



HAL
open science

Les problèmes ouverts, une piste de différenciation pédagogique ? (CM1)

Alice Gompertz

► **To cite this version:**

Alice Gompertz. Les problèmes ouverts, une piste de différenciation pédagogique ? (CM1). Education. 2016. dumas-01400231

HAL Id: dumas-01400231

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01400231v1>

Submitted on 21 Nov 2016

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.

**ECOLE SUPÉRIEURE DU PROFESSORAT ET DE
L'ÉDUCATION DE L'ACADÉMIE DE PARIS**

**LES PROBLÈMES OUVERTS,
UNE PISTE DE DIFFÉRENCIATION
PÉDAGOGIQUE ?
(CM1)**

ALICE GOMPERTZ

PROFESSEUR DES ÉCOLES STAGIAIRE

(1^{er} DEGRÉ, GROUPE E)

DIRECTEUR DE MÉMOIRE : RENAUD CHORLAY

ANNÉE : 2016

Mots clés : Différenciation, hétérogénéité, problèmes ouverts,
groupes homogènes, groupes hétérogènes

PLAN

Introduction	3
1. L'hétérogénéité et la différenciation pédagogique :	7
1.1 L'hétérogénéité	7
1.2 La pédagogie différenciée, définition et mise en œuvre.	8
1.2.1 Définition	8
1.2.2 Mise en œuvre	9
2. Les problèmes ouverts	12
2.1 Caractéristiques et objectifs du problème ouvert	13
2.1.1 Utiliser des problèmes en classe	13
2.1.2 Caractérisation d'un problème fermé	14
2.1.3 Les caractéristiques du problème ouvert	15
2.1.4 Objectifs	16
2.2 La mise en œuvre préconisée en classe	17
2.2.1 Phase de recherche	17
2.2.2 Phase débat	18
2.2.3 Le rôle de l'enseignant	19
3. Expérimentation	20
3.1 Hypothèses et méthode	20
3.1.1 Hypothèses d'expérimentation	20
3.1.2 Méthode	21
3.1.2.1 Modalités d'expérimentation et outils d'analyse	21
3.1.2.2 Choix des problèmes proposés	23
3.1.2.3 Formation des groupes	25
3.2 Mise en œuvre	26
3.3 Résultats	30
Conclusion	36
Bibliographie	39
ANNEXES	40

INTRODUCTION

La différenciation pédagogique est un thème récurrent de la pratique professionnelle enseignante. En effet, elle fait partie du référentiel de compétences des professeurs des écoles paru au BOEN n° 30 du 25 juillet 2013, sous la compétence, « *P3. Construire, mettre en œuvre et animer des situations d'enseignement et d'apprentissage prenant en compte la diversité des élèves.* »

L'enseignant doit donc prendre en compte la diversité des élèves dans son enseignement et plus particulièrement : « *Différencier son enseignement en fonction des rythmes d'apprentissage et des besoins de chacun. Adapter son enseignement aux élèves à besoins éducatifs particuliers.* »

Après 8 mois de pratique à mi-temps, en classe de CM1, dans le 17^e arrondissement de Paris, cette compétence me paraît la plus difficile à atteindre. En effet avant cette première année d'enseignement je pensais que l'hétérogénéité était du même ordre dans chaque classe et présentait quelques élèves en difficulté qu'il fallait aider particulièrement, en proposant d'autres consignes ou exercices et en étayant. Aux quelques très bons élèves, il fallait proposer des exercices plus difficiles pour qu'ils ne s'ennuient pas et atteignent le maximum de leurs capacités. Or dans ma classe, il y a une petite dizaine d'élèves en difficulté sur 24 et une majorité qui possède un très bon niveau et comprend très vite. Dans cette situation, j'ai eu à gérer cette difficulté d'aider les élèves qui n'avaient toujours pas réussi à commencer l'exercice tandis que le reste de la classe avait déjà terminé les 3 exercices demandés. Ces derniers me demandaient ce qu'il fallait faire ensuite ou de les corriger. Cette situation est la plus marquée en Mathématiques, même si elle peut également apparaître dans d'autres disciplines lorsque la notion est plus compliquée.

Leur donner plus d'exercices ne ferait que creuser l'écart avec les autres élèves et leur donner des exercices plus complexes nécessiterait de ma part une présence déjà sollicitée par les plus en difficulté. Cette situation problématique m'a fait remettre en cause ma pratique pour essayer de trouver un moyen de gérer cette hétérogénéité devenue problématique pour moi. De plus, j'ai pu remarquer que les élèves en difficultés perdent beaucoup de confiance en eux : en voyant ceux qui ont compris très rapidement et ont fini, ils voient tout de suite leur échec et pensent qu'ils sont « nuls ». Ce qui joue sur leur motivation. La motivation des bons

élèves est quelque peu émoussée également puisqu'ils s'ennuient et qu'ils considèrent les exercices comme trop faciles pour eux.

Cette situation problématique se manifestant le plus souvent en Mathématiques j'ai décidé d'orienter mon mémoire vers cette discipline.

Mais comment différencier sa pédagogie en mathématiques ? Un professeur m'a fait remarquer que les problèmes ouverts pouvaient être un outil intéressant de différenciation.

C'est l'idée qu'Eric BATTUT et Daniel BENSIMHON¹ soutiennent :

«L'outil de prédilection (de la différenciation en mathématiques. NDR) est très clairement la mise en place fréquente et régulière des problèmes de recherche, dans lesquels le maître agit pour aider chaque élève à participer à la recherche. On s'aperçoit à cette occasion que les mathématiques ne sont ni réservées à quelques-uns, ni plus difficiles qu'une autre matière scolaire. Ils représentent même un levier pour la réussite de tous les élèves.»^{p198}

Toutefois, a priori, les objectifs de l'utilisation du problème ouvert à l'école ne visent pas directement à la différenciation pédagogique. En effet, ce serait même plutôt l'inverse dans la mesure où les problèmes ouverts supposent une grande autonomie des élèves. Ils doivent trouver par eux même la solution et le professeur n'a pour rôle que de les relancer dans leur recherche et en aucun cas de les guider explicitement. De plus, la définition même de ce type de problèmes suppose que les élèves ne puissent pas trouver la solution instantanément. Ils doivent se retrouver en difficulté vis-à-vis de celle-ci. Ainsi le premier résultat de l'utilisation du problème ouvert serait de creuser encore plus l'écart entre les bons élèves et les élèves le plus fragiles. La pédagogie différenciée vise exactement à l'inverse, c'est à dire à réduire ces écarts grâce à la didactique. Il peut donc paraître intéressant de voir si ces problèmes ouverts peuvent être un levier de différenciation pédagogique en Mathématiques et par quels moyens. Gilbert ARSAC et Michel MANTE² proposent un début de réponse en développant l'idée que les problèmes ouverts sont bénéfiques autant pour les élèves en difficultés que pour les bons élèves, autant en difficultés qu'eux sur ce type d'exercice, ce qui peut ré-équilibrer leur confiance qu'ils ont en eux. De plus, ces élèves ont l'habitude de passer par des situations non conventionnelles pour trouver la solution d'un problème tel que les schémas ou les essais, erreurs. Or ces solutions sont à privilégier pour résoudre ce type de problèmes ce qui peut participer à les mettre en réussite par rapport aux autres élèves. De plus, pour les bons élèves

¹ Battut, E, & Bensimhon, D. (2009). *Comment différencier la pédagogie cycles 2 et 3*. Paris : Retz.

² Arsac, G, & Mante, M. (2007) *Les pratiques du problème ouvert*. SCEREN CRDP académie de lyon.

qui ont pour habitude de résoudre les problèmes presque de manière automatisée, ces nouveaux problèmes sont une mise en difficulté, qui les pousse à chercher d'autres solutions, ce qui est également bénéfique vis-à-vis de leur motivation.

