs ou blocages
- Des difficultés potentielles sur les champs de la gestion (de classe, de groupes, de séance (temps notamment)), et sur la posture enseignante à tenir
- Impacts de certains choix didactiques, et biais potentiels sur les futurs résultats

Ces points seront développés et analysés en paragraphe 5 (analyse des résultats, a posteriori).

4 Résultats et Analyse

4.1 Recueil des résultats, choix des indicateurs globaux, calculs de valeurs

Pour chacun des sept problèmes, nous avons recueilli les résultats des recherches des élèves et les avons collectés (voir feuille de collecte), sur la base de trois sources d'information : la grille d'observation (remplie en séance), l'analyse des travaux écrits des élèves (sur les cahiers de recherche), et l'évaluation de ceux-ci (double évaluation : note et compétences). On dispose donc, pour chaque élève à chaque problème, des indicateurs (caractères) à qui sont affectées des valeurs. Ces indicateurs sont de trois types :

- « O » : Indicateurs d'Observation, issus de la grille d'observation. De O1 à O9 : la valeur de chaque indicateur est fonction de la réponse (« oui » → 0 et « non » → 1). L'indicateur global O est défini par :
$$O = 2 \left(10 - \sum_{i=1}^9 O_i \right) ; \text{ Les } O_i \text{ valent tous } 0 \text{ ou } 1, \text{ sauf } O_9 \text{ (} O_9 \in \mathbb{N} \text{ a priori,}$$

mais en pratique : $O_9 \in 0;5$ et $\sum_{i=1}^9 O_i \in 0;9$). Donc $O \in 2;20$
- « N » : Indicateurs d'évaluation Notée, issus de la grille d'évaluation, partie Note. De N1 à N15 : la valeur de chaque indicateur provient du barème établi. L'indicateur global N est la note sur 20. Donc $N \in [0;20]$
- « C » : Indicateurs d'évaluation par Compétences, issus de la grille d'évaluation, partie Compétences. De C1 à C5 ; la valeur de chaque indicateur correspond au niveau de maîtrise (de 1 ↔ « maîtrise insuffisante, à 4 ↔ « très bonne maîtrise »).
L'indicateur global C est défini par : $C = \sum_{i=1}^5 C_i$ $C \in 5;20$

On obtient ainsi trois valeurs (d'indicateurs, de caractères), globales, chacune sous forme d'une « note sur 20 ». Pour analyser plus finement certains résultats, en lien avec notre problématique et nos trois hypothèses, nous avons cherché à savoir si chaque hypothèse était vérifiée ou non ; Pour cela, nous avons choisi d'étudier en plus, pour chaque hypothèse, un panel spécifique d'indicateurs (voir Annexe 7).

Enfin, nous avons cherché à évaluer tous ces résultats, d'abord pour chaque élève, puis plus globalement par groupes d'élèves catégorisés, encore plus globalement pour chaque classe, et enfin sur l'ensemble des deux classes de 5^{ème}. Notre problématique étant centrée sur la ritualisation, nous avons évalué leur progression entre la séance n°1 et la séance n°7.

Nous choisissons de présenter ces résultats de manière graphique et globale (concernant des collectifs d'élèves) assortis d'un commentaire synthétique.

Populations étudiés et effectifs correspondants :

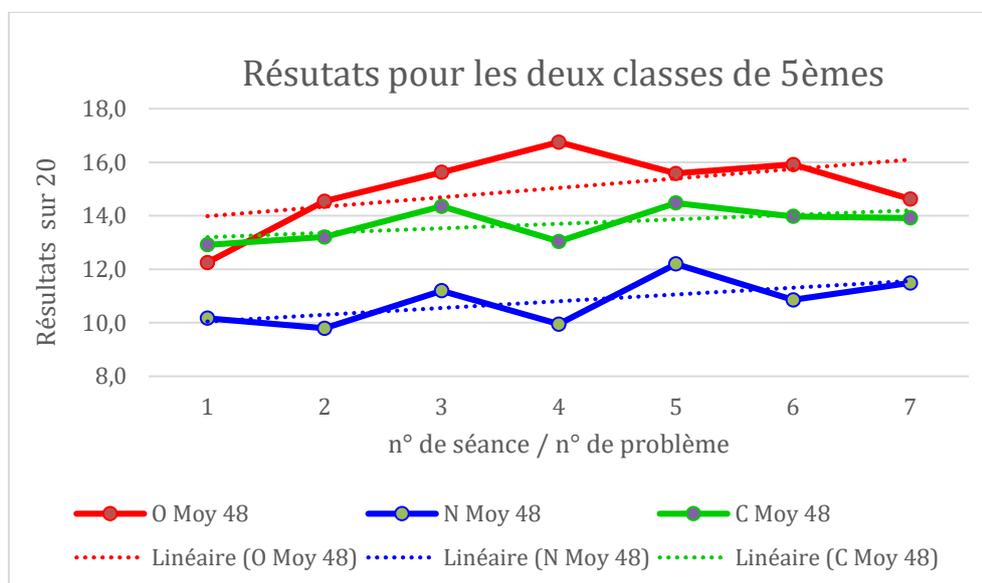
- 5^{ème} C : 24 élèves, par rapport à un effectif initial à 26 (1 élève absentéiste puis en décrochage total : n'est venu qu'à la 1^{ère} séance, et 1 élève qui a essayé d'écrire aux 2 premières séances mais qui a refusé d'écrire et de participer lors des séances 3 à 7)
- 5^{ème} D : 24 élèves par rapport à un effectif initial à 25 (1 élève en décrochage quasi-total, et qui n'est venue à aucune séance de recherche, car en situation d'illettrisme)

L'absence ponctuelle d'élèves a été prise en compte (non-participation aux séances concernées).

4.2 Analyse des résultats globaux

Ci-après quelques résultats globaux (ensemble des deux classes de 5^{ème}, puis pour chacune).

Résultats globaux : trois valeurs (d'indicateurs, i.e. de caractères) O, N, C globales, chacune présentée sous la forme d'une « note sur 20 » :

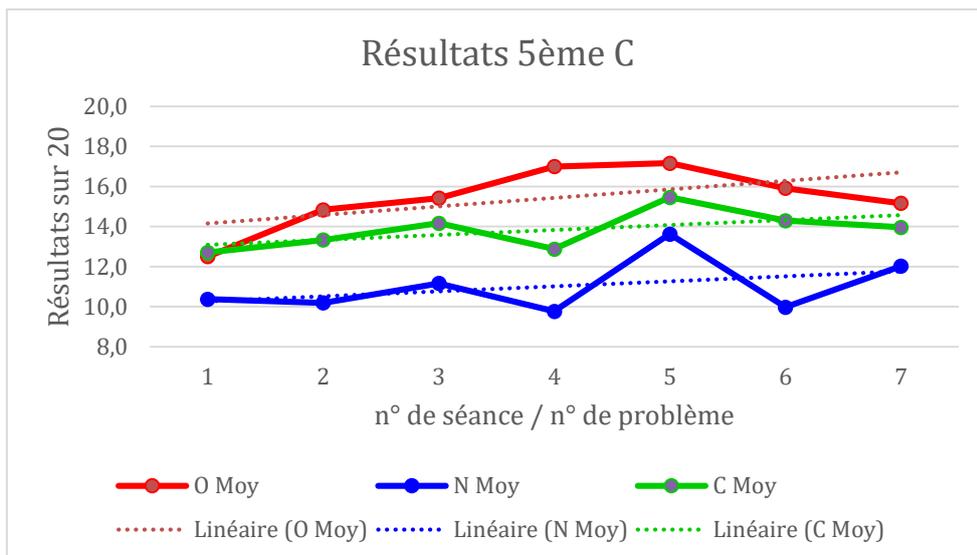


Graphique 1 : (5^{èmes}), Indicateurs globaux O, N et C pour les deux classes de 5^{ème} (effectif de la population = 48)

Les trois courbes ont une tendance croissante (progression), mais qui s'affaïsse à la séance n°7 :

- Evolution forte pour les observations, mais avec un maximum au problème n°4 (croissance forte avant, et décroissance modérée ensuite)
- Evolution modérée pour les notes, mais avec une sensibilité au problème posé (problèmes 3 et 5 bien réussis, problème 4 moins bien réussi)
- Evolution modérée pour les compétences