La mise en oeuvre la plus courante des problèmes ouverts suppose un moment de recherche en groupe. Comme l'écrivent Gilbert ARSAC et Michel MANTE :

« nous voulons que les élèves travaillent en groupe (le groupe de quatre nous paraissant le plus approprié). Cela évite un découragement éventuel, diminue la peur de ne rien trouver, jugement les chances de production de conjectures dans un délai raisonnable. (...) Cela développe aussi la socialisation des élèves : apprendre à écouter l'autre, à prendre son avis en compte, à argumenter. » p 23

Or, depuis la rentrée, je me demande comment créer ces groupes pour obtenir le meilleur de chaque élève. J'ai pu remarquer, lors de mise en groupe hétérogène (de bons élèves avec des élèves en difficulté) que les élèves en difficultés avaient tendance à se reposer sur les bons élèves et en profitaient pour ne rien faire. Cette idée est reprise par Eric BATTUT et Daniel BENSIMHON :

« On voit trop souvent beaucoup d'enfants autour d'une même feuille sur laquelle se déplace un seul crayon tenu par une seule main. Dans ce genre de situation, l'enfant fragile n'est presque jamais celui qui écrit, exceptionnellement celui qui acquiesce sans même qu'on lui demande réellement son avis. Ainsi, au fil des expériences répétées de ce type de modalité, l'enfant moins habile s'habitue à cette posture d'élève qui au mieux valide, au pire décroche. (...) Ce travail de groupe, qui avait pour objectif de permettre à l'élève fragile d'être épaulé par ses camarades, risque de produire son inverse (...) Ainsi les écarts se creusent. »p75-76

Mon hypothèse est donc que des groupes homogènes de niveaux pourraient être plus intéressants dans la mesure où les élèves en difficultés seraient obligés de se mettre au travail, n'ayant plus le soutien de ceux qu'ils considèrent comme meilleurs qu'eux. Et les bons élèves seront obligés de convaincre leurs camarades que leur solution est la bonne, ce qui sera très intéressant.

J'ai donc décidé de tester ces propositions dans ma classe, en posant l'hypothèse que les problèmes ouverts sont plus motivants pour tous les élèves que les problèmes fermés. Et que la réalisation de ces problèmes en groupe homogène serait plus efficace qu'en groupe hétérogène.

Ainsi j'ai décidé dans une première partie de ce mémoire de comprendre d'où est née l'hétérogénéité des classes actuelles qui a permis la naissance de la pédagogie différenciée. Puis d'en revoir les principaux aspects et les différents moyens de la mettre en place concrètement dans nos classes.

Dans un second temps, il me faudra définir plus précisément ce qu'est un problème ouvert et en quoi son utilisation peut être vue comme un levier au service de la différenciation pédagogique.

Dans un troisième temps, la méthode utilisée sera présentée pour tester les hypothèses de départ ainsi que les résultats obtenus qui confirmeront ou infirmeront ces dernières. La conclusion de cette expérimentation devrait nous permettre d'améliorer notre pratique.

1. L'HÉTÉROGÉNÉITÉ ET LA DIFFÉRENCIATION PÉDAGOGIQUE :

1.1 L'hétérogénéité

Le terme d'hétérogénéité est apparu pour faire suite à l'utilisation du terme de classe hétérogène utilisé à partir des années 70. Les classes hétérogènes s'opposent aux classes homogènes qui se proposent de regrouper des élèves de mêmes niveaux. Cependant, d'après Guy AVANZINI³, les classes homogènes tant recherchées n'existent pas. En effet, selon lui, plus on essaie de faire disparaître les différences entre les élèves, plus elles vont avoir tendance à s'exprimer.

Jules FERRY, en rendant l'école obligatoire et gratuite en 1881 et 1882 amena une certaine hétérogénéité à l'école primaire. En effet, tous les enfants français durent aller à l'école, qui ne fut plus réservée à la seule élite. L'unique caractéristique de regroupement des élèves dans les classes était leur âge. Les classes sont donc depuis ce jour composées d'élèves de tous niveaux. Marie-Claude GRANDGUILLOT⁴ voit de plus cette hétérogénéité comme un moyen au service de fins politiques et sociales ; en effet, elle permettrait de maintenir ou conforter le lien social.

Il existe plusieurs types d'hétérogénéité dans les classes. Tout d'abord, **l'hétérogénéité de niveaux** comme l'explique Marie-Claude GRANDGUILLOT :

« Une classe hétérogène peut désigner une classe où l'écart entre la rapidité des uns et la lenteur des autres est très grand, ou bien celle où le nombre des moyens et des faibles l'emporte sur celui des bons et des assez bons. » p 33.

On peut parler également d'**hétérogénéité des origines sociales** ; les élèves de nos classes ont tous des vécus différents, que ce soit en termes de références linguistiques, sociales, religieuses ou culturelles. Ils proviennent de milieux sociaux différents, de cultures différentes, de familles monoparentales ou dont les parents sont divorcés... Toute cette disparité de références crée des distances entre les élèves entre eux ou entre les élèves et les savoirs de l'école. Les enseignants doivent donc les prendre en compte et les utiliser comme des richesses à exploiter pour la construction des nouveaux apprentissages.

³ Avanzini, G.(1991) «Pédagogie différenciée, pertinences et ambiguïtés » in *Différencier la pédagogie. Pourquoi ? Comment ?*, CRDP, Lyon,

⁴ Grandguillot, M., & Obin, J. (1993). *Enseigner en classe hétérogène*. Paris : Hachette.

Enfin, il existe une **hétérogénéité des comportements** vis-à-vis des apprentissages scolaires avec lesquels il faut également composer.

Pour pallier aux difficultés générées par les hétérogénéités est née la pédagogie différenciée.

1.2 La pédagogie différenciée, définition et mise en œuvre.

1.2.1 Définition

C'est en 1970, que l'expression « pédagogie différenciée » , fut utilisée par la première fois par Louis LEGRAND. En effet, ce dernier devient, en 1966, directeur de recherches à l'Institut pédagogique national (IPN), futur Institut national de recherche pédagogique (INRP). À ce poste, il lance une opération « collèges expérimentaux » (1967-1975 et 1977-1980). Ses observations le conduisent à affirmer ses conceptions sur la « pédagogie différenciée », comme réponse à l'hétérogénéité nouvelle des publics scolaires, et sur la « pédagogie fonctionnelle », dont le principe consiste à créer des situations où l'élève éprouve le besoin d'apprendre.⁵

Guy AVANZINI propose l'idée que l'égalité de droit des élèves vis-à-vis de l'école et de leur scolarité oblige à considérer les inégalités de fait et tenter de les réduire par la didactique. Ainsi selon lui l'homogénéisation des classes est impossible, et il ne peut pas y avoir une gestion équitable de l'hétérogénéité.

Selon Eric BATTUT et Daniel BENSIMHON⁶ :

« La pédagogie différenciée n'est pas une fin en soi. L'idée forte est de permettre à tous les élèves d'atteindre un objectif donné. Ce n'est pas développer une école à deux vitesses en rabaisant les exigences pour certains élèves. »

Ainsi on remarque que la pédagogie différenciée vise une individualisation des apprentissages pour les élèves, l'enseignant devant s'adapter à ces derniers et non le contraire. Cependant, il est indispensable que tous les élèves atteignent les objectifs et compétences du programme. L'individualisation des apprentissages ne doit pas faire baisser le niveau des exigences.

⁵ http://www.lemonde.fr/disparitions/article/2015/10/26/deces-de-louis-legrand-l-homme-qui-tenta-de-reformer-le-college-en-1982_4797230_3382.html#J3mh5jJ6B1b35j9m.99

⁶ Battut, E., & Bensimhon, D. (2009). *Comment différencier la pédagogie cycles 2 et 3*. Paris : Retz.

PERRENOUD⁷ lui aussi propose une démarche de la mise en place de ce type de pédagogie :

« Toute situation didactique proposée ou imposée uniformément à un groupe d'élèves est inévitablement inadéquate pour une partie d'entre eux. Pour quelques-uns, elle est trop facilement maîtrisable pour constituer un défi et provoquer un apprentissage. D'autres élèves, au contraire, ne parviennent pas à comprendre la tâche, donc à s'y impliquer. Même lorsque la situation est en harmonie avec le niveau de développement et les capacités cognitives des élèves, elle peut leur sembler dénuée de sens, d'enjeu, d'intérêt et n'engendrer aucune activité intellectuelle notable, donc aucune construction de connaissances nouvelles, ni même aucun renforcement des acquis. D'où une définition possible de la différenciation de l'enseignement : différencier, c'est organiser les interactions et les activités de sorte que chaque élève soit constamment ou du moins très souvent confronté aux situations didactiques les plus fécondes pour lui. »

La pédagogie différenciée devient un sujet de préoccupation important de la pratique enseignante. Cependant, sa mise en oeuvre concrète dans les classes reste à élaborer.

1.2.2 Mise en oeuvre

Il existe une multitude de façons de différencier l'enseignement. Nous choisissons ici de mettre en relief certaines d'entre elles qui nous paraissent innovantes ou particulièrement intéressantes.

1.2.2.1 Proposer un plan de travail aux élèves

Liée à la pédagogie du contrat, la mise en place d'un plan de travail individualisé pour chaque élève peut permettre au professeur une pédagogie différenciée efficace. L'idée est de proposer à chaque élève plusieurs activités (qui peuvent traiter de différentes disciplines) qu'il est capable de faire en autonomie. Un plan de travail différent adapté à ses compétences actuelles est proposé à chaque enfant. Ainsi l'élève doit réaliser toutes les tâches de son plan de travail, qui sont le plus souvent des exercices de consolidation d'une notion, dans un temps imparti. Cependant, il a le choix de l'ordre dans lequel il les effectue, ce qui est un facteur de

⁷ Perrenoud, P. (2005). *La pédagogie à l'école des différences : Fragments d'une sociologie de l'échec*. Issy-les-Moulineaux : ESF éditeur.

motivation très important. Pendant ces temps où les élèves mette en oeuvre leur plan de travail, le professeur peut aller aider individuellement certains élèves ou mettre en place des activités particulières répondant à des besoins spécifiques.

1.2.2.2 Le tutorat

Il peut être très intéressant de mettre en place dans sa classe un système de tutorat. En effet, régulièrement certains élèves terminent très rapidement le travail demandé. Il est alors intéressant de leur proposer d'aller aider un camarade en difficulté sur cet exercice. Cependant, il faut préparer préalablement l'intervention des tuteurs qui ne devront en aucun cas donner les réponses à leurs camarades, mais les amener à la trouver par eux mêmes. Ce dispositif peut être considéré comme très riche pour les enfants puisque l'élève ayant compris consolide un peu plus ses acquis en les expliquant à ses camarades et ceux qui rencontrent des difficultés bénéficient d'explications différentes de celles de l'enseignant. De plus, cette coopération entre élèves peut être bénéfique pour le climat de classe.

1.2.2.3 Les Aides Pédagogiques Complémentaires

Les Aides Pédagogiques Complémentaires (APC) peuvent également permettre de réserver un temps privilégié à la différenciation pédagogique. En effet, les enseignants peuvent choisir, avec un nombre restreint d'élèves éprouvant des difficultés sur certaines notions pour les revoir, de les expliquer différemment ou les consolider. L'enseignant peut également choisir d'aborder avec eux une notion en amont afin qu'ils se sentent plus en confiance vis-à-vis de celle-ci lorsqu'elle sera abordée en classe.

1.2.2.4 Différenciation pédagogique des contenus

L'enseignant peut également choisir de différencier en changeant la consigne d'un exercice pour certains, leur rajoutant des questions supplémentaires, ce qui leur permettra d'attendre l'objectif sans avoir à trouver par eux même les étapes intermédiaires. Il peut également proposer à ses élèves des outils supplémentaires, tels que leurs tables de multiplications, d'additions pour l'apprentissage des calculs posés, ou bien des listes de mots pour les dictées, ce qui réduira également la charge de travail à accomplir.

1.2.2.5 La constitution de groupes de besoins après évaluation diagnostique

Il est important de distinguer « groupe de besoin » et « groupe de niveau ». En effet, les groupes de niveaux sont des groupes où sont mis ensemble les élèves d'un même niveau souvent lié à une moyenne de résultat. Il est alors très difficile pour les élèves d'en changer et ces groupes peuvent avoir des effets stigmatisants.

Les groupes de besoin regroupent des élèves en difficultés ponctuellement sur un exercice. Ainsi un élève peut avoir besoin d'une aide ponctuelle sur une notion incomprise et non sur les autres. Les élèves considérés comme bons par les autres peuvent être amenés à faire partie de ses groupes de besoins à différents moments de l'année. L'enseignant regroupera alors les élèves en difficulté sur la notion abordée pour les aider à un moment particulier. Ceux qui n'ont pas besoin de cette aide effectueront l'exercice en autonomie. Ces regroupements sont effectués après évaluation diagnostique de l'enseignant. Ce dernier pourra voir objectivement les difficultés rencontrées par les élèves et créer les activités de remédiation adéquates.

1.2.2.6 Le travail en groupe

Eric BATTUT et Daniel BENSIMHON⁸ pensent que le travail en groupe peut être un facteur de différenciation. Ils présentent trois types de groupes ayant des effets différents en matière de différenciation. Ils insistent bien sur l'importance pour l'enseignant de réfléchir à la formation du groupe en fonction des objectifs désirés.

Ainsi la première possibilité est la formation de groupes homogènes, avec des élèves de niveau similaire, possédant des compétences communes et des difficultés récurrentes identiques. Le choix des groupes doit être fait suite aux évaluations diagnostiques ou formatives de l'enseignant, c'est à dire en utilisant des critères objectifs, sans tenir compte de ses ressentis subjectifs. Ces groupes sont évolutifs et doivent permettre à n'importe quel élève d'en changer au fil de l'année. Pour ces deux auteurs, ces groupes doivent être privilégiés pour des phases de remédiations et de renforcement à destination des élèves les plus fragiles pendant que les autres élèves travailleront en autonomie. Dans cette situation, l'élève ne bénéficie pas de l'aide de ses camarades, mais de celle du professeur.

On peut également proposer de former des groupes hétérogènes. Pour les auteurs, ce sont des groupes stables qui ne changent que trois ou quatre fois par an. Ce sont des regroupements de proximité spatiale des élèves. Leur formation doit comprendre un élève expert, un élève

⁸ cf note 1

fragile et les autres d'un niveau intermédiaire. Cependant d'après Eric BATTUT et Daniel BENSIMHON :

« ce n'est pas dans cette configuration que l'élève fragile bénéficie d'un maximum d'aides. Même si ses camarades de table ne refuseront pas de l'aider, ce soutien, quelque peu contraint, n'aura pas l'efficacité de celui de l'ami volontaire ».

Toujours d'après eux, les groupes par affinité seraient ceux qui bénéficient le plus aux élèves. En effet, la formation du groupe dépendant du choix des élèves, l'entente règnera dans ce cadre et les conflits seront inexistantes. De plus, ce serait dans ce type de groupes que les élèves les plus fragiles bénéficieraient de l'aide la plus efficace de leur camarade dans la mesure où, l'affectif jouant, les élèves plus experts seront toujours prêts à aider ceux qui le sont moins. De plus, l'élève en difficulté aura moins d'appréhension à exposer ses difficultés et demander de l'aide à ses amis.

Toutefois, la création de ses groupes peut devenir compliquée lorsque les élèves de la classe ne s'entendent pas ou qu'aucun élève ne veut dans son groupe un élève en difficulté du fait de son niveau.

Nous avons donc vu différentes mises en œuvre possibles de la pédagogie différenciée en classe. Il nous faut maintenant voir si les problèmes ouverts pourraient permettre une différenciation pédagogique. Dans un premier temps, nous allons préciser la notion de problème ouvert. Dans un second temps, nous aborderons la méthode à suivre pour les mettre en place.

2. LES PROBLÈMES OUVERTS

C'est en 1984, date de la première diffusion de *« problème ouvert et Situation problème »*, puis de l'ouvrage correspondant en 1988, que la pratique du problème ouvert s'est répandue dans les pratiques enseignantes.

Cette pratique est même encouragée dans le BO HS n° 1 du 14 février 2002 lié à l'application des programmes de mathématiques. On retrouve ainsi dans son introduction :

*« Dès l'école élémentaire, les élèves peuvent être confrontés à de véritables **problèmes de recherche**, pour lesquels ils 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, faire et gérer des essais successifs, élaborer une solution et en éprouver la validité, argumenter. Ces situations peuvent enrichir leur représentation des mathématiques, développer leur désir de chercher, leurs capacités de résolution et la confiance qu'ils peuvent avoir dans leurs propres moyens».

Cet extrait nous propose ainsi une première définition des problèmes ouverts et des objectifs qui sont liés à leur mise en œuvre en classe.

Les problèmes ouverts ont également leur place dans les nouveaux programmes de 2015⁹ :

Pour le cycle 2 : « On veillera à proposer aux élèves dès le CP des problèmes pour apprendre à chercher qui ne soient pas de simples problèmes d'application à une ou plusieurs opérations, mais nécessitent des recherches avec tâtonnements. » p78

Pour le cycle 3 : « On veille aussi à proposer aux élèves des problèmes pour apprendre à chercher qui ne soient pas directement reliés à la notion en cours d'étude, qui ne comportent pas forcément une seule solution, qui ne se résolvent pas uniquement avec une ou plusieurs opérations, mais par un raisonnement et des recherches par tâtonnements. » p 202.