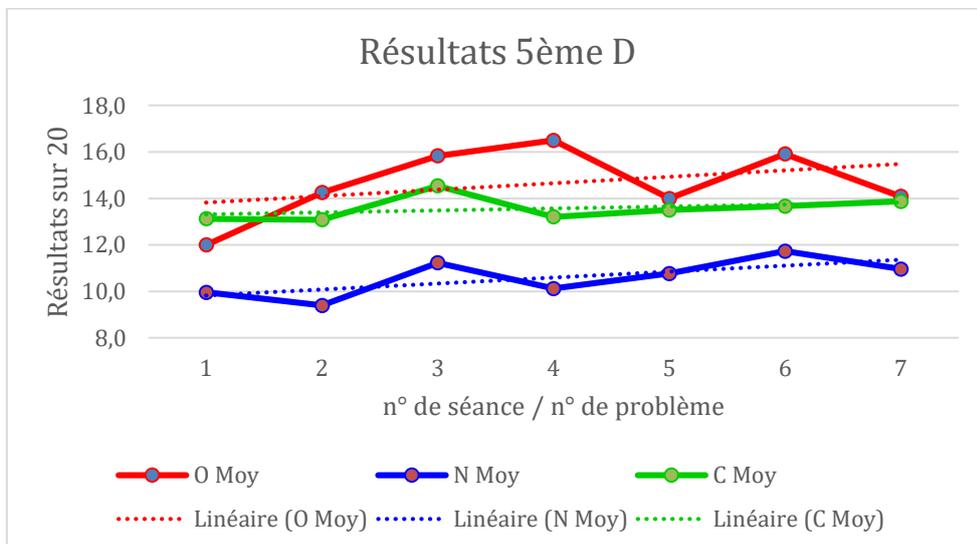
Résultats selon indicateurs globaux O, N et C, pour la 5^{ème} C et la 5^{ème} D (24 élèves / classe) :



Graphique 2 : (5^{ème} C), Indicateurs globaux O, N et C (effectif de la population = 24)

Les courbes ont une tendance croissante (progression), mais qui s'affaisse en séances n°6 et 7:

- Evolution forte pour les observations, avec un maximum aux problèmes n°4 et n°5 (croissance forte avant, et décroissance modérée ensuite)
- Evolution pour les notes, mais une forte sensibilité au problème posé (problème n°5 bien réussi, problèmes n° 2, 4 et 6 moins bien réussis)
- Evolution pour les compétences, avec également une sensibilité au problème posé



Graphique 3 (5^{ème} D), Indicateurs globaux O, N et C (effectif de la population = 24)

Les trois courbes ont une tendance croissante (progression), mais qui s'affaisse à la séance n°7 :

- Evolution forte pour les observations, avec un maximum aux problèmes n°4 (croissance forte avant, et décroissance assez forte et sensible au problème posé ensuite)
- Evolution modérée pour les notes, avec faible sensibilité au problème posé (problème n°3 et 6 bien réussis, problèmes n° 2 et 4 moins bien réussis)
- Evolution pour les compétences, avec une faible sensibilité au problème posé

Ces constats globaux masquent par contre de **fortes disparités d'un élève l'autre, et d'un problème à l'autre** ; Nous proposons d'analyser cela plus finement ci-après, en regardant les trois hypothèses que nous avons formulées dans notre problématique et en utilisant des indicateurs plus précis.

4.3 Analyse des résultats obtenus à la lumière de la 1^{ère} hypothèse

Rappel de la 1^{ère} hypothèse : Un rituel structuré permettra aux élèves d'estomper leur peur de la « feuille blanche » et leur crainte de la non-résolution complète du problème posé

Nous choisissons d'analyser ici les résultats, en utilisant le **panel d'indicateurs n°1** : les indicateurs utilisés ici concernent à la fois **l'engagement des élèves en début de séance** (versus blocage), et **l'existence de traces écrites dans les cahiers** (oser écrire, laisser une trace) :

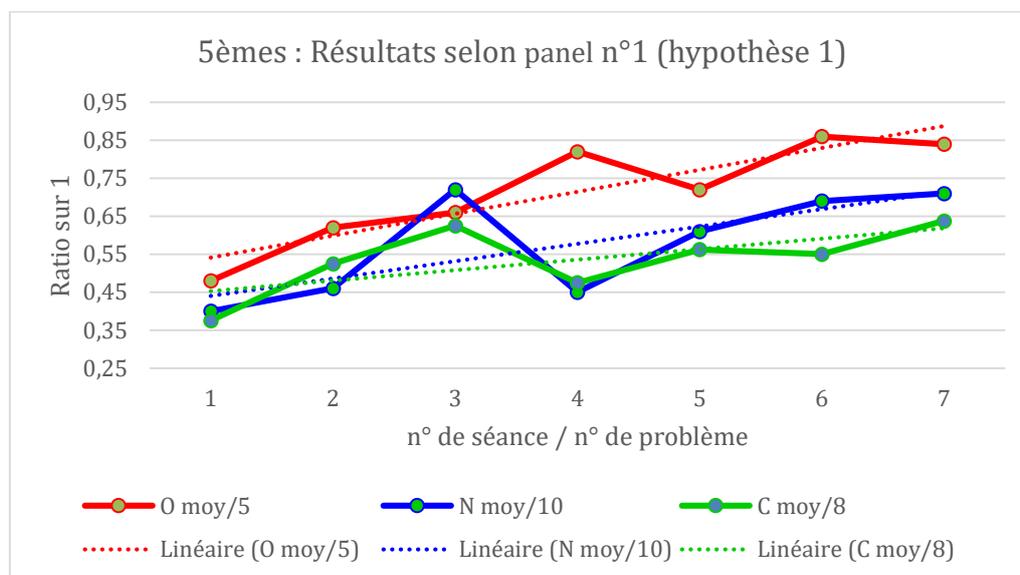
Observation : O1, O2 et O3 (phase 1 individuelle : engagement individuel). Puis O6 et O7 (phase 3 travail individuel : écrire). Total sur 5, rapporté sur 1 par division par 5.

Evaluation notée : N1, N2, N3 et N4 (phase 1 travail individuel et engagement). Puis N7 et N8 (phase 3 travail individuel : écrire). Total sur 10, rapporté sur 1 par division par 10.

Evaluation par compétences : C1 (essayer ... tester ... calculer), puis C3 (communiquer, en lien avec la trace écrite). Total sur 8, rapporté sur 1 par division par 8.

4.3.1 Présentation des principaux résultats

Nous considérons ici les graphiques n°1, 2, 3 précédemment commentés, et le graphique ci-dessous (résultats via indicateurs du panel n°1) :



Graphique 4 : (5èmes), Indicateurs issus du panel n°1 O, N et C pour les deux classes de 5^{ème} (effectif de la population = 48)

Les trois courbes ont une tendance croissante (progression) :

- Evolution très forte pour les observations, avec sensibilité au problème posé et des bons résultats aux problèmes n°4, 6 et 7
- Evolution modérée pour les notes, avec sensibilité au problème posé (problèmes n°3 et 6 et 7 bien réussis, problèmes n° 2 et 4 moins bien réussis)
- Evolution pour les compétences, avec une sensibilité au problème posé (problèmes n°3 et 7 bien réussis, problème n°4 moins bien réussi)

4.3.2 Analyse et conclusion intermédiaire

En moyenne : tous les élèves ont progressé sur leur engagement personnel dans la recherche (en début de séance) et ont réussi à surmonter leur peur de la feuille blanche (ont laissé des écrits de plus en plus riches, sans effacer). Cette progression semble assez peu sensible problème proposé.

- le problème n°3 (premier problème proposé via une vidéo) a eu beaucoup de succès
- le problème n°2 a posé des difficultés d'engagement (problème de géométrie « ligne et cercle », trop « mathématique » sans doute), ainsi que le problème n°4 (problème « la ferme », qui n'avait pas assez de sens, et encore moins de vécu, pour les élèves)

Une analyse des principales hétérogénéités entre élèves est proposée en paragraphe 4.6.

4.4 Analyse des résultats obtenus à la lumière de la 2^{ème} hypothèse

Rappel de la 2^{ème} hypothèse : Un rituel structuré permettra de donner des repères aux élèves, de les faire progresser, d'ancrer des pratiques et des stratégies

Nous choisissons d'analyser ici les résultats, en utilisant le **panel d'indicateurs n°2** : les indicateurs utilisés ici concernent à la fois **l'autonomie des élèves** et leurs **résultats en termes de résolution et « justesse mathématique »** :

Panel n°2 : Indicateurs utilisés (à la fois sur l'autonomie des élèves, et leurs résultats en terme de résolution et « justesse mathématique ») :