Ainsi, tout enseignant doit proposer à ses élèves des problèmes ouverts. Il est donc intéressant d'en préciser les caractéristiques et objectifs. Puis de se demander selon quelles modalités les mettre en œuvre en classe. Enfin, on pourra se demander où trouver et comment choisir ce type de problèmes

2.1 CARACTÉRISTIQUES ET OBJECTIFS DU PROBLÈME OUVERT

2.1.1 Utiliser des problèmes en classe

D'une façon générale, l'utilisation du problème en classe est préconisée notamment pour donner du sens aux apprentissages. Comme l'indique cet extrait du BO n ° 11 du 26 novembre 2015 :

«La résolution de problèmes constitue le critère principal de la maîtrise des connaissances dans tous les domaines des mathématiques, mais elle est également le moyen d'en assurer

⁹ BO spécial n°11 du 26 novembre 2015.

une appropriation qui en garantit le sens. Si la modélisation algébrique relève avant tout du cycle 4 et du lycée, la résolution de problèmes permet déjà de montrer comment des notions mathématiques peuvent être des outils pertinents pour résoudre certaines situations.»

Les élèves sont donc confrontés très régulièrement à des problèmes en mathématiques.

Jean BRUN¹⁰ propose une définition du problème :

« un problème est généralement défini comme une situation initiale avec un but à atteindre, demandant à un sujet d'élaborer une suite d'actions ou d'opérations pour atteindre ce but. Il n'y a problème que dans un rapport sujet / situation, où la solution n'est pas disponible d'emblée, mais possible à construire. C'est dire aussi qu'un problème pour un sujet donné peut ne pas être un problème pour un autre sujet, en fonction de leur niveau de développement intellectuel par exemple.»

Ainsi, un enseignant peut donner un problème à ces élèves avec un objectif d'entraînement des élèves à l'application, d'une procédure ou d'une technique opératoire. L'enseignant peut également proposer une activité dont l'objectif est la découverte d'une nouvelle notion, il doit alors proposer une série de questions fermées amenant les apprenants vers cette notion, ce qui ne fait pas rentrer ces exercices dans la définition de problème selon BRUN.

Ainsi, il nous paraît important, dans un premier temps, de bien différencier problème ouvert et problème fermé, ces deux types de problèmes étant utilisés à l'école, mais ne relevant pas des mêmes objectifs.

2.1.2 Caractérisation d'un problème fermé

Le plus souvent, il est demandé aux élèves de résoudre des problèmes fermés, permettant le réinvestissement d'une technique opératoire vue précédemment ou d'une notion mathématique et d'en revoir le sens. On caractérise ces problèmes comme fermés quand la solution est induite dans la question et qu'elle ne demande que peu d'étapes de résolutions pour la trouver. En effet l'objectif de l'enseignant est alors que ses élèves comprennent l'énoncé et qu'ils arrivent à résoudre le problème. Pour ce type de problèmes, le plus souvent une seule procédure (la procédure experte) est attendue et l'enseignant s'attachera alors à en montrer l'efficacité aux élèves qui auraient pu proposer une autre procédure, afin que ces derniers

¹⁰ J. Brun (1990). « La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives », Maths-école, n°141, Janvier 1990 p.2-15, IRDP - Neuchâtel.

l'utilisent s'ils sont à nouveau confronté à ce type de problèmes. Cette utilisation du problème tend à créer des automatismes. En effet, Gilbert ARSAC et Michel MANTE déplorent le fait que « *pour les élèves, la recherche d'un problème se résume trop souvent à deviner les intentions du professeur, par exemple à trouver le chapitre du cours dont il est extrait* » p13.

Or si l'on reprend la définition de problème proposée de Jean BRUN, les problèmes fermés ne devraient pas s'appeler « *problèmes* » dans la mesure où la solution d'un problème fermé est le plus souvent « *disponible d'emblée* » pour reprendre les termes de BRUN.

Ainsi les élèves sont habitués à résoudre des problèmes fermés en classe, utiles pour s'exercer sur une notion acquise, mais peu enrichissant au niveau de la recherche scientifique et de la démarche scientifique. Il est également nécessaire de donner l'occasion aux élèves de se mettre en situation de recherche, pour comprendre toute la portée des mathématiques, qui n'est plus seulement la somme d'automatismes, ou propriétés et formules à apprendre. Et ainsi de s'exercer à la démarche scientifique, basée sur la succession d'essais, de conjectures, de tests et de preuves selon Gilbert ARSAC et Michel MANTE¹¹.

Il est intéressant de détailler maintenant les caractéristiques spécifiques des problèmes ouverts.

2.1.3 Les caractéristiques du problème ouvert

Gilbert ARSAC et Michel MANTE définissent le « problème ouvert » comme étant :

« un problème qui possède les caractéristiques suivantes :

- l'énoncé est court ;

- l'énoncé n'induit ni la méthode ni la solution (pas de questions intermédiaires ni de questions type "monter que"). En aucun cas, cette solution ne doit se réduire à l'utilisation ou l'application immédiate des derniers résultats présentés en cours ;

- le problème se trouve dans un domaine conceptuel avec lequel les élèves ont assez de familiarité. Ainsi, peuvent-ils prendre facilement "possession" de la situation et s'engager dans des essais, des conjectures, des projets de résolution, des contres-exemples.

Il est également souhaitable qu'il y ait plusieurs procédures possibles pour atteindre le résultat et éventuellement aussi plusieurs expressions de la solution, voire plusieurs solutions ou des possibilités de trouver des solutions partielles.» p 20

¹¹ cf note 2

Ainsi, l'énoncé doit être court et appartenir à un domaine familier des élèves pour que ceux-ci s'impliquent dans la recherche et aient envie de chercher. Ces caractéristiques provoquent chez l'élève une impression de simplicité de recherche de solution, ce qui est un facteur de motivation pour l'élève, toujours selon ces auteurs.

La seconde caractéristique proposée est celle qui différencie problème ouvert et problème fermé, et donne tout son intérêt au problème ouvert :

Il faut que l'énoncé soit réalisable par les élèves ou du moins qu'ils aient des moyens de chercher la solution. Les élèves ne doivent pas se sentir totalement démunis face à la difficulté du problème ou ressentir un manque de moyens de le résoudre. Ainsi, il faut que les élèves aient les connaissances ou du matériel (tel que la calculatrice) qui leur permettront de faire plusieurs d'essais dans le temps imparti.

La dernière caractéristique proposée permet d'augmenter également la motivation des élèves. En effet, s'il existe plusieurs réponses ou procédures possibles, cela augmente la probabilité que les élèves les trouvent, et donc leur motivation.

Si l'on ajoute la préconisation de faire réaliser ses problèmes en groupe, on peut déjà produire l'hypothèse que les problèmes ouverts favoriseront grandement la motivation des élèves.

2.1.4 Objectifs

L'objectif majeur des problèmes ouverts est de confronter les élèves à des situations inédites, et les pousser à trouver des procédures pour les résoudre. Ainsi les élèves doivent faire preuve d'imagination et de créativité pour choisir eux-même une proposition de solution, y renoncer ou en adopter une autre si besoin est.

Pour ce faire, il devra utiliser la démarche scientifique en faisant des essais pour produire une conjecture, puis en la testant par d'autres essais afin de prouver la validité de celle-ci.

La réalisation de problèmes ouverts permettrait également de changer le rapport aux Mathématiques, notamment celui des élèves en difficultés, comme l'expliquent Gilbert ARSAC et Michel MANTE :

« D'une façon générale nous constatons que très souvent ce type de problème permet aux élèves de voir les mathématiques autrement : non plus comme des exercices souvent dénués de sens qui consistent à appliquer des techniques, mais comme des lieux d'énigmes qui stimulent l'imagination, la créativité. C'est tout particulièrement vrai pour des élèves en difficulté par rapport aux mathématiques. »

Un objectif pour le professeur, outre cette confrontation des élèves à la démarche scientifique, pourrait être une évaluation diagnostique. En les regardant travailler, il peut voir quels concepts mathématiques sont choisis par ses élèves dans la résolution des problèmes, étudier les connaissances antérieures qu'ils sont capables de mobiliser et les erreurs qu'ils commettent. Toujours selon Gilbert ARSAC et Michel MANTE, cette évaluation diagnostique permet au professeur de concevoir et d'adapter au mieux à ses élèves les situations d'apprentissage futures.

Ainsi, si les problèmes ouverts permettent une évaluation diagnostique en vue d'une adaptation de l'enseignant à ses élèves, on pourrait penser qu'ils sont déjà au service de la pédagogie différenciée.

2.2 LA MISE EN ŒUVRE PRÉCONISÉE EN CLASSE

La mise en œuvre d'un problème ouvert en classe préconisée par l'IREM de Lyon suppose une phase de recherche proprement dite et une phase de mise en commun, appelée débat. Ces deux phases doivent normalement avoir la même durée, la phase débat pouvant être un peu plus longue que la phase recherche.