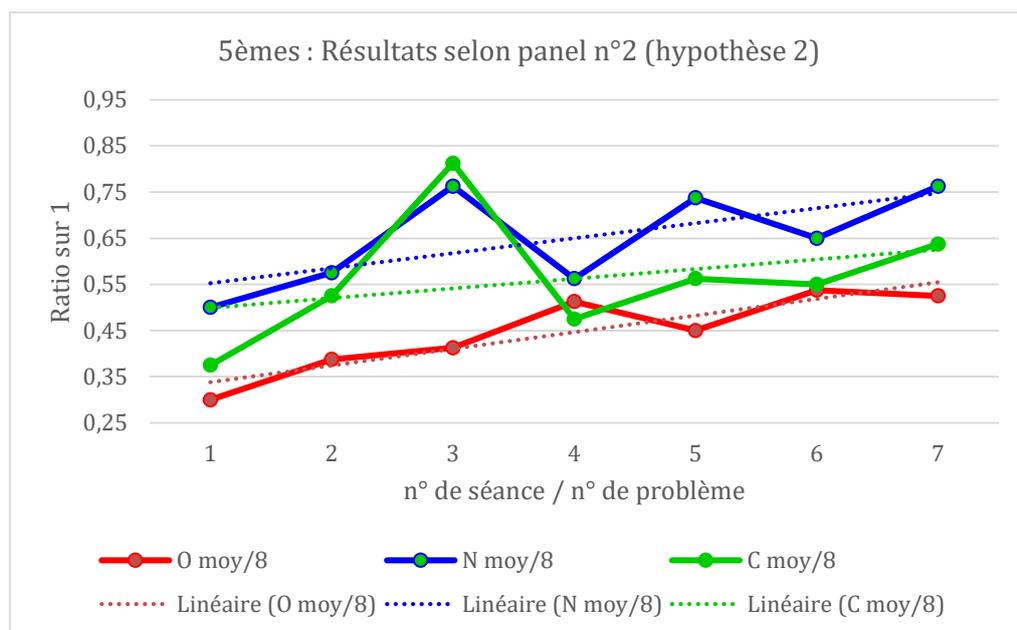
Observation : O9 (autonomie, total sur 5), et O3, O6, O7 et O6 (écriture et rédaction, total sur 3). Total sur 8, rapporté sur 1 par division par 8.

Evaluation notée : N15 (autonomie, sur 2), Puis N11, N12, N13 et N14 (phase 4 bilan, sur 4). Puis N5 et N6 (phase 2 travail en groupe, sur 2). Total sur 8, rapporté sur 1 par division par 8.

Evaluation par compétences : C4 (être autonome), et C2 (... raisonner, démontrer). Total sur 8, rapporté sur 1 par division par 8.

4.4.1 Présentation des principaux résultats

Nous considérons ici les graphiques n°1, 2, 3 précédemment commentés, et le graphique ci-dessous (résultats via indicateurs du panel n°2) :



Graphique 5 : (5èmes), Indicateurs issus du panel n°2 O, N et C pour les deux classes de 5^{ème} (effectif de la population = 48)

Les trois courbes ont une tendance croissante (progression) :

- Evolution forte pour les observations, avec faible sensibilité au problème posé
- Evolution similaire pour les notes, avec très forte sensibilité au problème posé (problèmes n°3, 5 et 7 bien réussis, problèmes n° 2, 4 et 6 moins bien réussis)
- Evolution similaire pour les compétences, avec une forte sensibilité au problème posé (problème n°3 très bien réussi, n°7 bien réussi, problèmes n°2 et 4 moins bien réussis)

4.4.2 Analyse et conclusion intermédiaire

En moyenne : les élèves ont progressé en autonomie, ainsi que dans l'élaboration de stratégies de recherche et de résolution. MAIS les problèmes choisis ont un impact très fort sur les résultats obtenus (justesse mathématique).

- le problème n°3 a eu beaucoup de succès (même analyse qu'en 4.3.2)
- le problème n°2 a posé des difficultés à tous niveaux (problème de géométrie, trop « mathématique »), ainsi que le problème n°4 (problème « la ferme », même constat qu'en 4.3.2)
- comme le panel d'indicateurs est plus fin, on voit que le problème n°6 a posé des difficultés (2^{ème} problème en vidéo, trop « ouvert » pour les élèves, qui ont eu des difficultés à prendre du recul et faire preuve de sens critique sur la situation posée)
- enfin, grâce également au panel d'indicateurs plus fin, on constate que les problèmes n°5 et 7 ont été plutôt réussis. Mais l'engagement individuel a été assez difficile (pour le problème n°5, l'énoncé était « long » et surtout la situation n'avait peu de sens ni vécu pour les élèves, qui ont souvent « contourné » les règles imposées durant toute la séance). Le dernier problème, riche et complexe, a été soit très bien soit très mal réussi.

Une analyse des principales hétérogénéités entre élèves est proposée en paragraphe 4.6.

4.5 Analyse des résultats obtenus à la lumière de la 3^{ème} hypothèse

Rappel de la 3^{ème} hypothèse :

Un rituel structuré permettra d'accroître la motivation des élèves à chercher et trouver (même partiellement) des réponses au problème posé.

Nous choisissons d'analyser ici les résultats, en utilisant le **panel d'indicateurs n°3** : les indicateurs utilisés ici concernent à la fois **l'investissement écrit des élèves** et leur **participation volontaire et motivée lors de la mise en commun** :

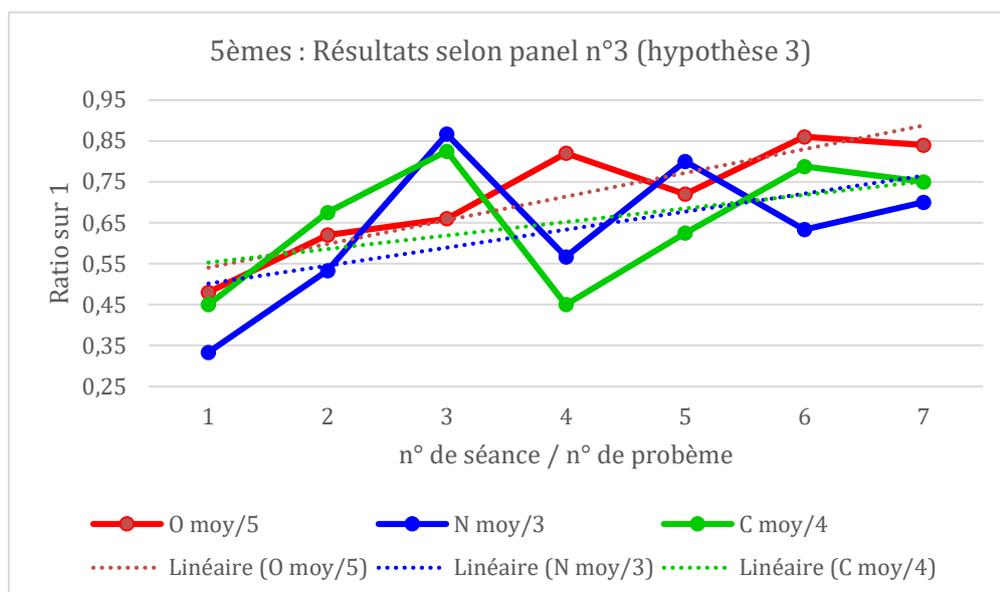
Observation : O4, et O5 (phase 2 : travail collectif). Puis O3, O6 et O8 (écrit individuel, participation lors de la mise en commun). Total sur 5, rapporté sur 1 par division par 5.

Evaluation notée : N5 et N6 (phase 2, travail en groupe). Puis N9 (bilan, intervention lors de la mise en commun). Total sur 3, rapporté sur 1 par division par 3.

Evaluation par compétences : C3 (.. communiquer) Total sur 4, rapporté sur 1 par division par 4.

4.5.1 Présentation des principaux résultats

Nous considérons ici les graphiques n°1, 2, 3 précédemment commentés, et le graphique ci-dessous (résultats via indicateurs du panel n°3) :



Graphique 6 : (5èmes), Indicateurs issus du panel n°3 O, N et C pour les deux classes de 5^{ème} (effectif de la population = 48)

Les trois courbes ont une tendance croissante (progression), mais qui s'affaïsse à la séance n°7 :

- Evolution forte pour les observations, avec sensibilité au problème posé (problèmes n°4, 6, et 7 bien réussis)
- Evolution très forte pour les notes, avec très forte sensibilité au problème posé (problèmes n°3 et 5 bien réussis, problèmes n° 2, 4 et 6 moins bien réussis)
- Evolution pour les compétences, avec une très forte sensibilité au problème posé (problème n°3 et 6 très bien réussi, problèmes n°4 mal réussi)

4.5.2 Analyse et conclusion intermédiaire

En moyenne : les élèves ont gagné en motivation. MAIS les problèmes choisis ont un impact fort sur les résultats obtenus (la difficulté « mathématique » agit nettement sur la motivation, parfois de façon positive, parfois non).

- le succès du problème n°3 est à nouveau confirmé (même analyse qu'en 4.3.2 et 4.4.2)
- le problème n°2 est dans moyenne vis-à-vis de la motivation des élèves (a pourtant posé des difficultés mathématiques à une grande majorité d'élèves, mais peut-être que cela a constitué un vrai défi pour eux)
- pour le problème n°4 (problème « la ferme »), même constat qu'en 4.3.2 et 4.4.2
- le problème n°5 (« les bonbons ») est aussi dans « la moyenne », mais la résolution est mieux réussie que celle du problème n°2, car il est plus ludique

- comme le panel d'indicateurs est plus fin, on voit que le problème n°6 a posé des difficultés (2^{ème} problème en vidéo, trop « ouvert » pour les élèves, qui ont eu des difficultés à prendre du recul et faire preuve de sens critique sur la situation posée)
- enfin, lors du problème n°7, bien que « difficile et très riche », la motivation a bien été présente ; mais on peut noter un affaissement par rapport aux séances précédentes

Une analyse des principales hétérogénéités entre élèves est proposée au paragraphe ci-après.