2.2.1 Phase de recherche

Lors de la première séance de problème ouvert, le professeur doit présenter ce type d'exercice à ses élèves et ce qu'ils vont devoir faire pour appréhender cette situation nouvelle.

Lors de toute séance, l'enseignant présentera le problème à ses élèves en s'assurant de sa compréhension par tous. Ensuite, les élèves pourront essayer de le résoudre individuellement. Ce moment de recherche personnel est important avant la mise en groupe pour que chacun ait déjà réfléchi à une piste de solution et ne soit pas seulement dans le groupe pour acquiescer à la première solution proposée. De plus, pendant cette première phase, l'enseignant peut voir si tous les élèves ont bien compris ce qu'il faut faire et ne font pas de contresens majeurs vis-à-vis de la tâche à effectuer. Si plusieurs élèves sont dans ce cas, le professeur peut revenir à l'énoncé du problème en insistant, par exemple, sur les contraintes à respecter.

Ensuite vient la phase de recherche en groupe. Les élèves sont donc installés en groupe selon le choix de l'enseignant et réfléchissent en commun à une solution. Ils testent leurs hypothèses et débattent de la meilleure façon de résoudre le problème.

L'enseignant annonce, 10 minutes avant la mise en commun, le temps restant imparti. Les élèves devront alors passer à la rédaction de leur réponse, ou de leur piste de réponse sur une grande affiche A3. Ils doivent aussi écrire s'ils le peuvent des explications pour convaincre leurs camarades de la validité de leurs solutions. Cette affiche doit être le miroir des discussions effectuées par les membres du groupe pendant la phase de recherche et refléter le travail commun, tous les élèves du groupe devant être en accord avec son contenu.

En effet, une particularité intéressante de ce dispositif est que ce sont les autres groupes d'élèves qui valident, ou pas, la solution proposée par chaque groupe durant la phase débat, et non l'enseignant.

2.2.2 Phase débat

Durant cette phase, les affiches sont présentées par chaque groupe aux autres et ceux-ci débattent de leur validité. Ainsi par ce débat, les solutions fausses pourront être écartées et les solutions exactes validées. Le but principal de cette phase est que tous les élèves participent et que toutes les solutions ou stratégies de recherches soient présentées et comprises par les autres.

Un soin particulier est apporté au débat lié à la première affiche présentée. Dans un premier temps, tous les élèves la lisent et essaient de la comprendre. Ils ne donnent pas leur opinion durant ce premier temps, mais essaient juste d'en avoir bien compris le sens. Si ce n'est pas le cas, ils pourront demander des éclaircissements à leurs auteurs.

Dans un deuxième temps, tous les autres groupes (sauf le groupe auteur) débattent de la solution proposée et doivent produire un texte commençant par « *nous acceptons la solution, car..* » ou « *nous refusons la solution, car ...* ». Le groupe auteur anticipera les critiques et préparera sa défense durant cette phase. Le professeur demandera à chaque groupe ses arguments pour valider ou infirmer la proposition d'affiche et écrira les arguments au tableau. Puis ce dernier invitera tous les élèves à un débat sur les arguments proposés par des questions du type : « *est-ce que cet argument est valable ?* ». Si la majorité des élèves est d'accord, l'argument est gardé, sinon il est barré.

L'affiche est ensuite validée ou invalidée pour faire suite aux arguments proposés.

Puis les autres affiches sont présentées, mais le débat est moins long, et relié à celui de la première affiche. Notamment, les affiches présentant les mêmes solutions sont regroupées.

Ainsi l'enseignant devra bien réfléchir au choix de l'affiche qui sera présentée en premier.

Pour conclure ce type de séance, Gilbert ARSAC et Michel MANTE proposent aux professeurs de revenir sur la notion de preuve en Mathématiques, ou sur le rôle d'un contre-exemple ou bien la reprise de notions de cours utilisées pour la résolution du problème.

2.2.3 Le rôle de l'enseignant

Nous l'avons vu, l'enseignant est présent et doit notamment choisir l'ordre de présentation des affiches, vérifier la compréhension de l'énoncé du problème. Cependant, ce dispositif de mise en œuvre du problème ouvert vise à une vraie autonomie des élèves, tant dans leur recherche que dans la validation ou non des solutions. Ainsi, durant le temps de recherche, l'enseignant doit faire très attention à intervenir le moins possible et en aucun cas donner la solution ni même une piste de solution.

Gilbert ARSAC et Michel MANTE¹² conseillent les enseignants sur la gestion d'un problème ouvert en classe :

« Il est tout d'abord essentiel d'abandonner l'idée (ce n'est pas facile) que le but de la séance est "qu'ils trouvent la bonne solution". Bien sûr, il est normal de souhaiter en arriver là, mais ce n'est qu'un but second.» p 27

«Ne pas fermer le problème mène souvent le professeur à répondre à une question par une autre, et à en poser lui-même, tout cela ayant pour but de maintenir l'activité de recherche. Pratiquer une pédagogie de l'encouragement conduit également à ne pas classer un résultat en "juste" ou "faux", mais à faire découvrir aux élèves comment ce résultat, même partiellement erroné, peut les faire progresser dans leur recherche. Ils apprennent ainsi, par l'expérience vécue, qu'il est normal de ne pas "trouver" du premier coup, mais que les tâtonnements ont leur valeur.» p 31.

Ainsi l'enseignant doit être très prudent dans ses interventions sollicitées ou non par les élèves, et viser à toujours relancer la recherche et non la fermer. Il doit également éviter l'excès d'intervention et laisser le plus d'autonomie possible aux élèves dans leur recherche.

Nous avons vu ci-avant ce qu'était un problème ouvert ainsi que les suggestions pour leur mise en place dans les classes. Nous allons nous intéresser maintenant à la manière dont je l'ai mis en place dans ma classe.

¹² cf note 2

3. EXPÉRIMENTATION

3.1 HYPOTHÈSES ET MÉTHODE

3.1.1 Hypothèses d'expérimentation

Ce mémoire a pour but d'étudier dans quelle mesure les problèmes ouverts peuvent être des leviers de différenciation pédagogique. Nous avons essayé de décrire, dans les parties précédentes, la pédagogie différenciée et les problèmes ouverts. Comme nous l'avons vu, les problèmes ouverts n'ont pas pour but premier, dans leur utilisation usuelle, la différenciation pédagogique.

Nous avons voulu, tester la motivation des élèves à effectuer ce type de problèmes, d'un format plus original et à l'énoncé moins calculatoire. En proposant cette hypothèse :

Hypothèse 1 : les élèves trouveront plus motivants les problèmes ouverts que les problèmes fermés.

De plus, il pourra être intéressant de mieux comprendre les origines de motivation des élèves.

Nous avons voulu également comparer l'effet du travail en groupe homogène et hétérogène sur les élèves :

Hypothèse 2 : les élèves se mettront tous au travail de manière plus efficace dans des groupes homogènes.

En effet, l'idée sous-jacente est qu'en groupe hétérogène, les élèves les plus fragiles se reposent sur les élèves qu'ils considèrent comme experts en ne produisant qu'une participation très réduite. De plus, les élèves les plus experts bénéficieraient également de mise en groupe homogène dans la mesure où il ne pourront plus imposer leur idée, mais devront convaincre d'autres élèves aussi experts qu'eux n'ayant pas forcément la même idée que leur approche est plus efficace pour la résolution du problème.

En fait, il n'y aurait pas de pédagogie différenciée à proprement dite durant les séances de problèmes ouverts, puisque les élèves devront trouver la solution par eux même, le professeur restant en retrait. Cependant, l'effet de ce gain d'autonomie pourrait être bénéfique pour la gestion de l'hétérogénéité future de la classe. En effet, nous espérons que les élèves, se rendant compte qu'ils sont capables d'agir sans le professeur pour résoudre un problème

considéré comme difficile, pourront prendre confiance en eux et en leur capacité à rechercher en autonomie, en ne demandant pas tout de suite l'aide du professeur.

De même, ils verront aussi que les autres élèves peuvent aussi leur apporter de l'aide. Ainsi, si le travail en groupe est efficace et qu'il y a de l'entraide entre les élèves, un système de tutorat pourra être instauré, dans une logique de pédagogie différenciée. D'où l'importance de bien réfléchir à la création des groupes par l'enseignant.

La dernière hypothèse que nous avons voulons tester est celle proposée par Gilles ARSAC et Michel MANTE¹³, qui suppose que les problèmes ouverts permettent de changer le rapport des élèves aux Mathématiques, et particulièrement pour les élèves en difficulté.