4.6 Analyse individuelle par élève : quelques faits marquants

Etant impossible de rédiger ici une analyse exhaustive des résultats des 48 élèves concernés, nous citons ci-après quelques remarques importantes :

- Les 12 élèves ayant des « facilités » importantes en mathématiques cette année sont devenus (à 75%) de plus en plus confiants et performants. Avec des résultats (sur les derniers problèmes) souvent originaux et toujours de très bonne qualité. Les 25% restants sont restés « stables » au cours de l'expérimentation. Pour tous ces élèves, il y a peu de sensibilité au problème posé
- Les élèves étant « généralement plutôt à l'aise » en mathématiques cette année et ceux étant « moyennement à l'aise » (total : 13 élèves dont 1 élève avec PAP), ont réagi de façons différentes : 4 élèves sont resté (en moyenne) « stables » au cours de l'expérimentation (mais avec forte sensibilité au problème posé, et de la manière analysée dans les paragraphes précédents) ; 5 autres élèves (dont l'élève avec PAP) a progressé (avec aussi sensibilité au problème posé, et avec la même cohérence d'analyse) ; Les 4 élèves restant ont présenté des résultats très hétérogènes et très spécifiques (résultats très individualisés) : des résultats souvent étonnants, positivement ou négativement.
- Les 23 élèves « en difficulté » ou « en grande difficulté » d'habitude (y compris 8 élèves avec PAP) ont tous essayé de s'accrocher au moins jusqu'au 3^{ème} problème. Pour tous, la sensibilité au problème posé est très forte sur la totalité de l'expérimentation. A partir du 4^{ème} problème 75% d'entre eux (17 élèves) ont perdu de la motivation (5 élèves l'ont totalement perdue au fil des séances restantes). Les 25% restants ont maintenu de l'engagement et fourni des efforts jusqu'au 7^{ème} et dernier problème : pour ces 6 élèves, la progression est visible.

5 Discussion - Conclusion

Les résultats valident les hypothèses : elles sont ainsi conformes aux points majeurs relevés dans les lectures sur le sujet des problèmes à prise d'initiative, et sont conformes aux résultats de l'enquête menée auprès de collègues professeurs. Mais nous relevons des **nuances importantes, d'une hypothèse à l'autre** :

- L'intérêt de la ritualisation est confirmé pour faire progresser les élèves sur leur engagement personnel et combattre leur peur de la feuille blanche. Cela semble indépendant du problème proposé (malgré une érosion en fin d'expérimentation)
- L'intérêt de la ritualisation est confirmé pour faire progresser les élèves en termes de stratégie, et leur permettre d'améliorer la justesse mathématique de leurs résultats. MAIS les problèmes choisis ont un impact très fort sur les résultats
- L'intérêt de la ritualisation est confirmé pour faire progresser les élèves sur leur motivation à chercher, et si possible résoudre le problème posé. Ceci dit, l'impact des énoncés de problèmes n'est pas négligeable

Ce sont néanmoins des tendances générales, qui masquent les résultats individuels des élèves : ceux-ci sont très variables d'un élève à l'autre. Il y a disparité et hétérogénéité.

Analyse de cette expérimentation, a posteriori :

Il faut considérer tout d'abord ces conclusions avec du recul, car l'expérimentation n'a été menée que sur une population de 48 élèves, et sur seulement 7 séances de recherche sur des problèmes à prise d'initiative. Par ailleurs, les échelles des graphiques ont été choisies pour faciliter l'analyse et dégager assez facilement les tendances ; La progression, si l'on analyse de façon purement quantitative est certes nette mais plutôt modeste ; Il faudrait continuer l'expérimentation pour, soit confirmer une poursuite de progression, soit constater une stagnation, voire une érosion / dégradation. L'apprentissage n'est de toute façon pas un processus linéaire.

Ensuite, il n'est pas certain que les observations (ni les évaluations), malgré grilles et barèmes, aient été conduites de manière parfaitement identiques d'une séance à l'autre ... Il y a toujours une part subjective. D'autre part, au fil du temps, l'observation devient plus aiguisée, et les exigences ne sont sans doute pas tout à fait les mêmes qu'au début.

Nous pensons ensuite que tous les « efforts » et points de vigilance mis en place et sur la préparation et le déroulement de ces sept séances ont constitué une source certaine de réussite

(c'est-à-dire la progression des élèves) : attitude de l'enseignante au fil de l'année et « préparation » des élèves, organisation de séances spécifiques de recherche, choix des problèmes ouverts soumis aux élèves, et évaluation des travaux des élèves.

A propos de l'analyse mathématique « a posteriori » des problèmes (et de la comparaison avec l'analyse « a priori ») : elle a été succinctement menée dans les paragraphes précédents (analyse des résultats). Cela demanderait une réflexion et analyse didactique plus poussée, problème par problème ! Là encore, les résultats obtenus sont majoritairement cohérents avec ce à quoi nous nous attendions avant l'expérimentation.

Nous notons qu'au-delà de la difficulté mathématique et didactique que nous avons essayé d'anticiper, beaucoup de motivations (versus d'hésitations) d'élèves sont dues à un énoncé « atypique » : vidéos oui, énoncés amusants oui, mais si cela est trop éloigné du vécu des élèves, le déroulement de la séance en est très affectée (les situations a priori drôles comme dans le problème de « la ferme » ou « des bonbons » ont été négativement perturbatrices). Même constat à propos des phrases écrites et du vocabulaire présent dans les énoncés (et il y a eu des surprises de taille pour l'enseignante, malgré tout !).

Enfin, notre constat plus général sur la conduite de cette expérimentation est le suivant :

- Toutes les difficultés génériques que nous nous attendions à trouver chez nos élèves ont été relevées (manque d'autonomie, peur, blocages, disparités des réussites)
- A propos des difficultés sur les champs de la gestion (de classe, de groupes, de séance (temps notamment)), et sur la posture enseignante à tenir : elles sont plus que confirmées ! Animer des séances de recherche de moins d'une heure, avec les objectifs fixés (trop ambitieux, notamment la chronologie de séance trop « chargée »), avec en plus les observations à faire, à collecter et à consigner, est ... épuisant. [Sans parler des corrections des cahiers, les analyses, puis les institutionnalisations et remédiations ...].

Il reste à aborder l'impact de certains choix didactiques, et les biais potentiels engendrés sur les résultats :

- La qualité du travail en groupe par les élèves soulève la question de la constitution des groupes ; Nous ne regrettons pas d'avoir fait changer les groupes d'une séance à l'autre : Cela introduit un biais dans le déroulement de l'expérimentation (et donc dans les résultats), mais présente bien plus d'avantages pour les élèves

- Les objectifs, trop ambitieux sur une séance de 50 minutes, pourraient être tenus sur des séances un peu plus longues, ou repartis sur deux séances : cela permettrait de « laisser les élèves chercher plus longtemps », prendre leur temps, et il y aurait aussi avantage à différer encore plus l'institutionnalisation et faire ainsi de meilleures remédiations
- Les énoncés choisis, et l'ordre dans lequel sont proposés les problèmes, a sans aucun doute eu un impact important. Mais le choix a été réfléchi, et avec le recul, nous n'aurions pas pu commencer l'expérimentation autrement que par « le cœur » (le plus « simple » pour démarrer) ni la finir autrement que par « le kiosque » (problème très riche, complet et potentiellement compliqué, mais qui a donné lieu à beaucoup de créativité chez les élèves, et apporté de belles surprises)

Conclusion générale

Je pense tout d'abord qu'après un démarrage qui a pu paraître surprenant, voire déroutant, mes élèves se sont vraiment engagés dans cette aventure, et qu'elle leur a plu. L'expérimentation est finie, mais ils me réclament des problèmes (au sens de « problèmes ouverts ») et des énigmes à chaque cours ...

De mon côté, malgré le travail très important que cela a représenté, j'ai adoré cette expérience. J'ai beaucoup appris et il m'est impossible de tout citer. Au-delà des nombreuses préconisations que j'ai pu lire, j'ai été marquée par certains aspects :

- L'importance du guidage des élèves. Equilibre très difficile à trouver, avec le poids très important des encouragements (rassurants, mais bien souvent dynamiques et motivants, afin de maintenir l'activité et les efforts des élèves). [Quasi-impossible à faire, d'ailleurs, quand on est en train d'observer et de collecter des données]
- Le fait qu'on est très loin de pouvoir tout prévoir, et que les élèves sont absolument surprenants : grâce à cette expérimentation, je les ai littéralement découverts en les regardant, en les écoutant, et en lisant (déchiffrant parfois) leurs fameuses « traces écrites » sur leurs cahiers de recherche. Des informations que je ne vois pas sur des copies « classiques ». Cela a modifié ma perception de leur travail et de leurs capacités. Ils m'ont souvent étonnée par leurs difficultés, mais surtout par leurs idées originales.

J'ai donc des idées à foison pour mes actuels et futurs élèves. Je serai cependant plus vigilante sur les choix à faire : en simplifiant ces « séances de recherche », elles seront plus facilement gérables, et surtout encore plus efficaces pour l'apprentissage de mes élèves.

Bibliographie

- ARSAC Gilbert, MANTE Michel
ARSAC et al
 - (1983) : Des « problèmes ouverts » dans nos classes de premier cycle. Recherche de l'équipe sur le problème de l'IREM de Lyon. D'après travaux de G. Arsac, G. Germain, D. Pichod, M. Gonnard, M. Mante, 1982-1983). Petit x n°2, p.5 à 33, 1983
 - (1991) : Travaux de cette même équipe, publication Arsac et al
 - (2007) : Les pratiques du problème ouvert : Mathématiques. CRDP de Lyon, 2007
- AUDIBERT Gérard (1991) : La géométrie dans l'enseignement (Repères n°4, p 21-52)
- BALACHEFF Nicolas (1982) : Preuve et démonstration en mathématiques au collège
- BELIGNÉ Léa (2015) : Choix et mise en œuvre de problèmes ouverts pour introduire une notion (Mémoire de Master 2, Espe Grenoble)
- BLOCH Isabelle (2009) : Les interactions mathématiques entre professeurs et élèves : Comment travailler leur pertinence en formation ? (d'après présentation au Séminaire National de didactique des mathématiques, Paris 7, 2005). Petit x 81, 25-53, 2009
- BODIN Antoine (octobre 2006) : Les mathématiques face aux évaluations, revue Repère (IREM)
- BOIMARE Serge (1999) : L'enfant et la peur d'apprendre
- BROUSSEAU Guy
 - (1994) : L'erreur est constructive du sens de la connaissance acquise (revue Echanger)
 - (1998) : Théorie des situations didactiques. Grenoble : La pensée sauvage
 - (2007, 2011) : Commentaires (2011) sur l'allocation de Chypre (2007), Éducation et didactique, vol. 5, no. 1, 2011
- BRUN Jean (1996) : Support de formation (didactique), Université de Genève
- CHARNAY Roland (1993) : Problème ouvert, problème pour chercher. Revue Grand N, 01/1993
- DOUADY Régine (1986) : Jeux de cadres et dialectique outil-objet. Recherche en didactique des Mathématiques. Vol 7-2 Grenoble : La pensée sauvage
- HERNANDO Juliette : Travailler en groupe. D'après les travaux d'André PRESSIAT (2003). Blog : <http://juliette.hernando.free.fr/travailgroupe.php>
- HOUDEMONT Catherine (2003) : La résolution de problèmes en question » Grand N, n 71, 2003

- KOSYVAS Georgios
 - (2010) : Problèmes ouverts : notion, catégories et difficultés
 - (2013) : Pratiques pédagogiques de problèmes ouverts dans un collège expérimental à Athènes » (Repères - IREM. N° 91 - avril 2013)
- LÉPINE Laurence, CHARNAY Roland (1996) : Tout problème ouvert n'engage pas nécessairement une bonne recherche (article IREM « Grand N » n°60, p 43-55, 1996)
- MARFAING Isabelle (2013) : Favoriser la prise d'initiative en Mathématiques au collège : quelle évolution dans les praxéologies professorales ? (Mémoire de Master 2)
- MOISAN Jacques (2004) : L'enseignement des mathématiques de l'école au collège, continuités et ruptures
- MEIRIEU Philippe
 - (1987) : Apprendre ... oui mais comment ?
 - (1999) : Un nouvel art d'apprendre ? (intervention aux 10èmes Entretiens de la Villette : Apprendre autrement aujourd'hui)
- PAÏS Luis (1990) : Une équipe d'enseignants en situation de recherche - Actes de la 42ème Rencontre de la C.I.E.A.E.M
- PEIX Annie, TISSERON Claude (1998) : Le problème ouvert comme moyen de réconcilier les futurs professeurs d'école avec les mathématiques. Petit x, Num. 48. p. 5-21
- OLIVIER Yves (2011) : Ce que PISA nous apprend (APMEP séminaire 2011)
- PERRIN Daniel (2006, 2007) : L'expérimentation en Mathématiques, colloque de la COPIRELEM (2006), et Revue Petit X (2007)
- ROBERT Aline (2002) : Typologie des tâches (extrait de : Comment peuvent varier les activités mathématiques des élèves sur des exercices ? Le double travail de l'enseignant sur les énoncés et sur la gestion en classe, par Aline Robert et Marc Rogalski (2002) - Petit x n° 60)
- SCHWARTZ Laurent (1994) : Le point de vue de Laurent Schwartz, Les Mathématiciens, dossier hors-série « Pour la science » Paris
- SORBE Xavier (2009) : intervention du 4 décembre 2009 au colloque des 10 ans de L'IREM
- TRUCHET Jean (1994) : le problème ouvert en classe de mathématique dans un institut médico-pédagogique (IMFAIE Aix les Bains)
- VERDENNE Dominique (2010) : « Résolution de problèmes : où est le problème ? »

GROUPES ACADEMIQUES

- Académie de Créteil
(2015)
 - Stratégies de réussite d'une évaluation de tâche à prise d'initiative, prise d'initiative pour tous et travail hors la classe au collège – Académie de Créteil 2015 (Paul Fabregues, Karine Helies, Luc Trescol, Olivier Vogt, Philippe Roche)
 - Guide pour réussir une tâche complexe en Mathématiques, prise d'initiative pour tous et travail hors la classe au collège – Académie de Créteil 2015 (mêmes auteurs)
 - Barème et exercices, prise d'initiative pour tous et travail hors la classe au collège – Académie de Créteil 2015 (mêmes auteurs)
 - Journal d'erreurs et de progrès (modèle et exemples d'utilisation par des élèves), prise d'initiative pour tous et travail hors la classe au collège – Académie de Créteil 2015 (mêmes auteurs)
- Académie de Grenoble (Planète Maths, www.ac-grenoble.fr/disciplines/maths/)
- Académie de Bordeaux
(2008/2009) Ressources Collège par thèmes/Apprentissage du raisonnement et de la démonstration : problèmes ouverts
Ressources à destination des professeurs de mathématiques en collège : Formation PAF 2008/2009, Chercher et démontrer au collège - Les problèmes ouverts
- Académie de Montpellier
(2012-2013)
Groupe Académie Collège Montpellier, GRACOM, Ressources du groupe collège :
 - Des problèmes à prise d'initiative : Des problèmes pour tous ... mais pas pour rien (conditions et proposition de barème d'évaluation)
 - Fiche d'exercices à prise d'initiative utilisable à partir de la 5^{ème} <http://disciplines.ac-montpellier.fr/mathematiques/ressources/les-cercles-d-impulsion/gracom/exercices-prise-d-initiative-au-college>)
- Académie de Poitiers
(2015) : Problèmes ouverts, questions ouvertes (support de formation d'enseignants)
- Académie de Toulouse
(2012) : Les exercices à prise d'initiative (atelier 1, journée pédagogique mai 2012, sur le thème «Enseigner les mathématiques au collège »)

IREM

- IREM Aquitaine (2013) : l'erreur dans l'apprentissage des mathématiques, Petit x n°93, (A. Berté, J. Chagneau, C. Desnavres, R. Diranzo, S. Dutaut, L. Foulquier, J-M. Gachassin, M. Gervais, J. Lorblanché, J. Lafourcade, M-C. Godefroy-Mauratille, F. Petit, D. Roumilhac, C. Sageaux)
- IREM Grenoble (2015) : Logique, raisonnements mathématiques et situations de recherche pour la classe (SiRC, groupe de recherche de l'IREM de Grenoble : Denise Grenier, Roland Bacher, Hervé Barbe, Yvan Bicaïs, Grégoire Charlot, Monique Decauwert, Tarkan Gezer)
- IREM Lyon (1985) : La pratique du problème ouvert ; Variations notre enseignement avec les problèmes ouverts (Parution IREM 1984)
- IREM Montpellier (2002) : Les narrations de recherche de l'école primaire au lycée, Freddy Bonafé, Arlette Chevalier, Marie-Claire Combes, Mireille Sauter et al