Hypothèse 3 : Les élèves en difficulté auront un rapport plus positif aux Mathématiques grâce aux séances de problèmes ouverts.

3.1.2 Méthode

3.1.2.1 Modalités d'expérimentation et outils d'analyse

Il est évident pour tester ces hypothèses, de mettre en place des séances de problèmes ouverts en classe. De plus si l'on veut comparer la motivation des élèves à réaliser des problèmes ouverts et fermés, il sera nécessaire d'inclure des séances de problèmes fermés dans l'expérimentation, afin de réaliser une comparaison directe.

Toutefois, les problèmes fermés sont usuellement réalisés individuellement et les problèmes ouverts en groupe. Cette différence risquait de fausser les résultats, puisque travailler en groupe est souvent plus motivant pour les élèves que de travailler individuellement. Aussi, pour neutraliser l'effet de cette variable, nous avons décidé de proposer des séances de problèmes ouverts ainsi que des problèmes fermés réalisés en groupes sous forme de rallye problème. Ainsi, les élèves devaient réaliser une série de problèmes fermés et rendre une feuille de solution commune au groupe. Ils devaient donc s'organiser pour être les plus efficaces possible en groupe.

Nous avons donc confronté les élèves successivement à deux rallyes de problèmes fermés et deux séances de problèmes ouverts durant cette expérimentation.

¹³ cf note 2.

Sur une même semaine, leur étaient proposés un rallye de problèmes fermés et une séance de problèmes ouverts, à un jour d'intervalle. À la fin de la semaine, les élèves devaient répondre à un questionnaire visant à comparer ces deux séances de problèmes.

De plus, pour tester la seconde hypothèse liée à la formation des groupes, la moitié des élèves a été placée dans des groupes homogènes et l'autre moitié dans des groupes hétérogènes. Ces mêmes groupes ont été conservés sur les deux séances de la même semaine. Lors de la deuxième semaine d'expérimentation, où deux autres séances ont été réalisées, les élèves ont changé de groupes et de condition : les élèves ayant été dans des groupes homogènes sur la première semaine ont été placés dans des groupes hétérogènes la deuxième semaine et inversement.

Enfin, pour mesurer le travail effectif des élèves durant ces différentes séances, nous avons utilisé deux indicateurs :

- Chaque élève a un brouillon pour pouvoir effectuer ses recherches avant de les écrire sur la feuille de solution. Les brouillons sont ramassés et analysés pour mesurer la quantité de travail effectué par chacun.
- Nous proposons également de remplir, durant la phase de recherche des problèmes, une grille de suivi de la participation des élèves, en mettant des croix, par tranches de cinq minutes, à côté des noms des élèves qui ne sont plus investis dans le travail de groupe durant cette période, soit parce qu'ils discutent avec des camarades ou font autre chose que le travail attendu.

Grâce à l'analyse de ces deux indicateurs, nous pourrons voir l'efficacité et la productivité de chaque élève durant la phase de recherche.

De plus, comme indiqué plus haut, il sera demandé aux élèves de remplir un questionnaire pour récolter leur ressenti à la fin de chaque semaine d'expérimentation.

Ainsi ils devront évaluer la difficulté des problèmes proposés vis-à-vis de leur niveau dans un premier temps. Cette question aura pour but de comprendre si la motivation des élèves à effectuer les problèmes est liée au niveau de difficulté ressentie.

En effet, nous formulons l'hypothèse que si les problèmes sont considérés, comme trop difficiles à résoudre par les élèves, leur motivation à les résoudre en est réduite d'autant.

Il nous paraît également, important de poser des questions liées à au ressenti des élèves vis-à-vis de leur participation dans le groupe pour comparer leur ressenti avec leur production

propre, évaluée à partir de leurs brouillons : ils considéreront peut-être qu'ils ont fait beaucoup de propositions de solution à leur groupe alors qu'effectivement ils n'auront pas été très productifs. Il nous paraît aussi important de mesurer le niveau de coopération dans le groupe, par une question liée à l'écoute de leur proposition par leurs camarades.

L'hypothèse que nous proposons est que si les élèves ne se sentent pas écoutés par leur camarade, ils sont moins motivés à résoudre les problèmes, ce qui les amène à une certaine inactivité.

La dernière question du questionnaire est liée à la comparaison des deux séances, rallye de problèmes fermés ou problème ouvert, en leur demandant quelle a été leur préférée et pourquoi. L'analyse de cette question ouverte pourra nous éclairer sur les facteurs de motivation des élèves ainsi que sur le changement potentiel de rapport aux mathématiques des élèves.

Le questionnaire proposé aux élèves à l'issue de la première semaine d'expérimentation était donc composé de ces questions. (cf. annexe 1)

À partir de l'analyse des questions ouvertes de la première semaine d'expérimentation, il nous a paru intéressant de rajouter au questionnaire de la deuxième semaine d'expérimentation des questions liées à l'entraide dans les groupes. En effet, l'entraide des élèves au sein d'un même groupe pourrait être selon nous un facteur intéressant de motivation des élèves : si un élève est bloqué, il peut avoir envie d'arrêter de travailler, tandis que si un autre élève de son groupe l'aide à débloquer la situation, l'élève sera plus enclin à continuer la résolution du problème.

C'est dans ce but qu'il a été demandé aux élèves, après la seconde semaine d'expérimentation, de dire s'ils avaient aidé d'autres élèves de leur groupe ou ont été aidés par ces derniers. (cf. annexe 2)

3.1.2.2 Choix des problèmes proposés

Le choix des problèmes proposé aux élèves a été l'objet d'une certaine réflexion. En effet, il fallait se référer aux caractéristiques des problèmes ouverts et fermés pour être sûrs de ne bien proposer que des problèmes clairement typés durant la séance correspondante.

Pour les rallyes problèmes, une autre question importante était le nombre de problèmes proposés. En effet, s'il y en avait trop ou trop d'une trop grande difficulté, les élèves verraient leur motivation diminuer d'autant, et si trop peu de problèmes étaient proposés, le travail effectué par chaque élève risquait d'être trop peu important.

Ainsi, pour le premier rallye de problèmes fermés, huit problèmes furent choisis. Tous ces problèmes relevaient des domaines de numération et calcul et ont été extraits de « 1000 problèmes », CM.¹⁴ (cf. annexe 3)

Ces problèmes sont des problèmes types de ceux effectués au cours de l'année, permettant le réinvestissement des connaissances sur les quatre opérations (addition, soustraction, multiplication, division euclidienne de deux entiers).

L'analyse de la question ouverte du questionnaire de la fin de première semaine d'expérimentation a montré que le nombre de problèmes fermés proposé était peut-être trop élevé. En effet, nous avons craint que cela ait pu freiner la motivation des élèves à les réaliser intégralement.

Ainsi le deuxième rallye n'a proposé que quatre problèmes fermés. Ces problèmes relevaient des domaines de géométrie et grandeurs et mesures. Ils ont été trouvés sur le site de l'académie de Nancy-Metz.¹⁵ (cf. annexe 4)

Ces problèmes étaient également des problèmes du même type que ceux effectués au cours de l'année, permettant le réinvestissement de connaissances liées aux domaines mathématiques de géométrie et grandeurs et mesures.

Le premier problème ouvert proposé a été trouvé dans le livre ERMEL ¹⁶ :

Il a été demandé aux élèves de trouver trois nombres consécutifs dont la somme est un nombre donné. La première somme proposée était 96 (les trois nombres à trouver étaient 31, 32 et 33). La seconde était 354 (les trois nombres à trouver étaient 117, 118 et 119).

Ce problème paraissait particulièrement intéressant, car la procédure à favoriser pour le résoudre est celle par essais / erreurs. En effet, cette procédure propose un rapport différent à l'erreur pour les élèves puisque l'erreur n'est plus un échec, mais permet de se rapprocher de la solution. En effet, certains élèves de la classe ont un rapport problématique à l'erreur, qu'ils vivent très mal. Aussi le fait de leur montrer que faire des erreurs peut être positif nous paraissait important.

¹⁴ R., C. L., & Goussé, J. (1996). *1000 problèmes : Niveau CM*. Paris : Hachette éducation.

¹⁵ <http://www4.ac-nancy-metz.fr/ia54-circos/iennancy1/spip.php?rubrique129>

¹⁶ Charnay, R., & Argaud, H. (2005). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes : cours moyen (première année)*. Paris : Hatier

De plus, le manuel ERMEL propose des situations didactiques qui sont le fruit de recherches pédagogiques et qui ont déjà été testées en classe, choisir un problème qui en est issu rend son utilisation rassurante. Enfin, ce problème a également été cité dans la thèse de Christine CHOQUET¹⁷ «*Une caractérisation des pratiques de professeurs des écoles lors de séances de mathématiques dédiées à l'étude de problèmes ouverts au cycle 3*» et propose une analyse de sa mise en œuvre, sur laquelle nous nous sommes appuyés.

Le second problème ouvert choisi (cf. annexe 5) appartient au domaine de la logique. Ce type de problèmes est original à l'école primaire, et les élèves n'y voient pas un problème appartenant aux Mathématiques puisqu'il ne propose aucun nombre et que la situation leur fait plus penser à une énigme. Il nous paraissait intéressant de voir si le fait d'utiliser un problème de logique jouerait un rôle sur la motivation des élèves à le résoudre, avec pour hypothèse que ces caractéristiques originales l'augmenteraient. De plus, pour résoudre ce second problème ouvert, la procédure à privilégier est un raisonnement par l'absurde, une technique mathématique utilisée par ailleurs. La mise en œuvre de ce problème ouvert est également présentée dans la thèse de Christine CHOQUET, ce qui a permis de préparer au mieux la mise en œuvre de ce problème en classe.

3.1.2.3 Formation des groupes

La formation des groupes pour la première semaine d'expérimentation a été effectuée en sur la base des moyennes des élèves en résolution de problèmes (fermés). Les élèves ont été regroupés sur trois niveaux (bon, moyen, faible). Après avoir caractérisé le niveau de chaque élève, six groupes de quatre élèves furent effectués, deux groupes hétérogènes comprenant deux élèves de bon niveau et deux élèves de faible niveau en résolution de problèmes, et quatre groupes homogènes : un de bons élèves, un d'élèves de niveau moyen et deux d'élèves de faible niveau. Les affinités ont également été prises en compte pour la création de ces groupes, les élèves ne s'entendant pas n'ayant pas été mis dans les mêmes groupes.

La formation des groupes de la seconde semaine d'expérimentation a été effectuée après analyse de la grille de participation des élèves de la première semaine d'expérimentation. Tout

¹⁷ Choquet. C. (2014). *Une caractérisation des pratiques de professeurs des écoles lors de séances de mathématiques dédiées à l'étude de problèmes ouverts au cycle 3*. Université de Nantes.

d'abord, chaque élève a été changé de condition, les élèves qui avaient été en groupes hétérogènes ont été placés en groupes homogènes, et inversement. Ainsi ont été créés quatre groupes hétérogènes composés chacun d'un élève de niveau faible, un élève de bon niveau et deux élèves de niveau moyen. Deux groupes homogènes ont été créés, un composé d'élèves de bon niveau et un autre composé d'élèves de niveau faible qui avaient peu participé lors de la première semaine d'expérimentation. En effet, l'idée était que ces élèves moins impliqués seraient obligés de s'investir plus dans la résolution de problèmes, puisque ne pouvant plus se reposer sur les autres élèves qu'ils considéraient comme meilleurs qu'eux.

3.2 MISE EN ŒUVRE

Il a fallu, dans un premier temps, présenter l'expérimentation aux élèves. Dans l'école où a été effectuée cette expérience, les collègues de CM1 ont décidé mettre en place des défis maths dans leur classe (qui proposent des rallyes problèmes composés de problèmes ouverts et fermés à résoudre en groupe). Nous avons décidé de dire aux élèves qu'ils allaient effectuer des rallyes de problèmes pour s'entraîner à leur future participation au défi math où ils se confronteront aux autres élèves de CM1 de l'école. Ainsi, les élèves se sont volontiers engagés dans l'activité.

La consigne était de finir tous les problèmes dans le temps imparti en s'organisant comme ils voulaient dans le groupe. Ils n'avaient pas le droit de demander d'aide à l'enseignante durant la phase de résolution des problèmes, tous les groupes étant en compétition. L'enseignante a insisté sur le fait que les élèves devaient lire les énoncés avec beaucoup d'attention, car ils contenaient des pièges.

Lors de la première semaine d'expérience il y avait trois absents, certains groupes se sont donc retrouvés à trois au lieu de quatre.

Durant la phase de recherche l'enseignante n'est intervenue qu'une fois pour expliciter une question : « quel est le coût de sa commande » certains élèves n'étant pas sûrs du sens du mot « coût ».

L'organisation de recherche des problèmes fermés fut à peu près la même dans tous les groupes : chaque élève effectuait au moins un problème choisi, les solutions proposées n'étant pas vérifiées par les autres membres du groupe.

Lors de la fin du temps imparti les groupes sont invités à rendre leur feuille réponse, certains groupes n'ont apporté aucune réponse pour plusieurs problèmes. L'enseignante corrigea leur

rendu au cours de la semaine et leur donna le classement des groupes en fonction du nombre de problèmes réussis ainsi qu'une correction orale rapide des problèmes qu'ils avaient à effectuer. L'enseignante a remarqué que la plupart des erreurs de résolution de problème étaient dues à des données oubliées liées à une lecture trop rapide de l'énoncé. Elle a ainsi fait remarquer aux groupes que si d'autres élèves du groupe avaient vérifié les solutions proposées, des erreurs auraient pu être évitées et les résultats du groupe auraient été meilleurs. Une vraie cohésion et coopération a été observée dans les groupes et peu de conflits ont été recensés. En revanche, quelques élèves se sont plaints du peu d'engagement d'autres élèves qui ne souhaitaient pas s'engager dans la résolution des problèmes.

Les mêmes observations ont été effectuées durant la seconde séance de rallye de problèmes fermés.

Il est important d'introduire les problèmes ouverts aux élèves comme des problèmes différents de ceux traités habituellement, selon Gilbert ARSAC et Michel MANTE¹⁸.

Une première séance de problèmes ouverts avait déjà été proposée aux élèves avant l'expérimentation. L'enseignante avait présenté ces problèmes comme difficiles et demandant une résolution différente de celle habituelle. En effet, les élèves ne peuvent pas résoudre ces problèmes par une simple opération ou suite d'opération comme ils en ont l'habitude, mais doivent utiliser d'autres procédures pour les résoudre.

Ainsi, au début de la première séance de problème ouvert de l'expérimentation, l'enseignante est revenue sur la différence entre ce type de problème et ceux qu'ils ont l'habitude de traiter et sur le fait qu'ils pourront rechercher la solution de la manière dont ils veulent. L'enseignante a également insisté sur le fait qu'il existe plusieurs façons de trouver la solution.

Pour le premier problème, elle s'est d'abord attachée à être sûre de la compréhension de tous de l'énoncé et notamment des contraintes à respecter, comme cela était préconisé dans le manuel ERMEL et la thèse de Christine CHOQUET.

Ainsi, dans un premier temps, elle a demandé aux élèves de lui donner trois nombres qui se suivent et a écrit au tableau plusieurs exemples pour que tous les élèves aient bien compris ce que cela signifiait. Puis elle a écrit à côté la somme des nombres proposés en exemple pour que tous les élèves comprennent bien ce qui était attendu.

Ensuite a été proposée la première partie du problème. Les élèves devaient donc trouver individuellement les trois nombres consécutifs ayant pour somme 96.

¹⁸ Cf note 2

Cette phase de recherche individuelle a permis l'appropriation du problème par tous. Elle a duré une dizaine de minutes. Puis la correction fut proposée et des exemples de solutions erronées furent également présentés. En effet, ces solutions erronées proposaient soit trois nombres qui se suivaient ne donnant pas la bonne somme, soit trois nombres qui ne se suivaient pas, mais dont la somme était celle attendue. Ainsi l'enseignante a pu insister sur la nécessité de répondre aux deux contraintes de l'énoncé.

Les élèves ont ensuite dû trouver les trois nombres qui se suivent dont la somme est 354. Pour cette recherche, ils étaient en groupe. Durant cette recherche, l'enseignante a pu observer que les élèves effectuaient leur recherche individuellement et que dès qu'un élève trouvait la solution, les autres s'arrêtaient de chercher. Cependant, l'élève en question devait expliquer sa procédure de recherche aux autres membres du groupe, pour qu'ils puissent tous procéder à l'écriture de l'affiche à présenter à leurs camarades.

L'enseignante a pu observer durant cette phase d'écriture de l'affiche un engagement de la majorité des élèves même s'ils n'étaient pas l'auteur de la solution trouvée.

Tous les groupes ont réussi à trouver la solution, plus ou moins rapidement.

L'enseignante n'a pas choisi la mise en œuvre préconisée pour la phase de débat. En effet, elle a proposé que chaque groupe vienne présenter aux autres son affiche, en expliquant la procédure employée. Comme tous les groupes avaient trouvé la solution, le débat sur la validité de la solution proposée fut rapide et peu fertile.