DIVERS

- IGEN (Inspection générale)
(2012) : Groupe des Mathématiques (Michel Bovani, Anne Burban, Laurent Chéno, Isabelle Moutoussamy, Claudine Picaronny, Erick Roser, Olivier Sidokpohou, Xavier Sorbe, Charles Torossian, Karim Zayana) « L'enseignement des mathématiques à l'école obligatoire », Contribution à la conférence nationale sur l'enseignement des mathématiques » du 13 mars 2012
- Centre Alain Savary, ENS Lyon : Enseignement explicite (publications internet)

EVALUATIONS INTERNATIONALES

- Résultats PISA 2015
- PISA : exemples d'unités de tests PISA 2000 à PISA 2006
- PISA : unités de tests 2012
- TIMSS 2015 Mathématiques et Sciences : évaluation internationale des élèves de CM1

PROGRAMMES ET DIRECTIVES OFFICIELLES

Programmes officiels cycle 4 :

[Eduscol cycle 4, Mathématiques, compétence « Chercher » \(mars 2016\)](#)

[Eduscol cycle 4, Mathématiques, compétence « Raisonner » \(mars 2016\)](#)

[Eduscol cycle 4, Mathématiques, types de tâches, Activités à prise d'initiative \(mars 2016\)](#)

Diplôme national du brevet - Modalités d'attribution à compter de la session 2018 (NOR : MENE1731896N, note de service n° 2017-172 du 22-12-2017 - Modalités de l'épreuve)

Vade-Mecum pour les nouveaux professeurs de Mathématiques (2017-2018) : Académie de Grenoble, IPR de Mathématiques, Août 2017

Document ressource pour le socle commun dans l'enseignement des mathématiques au collège : Narrations de recherche « l'évaluation des réussites ... ». Page 30

REFERENCES PROBLEMES OUVERTS / PROBLEMES A PRISE D'INITIATIVE

[La banque \(de problèmes\) constituée et utilisée](#) ((*) : références complètes indiquées précédemment) :

IREM Lyon (50 problèmes (et plus si affinités)),

IREM Paris (autour des pb ouv en classe de mayhs, mai 2015)

IREM Grenoble (*) (Groupe « Logique, raisonnements mathématiques et situations de recherche pour la classe (SiRC) », documents stages du PAF)

Sites de professeurs :

Site Mathix.org (vidéos Dudu)

Site Maths-et-tiques.fr (exercices à prise d'initiative, 6^{ème} 5^{ème})

Site MathsLemoine (5^{ème} 2015-2016, www.mathslemoine.fr/5eme-2015-2016/tache-a-prise-d-initiativeTapi))

Sites académiques :

Bordeaux(*) (Liste de problèmes ouverts doc 16, formation PAF 2008/2009)

Créteil (*) (Prise d'initiative pour tous et travail hors la classe au collège, 2015)

Grenoble (*) Planète maths (*) (mot-clé pour le moteur de recherche : initiative)

Montpellier (*) (GRACOM, fiche d'exercices à prise d'initiative à partir de la 5^{ème}, 2012-2013)

Toulouse (*) (Atelier 1 – Les exercices à prise d'initiative, 2011-2012)

Auteurs :

- Nicolas Balacheff (*), 1982
- Arlette Chevalier (La narration de recherche, un nouveau type d'exercice scolaire, 1992-1993)
- Georgios Kozyvas (*) (Problèmes ouverts : notion, catégories et difficultés, 2010)
- Daniel Perrin (*) (L'expérimentation en Mathématiques, 2007)
- Jean Truchet (*) (le problème ouvert en classe de mathématique dans un IMP, 1994)
- Daniela Guiol (Cours de didactique, Problèmes avec prise d'initiative, problèmes ouverts. UE Dida900, 2017-2018)

Les 7 problèmes donnés :

1 : Le cœur (source : banque d'exercices Académie de Créteil « prise d'initiative pour tous et travail hors la classe au collège »)

2 : Ligne et cercle (source : maths et tiques)

3 et 6 : Vidéos Les problèmes Dudu, site Mathix.org (**vidéo problème 3 : réf 4.2 (le tour de magie), vidéo problème 6 : réf 4.28 (une semaine mouvementée)**)

4 : La ferme (source : problèmes ouverts, académie de Bordeaux)

5 : Les bonbons (inspiré de « l'énigme du confiseur », blog « drôle-de-maths »)

7 : Le kiosque (source : IREM Lyon « 50 problèmes (et plus si affinités)»)

Annexes

Annexe 1

Enquête menée auprès de 39 enseignants en Mathématiques, et analyse Page 1

Annexe 2

Activités de recherche, en amont et hors de l'expérimentation Page 4

Annexe 3

« Guide-conseils » distribué aux élèves Page 5

Annexe 4

Grille d'observation Page 6

Annexe 5

Grille d'évaluation professeur et autoévaluation élèves Page 7

Annexe 6

Exemple de collecte des résultats Page 8

Annexe 7

Indicateurs (O : Observation, N : évaluation Notée, C : évaluation par Compétences) Page 9

Annexe 1 : Enquête menée auprès de 39 enseignants en Mathématiques, et analyse

Questions posées

1. Quels mots vous viennent spontanément à l'esprit quand on parle de prise d'initiative ?
2. Donnez-vous à vos élèves des exercices nécessitant une prise d'initiative importante ?
3. Si oui pour quelles raisons ?
4. Si oui à quelle fréquence ?
5. Si non, pourquoi ?
6. Pensez-vous que la prise d'initiative soit fondamentale dans l'enseignement des Mathématiques ?
7. Enseignez-vous la prise d'initiative de façon "théorique" ? (méthodologie, règles, "guide")
8. Enseignez-vous la prise d'initiative par le biais d'exercices de recherche ?
9. Diriez-vous [de 1 (pas d'accord) à 5 (tout à fait d'accord)] que :
 - les élèves français apprécient les exercices à prise d'initiative
 - Les élèves français sont à l'aise avec les exercices à prise d'initiative
 - Des moyens clairs sont à disposition des enseignants pour faire pratiquer la prise d'initiative à leurs élèves
 - Les programmes permettent facilement l'enseignement de la prise d'initiative
10. Comment se comportent le plus souvent vos élèves devant un exercice à prise d'initiative ?
11. Quels sont selon vous les freins à l'engagement des élèves dans de tels exercices ? [1 : ce n'est pas du tout un frein, à 5 : c'est un frein très important]
 - Crainte vis à vis du regard critique de l'enseignant sur la trace écrite
 - Faute écrite stigmatisée durant la scolarité
 - Peur de l'échec
 - Peur de la feuille blanche
 - Peur d'essayer
 - Peur de chercher « pour rien »
 - Stress en lien avec l'absence de guidage
 - Manque de connaissances mathématiques minimales
 - Difficultés à saisir le sens du problème posé
 - Manque d'envie / de curiosité
 - Lacunes au niveau du raisonnement
12. Avez-vous d'autres freins en tête, autres que ceux proposés à la question précédente ?
13. Comment évaluez-vous (ou évalueriez-vous) un exercice avec prise d'initiative ? [au choix : Sans note, par compétences selon les 6 compétences habituelles, Avec une note uniquement fondée sur les démarches entreprises, Avec une note fondée sur les démarches entreprises et l'aboutissement à un résultat, Par auto-évaluation des élèves selon un barème fixé (note ou compétences)]
14. Comment favoriser l'engagement des élèves dans les exercices à prise d'initiative, et améliorer leurs résultats dans ce domaine ? [1 : cela ne me semble pas important, à 5 : cela me semble fondamental]
 - Ritualiser la pratique de tels exercices, en classe
 - Donner des exercices à prise d'initiative à la maison
 - Faire pratiquer les élèves sur un cahier dédié
 - Valoriser toute trace écrite, sans tenir compte du résultat obtenu
 - Utiliser une évaluation adaptée spécifique à ce type d'exercice
 - Donner un "guide" méthodologique aux élèves
 - Travailler avec mes élèves sur le stress, l'inquiétude face à l'échec ...
15. Avez-vous d'autres idées pour favoriser l'engagement des élèves dans ce type d'exercices, autres que ceux proposés à la question précédente ?
16. Notez ici tout ce que vous souhaitez ajouter sur le sujet ! Merci

Réponses à l'enquête et analyse des résultats

70% des sondés déclarent donner à leurs élèves des problèmes nécessitant une prise d'initiative importante. A une très large majorité (80%), ceux-ci « enseignent » la prise d'initiative par le biais de résolution d'exercices de recherche, sans apport théorique a priori (méthodologie explicitée, guide).

A propos de l'intérêt de poser des problèmes ouverts avec prise d'initiative aux élèves, il apparaît dans les réponses : développer le goût et l'esprit de recherche, inciter les élèves à prendre des risques, leur apprendre à travailler différemment, les faire s'investir dans une recherche, travailler sur les compétences propres à la démarche scientifique, découvrir la variété des démarches, favoriser les échanges entre élèves, donner du sens à la discipline, former des citoyens, apprendre à rebrousser chemin si raisonnement non concluant, aller au-delà du découragement (efforts, tentatives, s'investir), développer la curiosité.

Ils constatent que les élèves apprécient moyennement ce type d'exercices, et indiquent qu'ils sont généralement peu voire très peu à l'aise dans cette activité. Ils notent cependant que c'est très variable d'un élève à l'autre. Ils constatent des difficultés d'accueil de ce type d'exercice, par une majorité d'élèves ; A la question de la réaction des élèves face aux problèmes ouverts et les principaux freins possibles, on trouve : stress lié à l'absence de guidage (jugé important voire très important, à 70%), difficulté à saisir le sens des problèmes posés (jugé important voire très important, à 68%), manque de connaissances mathématiques minimales (jugé important voire très important, à 63%), manque d'envie et de curiosité (jugé important voire très important, à 63%), peur de chercher « pour rien » (jugé important voire très important, à 56%), peur de l'échec (jugé important voire très important, à 55%), peur d'essayer (jugé important voire très important, à 53%). Sont évoquées également des attitudes de : manque de confiance, inquiétude, bavardages, énervement, paresse (élèves attendant la solution et refusant de chercher), peu d'effort en lien avec la pénibilité de l'écriture. Très fréquemment, les enseignants constatent un manque important d'autonomie chez leurs élèves.

Ils remarquent néanmoins que plus les élèves pratiquent et sont familiers avec ce genre d'exercice, plus leur motivation et leur intérêt augmentent, de même que leurs performances de résolution. Ainsi, parmi les pistes possibles pour favoriser l'engagement des élèves et améliorer leurs résultats de résolution, on trouve : ritualiser la pratique (jugé très important voire fondamental, à 65%), valoriser toute trace écrite sans tenir compte du résultat obtenu (jugé très important voire fondamental, à 62%), utiliser une évaluation adaptée spécifique (jugé très important voire fondamental, à 60%), travailler avec les élèves sur le stress et l'inquiétude (jugé très important voire fondamental, à 47%), donner un « guide méthodologique » (jugé très important voire fondamental, à 31%). Sont également cités : donner des feuilles de brouillon à volonté, inciter les élèves à manipuler, et travailler sur l'erreur via les narrations de recherche.

En ce qui concerne l'évaluation de ces travaux, 56% des sondés indiquent évaluer par compétences (et sans note), 28% avec une note fondée sur les démarches entreprises et l'aboutissement à un résultat.

Enfin, les enseignants ayant répondu au questionnaire indiquent qu'ils ne donnent cependant pas assez de problèmes ouverts, les principales contraintes évoquées étant : le faible nombre d'heures de mathématiques (et le peu d'heures dédoublées), le « programme à boucler », la difficulté pour eux à gérer ce type d'activité (et la priorité qu'ils donnent à la maîtrise des bases).

Ils constatent majoritairement que, malgré les instructions officielles, les moyens à disposition des enseignants pour enseigner et faire pratiquer la prise d'initiative sont insuffisants et/ou pas suffisamment clairs. Même si les programmes indiquent le caractère indispensable des activités de recherche, ils estiment que ceux-ci ne leur permettent pas d'y arriver dans les faits.

Analyse générale

Nous constatons que les résultats de cette enquête sont cohérents avec les constats relevés à l'issue des évaluations internationales (PISA et TIMSS) par Antoine Bodin, Arzac et Mante, et Yves Olivier : attitude de repli des élèves, manque d'autonomie, peur de l'échec et au final défaut d'engagement.

Les résultats de cette enquête rejoignent également :

- l'analyse de G. Brousseau sur l'importance de l'accueil de l'erreur
- celle de D. Perrin sur l'importance de la gestion de l'erreur
- celle de G. Kozyvas et P. Boimare sur la peur des élèves
- celle d'Y. Olivier sur l'écueil de la gestion du temps par les enseignants, tentés de privilégier l'acquisition de connaissances au détriment d'activités de recherche
- celle de X. Sorbe sur la nécessité d'adapter les critères d'évaluation

Les résultats de l'enquête confirment également l'intérêt d'une ritualisation de la pratique de problèmes ouverts (un meilleur engagement et des performances de résolution plus élevées).

Enfin, les résultats de l'enquête, associés la revue de pratiques didactiques citées en 1.2.4 nous incitent à **expérimenter cette ritualisation en veillant particulièrement aux quatre aspects suivants** : attitude de l'enseignant au fil de l'année et « préparation » des élèves, organisation de séances spécifiques de recherche, choix des problèmes ouverts soumis aux élèves, et évaluation des travaux des élèves.

1. Attitude de l'enseignant au fil de l'année et la "préparation" des élèves : accueil « normal et bienveillant » des **erreurs** de façon quotidienne et habituelle et en s'y appuyant, incitation à la **pluralité des résolutions possibles**, présentation et **explicitation des attendus en termes d'attitude** durant une phase de recherche (avec distribution d'un **guide-conseils** aux élèves)
2. Organisation de séances spécifiques de recherche : menées sur des **séances en effectifs dédoublés** (permettant une observation plus facile), avec un « **cahier de recherche** » **dédié**, selon une **chronologie identique** d'une fois à l'autre
3. Choix des problèmes soumis aux élèves : **problèmes ouverts à prise d'initiative selon la définition IREM Lyon** § à noter, sur des situations **attrayantes ayant du sens et du vécu** pour les élèves, pouvant être **sujet à débat** entre les élèves, **ne nécessitant pas (trop) de connaissances mathématiques spécifiques**, toujours **déconnectés de la séquence en cours**, et pour lesquels **la solution n'est pas évidente (et donc nécessite du tâtonnement, de la recherche)**
4. Evaluation des productions d'élèves : mise en place d'une **évaluation adaptée à ces travaux, qui ne sera pas intégrée aux bulletins trimestriels**

ANNEXE 2

Activités de recherche, en amont et hors de l'expérimentation

Les activités suivantes ont été menées en amont de l'expérimentation ou pendant la période d'expérimentation (mais alors, de façon déconnectée de l'expérimentation). Les élèves, en démarrage d'expérimentation, ont donc des « expériences de recherche » assez récentes :

- Des énigmes mathématiques ont été régulièrement proposés, dès le début de l'année scolaire, pour mettre les élèves en activité (durée : 5 à 10 minutes maximum, en début de cours).
Source : Comité International des Jeux Mathématiques
- Un problème ouvert, proposé en novembre 2017 aux élèves (mis en groupes de trois), a été utilisé pour introduire le calcul littéral. *Source : problème « les allumettes », Portail académique de ressources Mathématiques – Académie de Toulouse*
- Deux narrations de recherche ont été données en devoir maison (décembre 2017, et février 2018). *Sources : problème « le défi de numérix » (50 problèmes ... et plus si affinités - Irem de Lyon), problème « les cheveux blonds, par Pythagore et Hypatie » (Brochure Irem n°96 mai 2015, « autour des problèmes ouverts en classe de mathématiques »).*
- Dès le début de l'année, des exercices « bonus » (questions ouvertes, énigmes) ont été proposés en fin de certains devoirs surveillés, destinés aussi bien aux élèves « rapides » ayant terminé leur travail, qu'aux élèves butant sur un exercice du devoir mais désireux de chercher à résoudre un problème « différent » hors connaissances mathématiques évaluées dans le devoir.

ANNEXE 3

« Guide-conseils » distribué aux élèves

Conseils face à un problème ouvert, dit « de recherche »

Le but de ce travail est de trouver les réponses aux questions posées, mais surtout de les chercher.

1) Réaliser, manipuler, mesurer, calculer ...

Tu dois produire quelque chose sur ton cahier : questions auxquelles il me semble important de répondre, calculs, phrases, schémas, etc...Tu peux essayer toutes les méthodes qui te viennent à l'esprit. Et ce, même si tes démarches ne donnent pas le bon résultat et que tu n'en es pas satisfait(e). Dans un premier temps, je te conseille d'écrire ce qui se passe dans ta tête. SURTOUT N'EFFACE RIEN! Tu as aussi le droit de barrer, raturer ... Précision importante : il n'y a pas une façon unique de résoudre ce problème, donc chacun travaillera comme il l'entend et les cahiers seront très différents les uns des autres.

2) Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale, démontrer

Bien sûr, il faut justifier tes affirmations en utilisant des définitions, des propriétés, des calculs ...

3) Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus, communiquer

Tu dois formuler des phrases construites et compréhensibles pour les autres notamment pour ton professeur : ainsi tu expliques ce que tu as fait, et tu mets en évidence tes conclusions.

4) Etre autonome dans son travail

Tu travailles seul, ou en groupe, en faisant preuve d'initiative, sans solliciter l'aide permanente de mon professeur.

5) Respecter les règles de vie de classe et respecter autrui

Tu dois respecter les consignes de travail, j'ai mon matériel, je travaille dans le calme, je reste courtois et ouvert aux autres et à leurs idées, je participe aux débats au sein de mon groupe.

Ce travail sera noté, mais pas tout à fait comme d'habitude : le plus important n'est pas d'avoir trouvé les réponses justes, mais d'avoir écrit le plus de détails possibles sur ta recherche. Comme d'habitude, des résultats ou réponses sans justification ne seront pas pris en compte.

Le professeur évaluera ton travail (note + compétences) et tu t'auto-évalueras également.

ANNEXE 4

Grille d'observation

Nom élève	1			2		3		4	Délai avant 1ère question (min)	Nombre total de demandes d'aide (nb)	Calcul (*)
	Se lance en individuel (oui/non)	Fais des essais en autonomie (oui/non)	Entame la rédaction d'une réponse (oui/non)	Collabore calmement en groupe (oui/non)	Fait avancer la réflexion collective (oui/non)	Poursuis des essais (oui/non)	Rédige une réponse (oui/non)	Intervient en mise en commun (oui/non)			
Elève 1											
Elève 2											
Elève 3											

(*) : Indicateurs : Oui = 0, Non = 1

Délai avant 1ère question : $0 < t < 1 \text{ min} = 5$, $1 \text{ min} < t < 2 \text{ min} = 4$, $2 \text{ min} < t < 3 \text{ min} = 3$, $3 \text{ min} < t < 4 \text{ min} = 2$, $4 \text{ min} < t < 5 \text{ min} = 1$, $t > 5 \text{ min} = 0$

Nombre de demandes d'aide : 1 point par demande

Principes retenus durant l'observation des élèves et fonctionnement de cette grille d'observation :

- Chaque élève est observé durant les 4 phases de la séance (1 : recherche individuelle – 2 : travail en groupe – 3 : fin de recherche et de rédaction individuelle – 4 : temps de mise en commun)
- Dans la grille d'observation, l'attitude de chaque élève est consignée (une ligne par élève)
- Plus l'élève est en difficulté durant la recherche de résolution du problème, plus le nombre de points collecté est élevé. Les difficultés peuvent provenir :
 - D'un manque de confiance pour se lancer et/ou d'un manque de confiance pour intervenir durant la mise en commun
 - D'un manque d'initiatives de sa part
 - D'un manque d'autonomie (demandes d'aide au professeur, absence d'essais de manière autonome)
 - D'un manque de repères mathématiques de base pour démarrer et/ou avancer dans la résolution
 - D'un manque de collaboration au sein du groupe

ANNEXE 5

Grille d'évaluation professeur et autoévaluation élèves

Etape n°	Critère	Note (élève)	Note (prof)	Remarques
1 : travail individuel	S'engage, seul et dans la durée, dans la démarche (/2)			
	Reformule le problème avec ses propres mots (/1)			
	Note ses idées et ses essais sur son cahier (/1)			
	Commence à rédiger une réponse à partir de ses essais (/2)			
2 : travail en groupe	En groupe, fait avancer la démarche collective (/1)			
	Argumente ses idées, essaie d'expliquer et convaincre les autres (/1)			
3 : travail individuel suite	Poursuit les essais sur son cahier (/2)			
	Arrive à rédiger une réponse définitive (/2)			
4 : bilan	Intervient durant la mise en commun (/1)			
	A su chercher d'autres méthodes suite à un « coup de pouce » (/1)			
	Vérifie ses hypothèses et ses résultats, arrive à critiquer son travail (/1)			
	A utilisé un raisonnement juste (/1)			
	A utilisé des outils et/ou propriété mathématiques justes (/1)			
	A obtenu la (les) bonne(s) réponse(s) (/1)			
	Est arrivé(e) à chercher sans aide (/2)			
	TOTAL (/20)			

Grille de compétences (cocher)	Maitrise insuffisante	Maitrise fragile	Maitrise satisfaisante	Très bonne maîtrise
Essayer, tester, réaliser, manipuler, mesurer, calculer				
Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale, démontrer				
Présenter la démarche suivie, les résultats obtenus, communiquer				
Etre autonome dans son travail				
Respecter les règles de vie de classe et respecter autrui				

Cette grille d'évaluation est collée par chaque élève dans le cahier de recherche, pour chaque problème posé.

En fin de séance, l'élève s'auto-évalue : il utilise le barème indiqué dans la partie notée, et s'auto-positionne dans la partie d'évaluation par compétences.

Le professeur relève l'ensemble des cahiers en fin de séance, et évalue chaque élève selon cette grille, au vu des résultats écrits dans les cahiers et du comportement durant la séance.

On remarque que seulement 3 points sur 20 concerne la justesse de résolution. Nous avons choisi d'évaluer de deux manières :

- Par une note (sur 20) selon un barème spécifique ventilé sur 15 items. Nous avons choisi de privilégier l'engagement des élèves, les essais, ébauches de rédaction, collaboration, esprit critique. Sur 3 points sur 20 sont en lien direct avec la justesse mathématique des résultats obtenus
- Et par compétences (5 compétences retenues, évaluées sur 4 niveaux de maîtrise) :

Nous avons donc, par cette double-évaluation adaptée, choisi de privilégier l'engagement, les efforts de recherche menés par les élèves et la mise à l'écrit de leurs travaux, plutôt que la qualité purement mathématique des résultats obtenus.

ANNEXE 6

Exemple de collecte des résultats

Elève	Elève 1				Elève 2				Elève 3				Elève 4			
	Séance	Obs	Note	Comp	C	Obs	Note	Comp	C	Obs	Note	Comp	C	Obs	Note	Comp
1	2	8	22234	13	1	13	32334	15	ABS	ABS	ABS	ABS	4	17	44434	19
2	2	7,5	22134	12	0	14	33344	17	5	4	11114	8	1	16	44344	19
3	2	13	33334	16	0	17	34444	19	5	1,5	11112	6	0	16	44444	20
4	0	9	11144	11	0	13	32344	16	2	6	11244	12	1	19	44444	20
5	1	11	22244	14	2	14	33344	17	6	11,5	22334	14	3	15	33344	17
6																
7																

Le professeur collecte les résultats de chaque élève pour chacun des 7 problèmes posés.

A chaque fois :

- La colonne « Obs » (observation) correspond aux points issus de l'observation du professeur (→ par transformation, note « O » sur 20)
- La colonne « Note » correspond à la note sur 20 du travail réalisé (→ note « N » sur 20)
- La colonne « Comp » (compétences) correspond au positionnement de l'élève selon les 5 compétences retenues, dans l'ordre de la grille d'évaluation, selon 4 niveaux de maîtrise (1 : insuffisante, 2 : fragile, 3 : satisfaisante, 4 : très bonne) (→ par transformation, note « C » sur 20)

ANNEXE7 Indicateurs (O : Observation, N : évaluation Notée, C : évaluation par Compétences)

O : indicateurs O1 à O9 (O9= nombre total de demandes d'aide ; Le critère « délai avant 1^{ère} question » a été abandonné à la 3^{ème} séance

1			2		3		4			
Se lance en individuel (oui/non)	Fais des essais en autonomie (oui/non)	Entame la rédaction d'une réponse (oui/non)	Collabore calmement en groupe (oui/non)	Fait avancer la réflexion collective (oui/non)	Poursuis des essais (oui/non)	Rédige une réponse (oui/non)	Intervient en mise en commun (oui/non)	Délai avant 1ère question (min)	Nombre total de demandes d'aide (nb)	Calcul (*)
O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	abandonné	O9	

N : indicateurs N1 à N15

Etape n°	Critère	
1 : travail individuel	S'engage, seul et dans la durée, dans la démarche (/2)	N1
	Reformule le problème avec ses propres mots (/1)	N2
	Note ses idées et ses essais sur son cahier (/1)	N3
	Commence à rédiger une réponse à partir de ses essais (/2)	N4
2 : travail en groupe	En groupe, fait avancer la démarche collective (/1)	N5
	Argumente ses idées, essaie d'expliquer et convaincre les autres (/1)	N6
3 : travail individuel suite	Poursuit les essais sur son cahier (/2)	N7
	Arrive à rédiger une réponse définitive (/2)	N8
4 : bilan	Intervient durant la mise en commun (/1)	N9
	A su chercher d'autres méthodes suite à un « coup de pouce » (/1)	N10
	Vérifie ses hypothèses et ses résultats, arrive à critiquer son travail (/1)	N11
	A utilisé un raisonnement juste (/1)	N12
	A utilisé des outils et/ou propriété mathématiques justes (/1)	N13
	A obtenu la (les) bonne(s) réponse(s) (/1)	N14
	Est arrivé(e) à chercher sans aide (/2)	N15
	TOTAL (/20)	

C : indicateurs C1 à C5

Grille de compétences (cocher)		Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Essayer, tester, réaliser, manipuler, mesurer, calculer	C1				
Raisonner, argumenter, ..., démontrer	C2				
Présenter la démarche, résultats, ... communiquer	C3				
Etre autonome dans son travail	C4				
Respecter les règles de vie de classe et autrui	C5				