L'enseignante a cependant mis en exergue que certaines procédures étaient plus efficaces que d'autres : Certains ont d'abord divisé la somme par trois pour s'approcher au plus près de la solution recherchée. D'autres ont d'abord trouvé le chiffre des centaines correct puis ont procédé par essais erreurs pour trouver le nombre de dizaine et d'unités. Certains groupes ont procédé à de multiples tâtonnements pour arriver à la solution alors que d'autres y sont arrivés de manière plus experte. (cf Annexe 6)

À la fin de cette séance, les élèves ont répondu au questionnaire de retour d'expérience, l'enseignante leur ayant dit que leurs réponses lui permettraient d'affiner son enseignement pour ses futurs élèves où les futures séances de résolution de problèmes en classe. Elle leur a indiqué qu'il n'y avait ni bonnes ni mauvaises réponses attendues, mais que c'était leur ressenti qui importait. De plus, elle leur a demandé d'apporter un soin particulier et beaucoup de détail à la réponse de la question ouverte du questionnaire.

Pour le second problème ouvert proposé, l'enseignante a lu avec les élèves l'énoncé en insistant sur la condition « *un seul des quatre enfants dit la vérité* ». De plus, elle leur a dit qu'ils devraient impérativement donner une preuve de la véracité de leur réponse pour pouvoir convaincre les autres.

Les élèves ont donc commencé la recherche de solution en groupe. Ici, les élèves ont discuté entre eux pour trouver la solution, ce qui fut différent du fonctionnement adopté sur le premier problème ouvert proposé.

Cependant, tous les groupes s'orientaient vers une solution erronée. En effet, leur raisonnement ne tenait pas compte de la condition « *un seul des quatre enfants dit la vérité* », ils s'attachaient à essayer de résoudre le problème comme ils l'auraient fait s'ils étaient eux-mêmes impliqués, avec des raisonnements du type : « *comme deux personnes disent que c'est lui, c'est forcément lui* » ou « *comme personne n'a dit que c'était elle ça ne peut pas être elle* ».

L'enseignante intervint donc dans chaque groupe pour leur rappeler la condition logique, et que ce n'était qu'en confrontant leur réponse à cette condition qu'ils arriveraient à une solution qu'ils pourront prouver.

La majorité des groupes ayant trouvé une mauvaise réponse à partir de leur raisonnement subjectif, l'enseignante s'est alors attachée à montrer par un raisonnement par l'absurde que la réponse proposée était erronée. Cela a permis de relancer la recherche au sein des groupes, et de permettre à tous de trouver la bonne solution.

La phase débat fut également assez courte sur ce deuxième problème. Chaque groupe y a présenté son affiche et son raisonnement. Les raisonnements oraux proposés n'étaient pas très clairs (cf Annexe 7), mais cette séance a permis une première approche du raisonnement logique. L'enseignante reformula le raisonnement par l'absurde effectué dans les groupes, et clôtura rapidement la séance par manque de temps : la mise en commun aurait pu être développée.

Cette séance a également été marquée par une grande cohésion dans les groupes. On le voit notamment dans l'analyse des brouillons des élèves : les recherches individuelles n'ayant pas été concluantes, les groupes ont rapidement cherché tous ensemble, et n'ont utilisé qu'un seul brouillon.

3.3 RÉSULTATS

Rappel des hypothèses formulées :

Hypothèse 1 : les élèves trouveront plus motivants les problèmes ouverts que les problèmes fermés.

Hypothèse 2 : les élèves se mettront tous au travail de manière plus efficace dans des groupes homogènes.

Hypothèse 3 : Les élèves en difficulté auront un rapport plus positif aux Mathématiques grâce aux séances de problèmes ouverts.

Nous nous intéresserons peu dans cette expérimentation au **taux de réussite** des problèmes ouverts et fermés. Ce n'est pas l'objet de notre étude, puisque notre hypothèse est que les problèmes ouverts sont plus motivants pour les élèves que les problèmes fermés.

Ceci étant, nous avons pu noter un taux de réussite plus faible qu'attendu aux rallyes de problèmes fermés. Il s'agissait d'ensembles de problèmes familiers aux élèves, qui auraient pu avoir un taux de réussite élevé. Si l'on fait la moyenne sur tous les groupes, ils n'ont réussi à résoudre correctement que la moitié des problèmes fermés proposés.

Pour valider ou invalider nos hypothèses de travail, nous avons créé des indicateurs, afin de faire des comparaisons chiffrées nous permettant de confirmer ou infirmer les hypothèses sur l'échantillon choisi.

Ainsi, nous avons défini le **taux d'implication** des élèves, établi à partir de la densité des travaux réalisés par les élèves sur leurs brouillons et du suivi du temps de travail et de décrochage de chacun des élèves au sein des groupes à partir d'une grille remplie par l'enseignante pendant l'activité (exemple de grille en annexe 8).

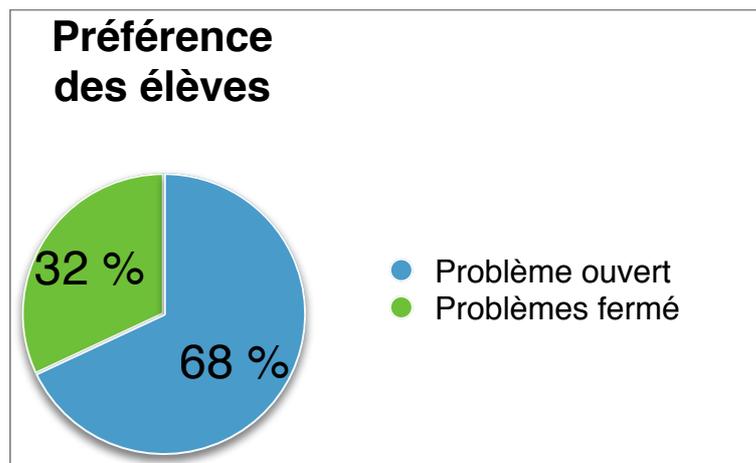
Nous avons défini également de **taux d'échange** entre élèves, calculé à partir des réponses des élèves au questionnaire concernant l'écoute par leur groupe des solutions qu'ils ont proposées, ainsi que le fait d'avoir aidé un camarade ou avoir été aidé.

La définition de ces indicateurs est détaillée en annexe 9.

Intéressons-nous à l'Hypothèse 1 qui propose que les problèmes ouverts soient plus motivants pour les élèves que les problèmes fermés.

Cette hypothèse se confirme sur l'expérimentation menée. En effet, notre étude quantifiée montre que les élèves ont été environ 40 % plus impliqués dans la réalisation des problèmes ouverts que des problèmes fermés. Ce taux d'implication découle selon nous de l'intérêt des élèves à réaliser la tâche proposée et de leur motivation pour s'y impliquer, qui y est étroitement liée.

L'analyse des réponses montre également qu'une grande majorité des élèves a préféré les séances de problèmes ouverts à celles de problèmes fermés.



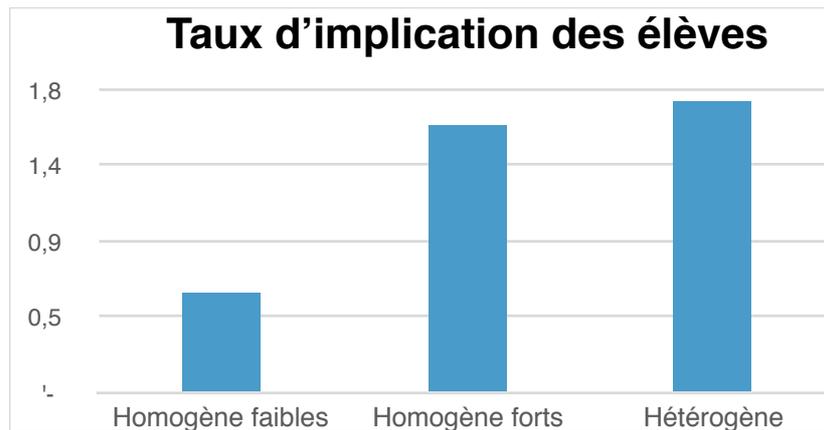
Les réponses des élèves aux questions ouvertes de notre questionnaire explicitent cette préférence : les élèves évoquent souvent le travail en groupe comme facteur de motivation, ils apprécient également le caractère ludique de la tâche (ce qui est plus naturellement le cas selon eux pour les problèmes ouverts). Enfin, ils évoquent souvent le niveau de difficulté. Certains ont préféré tel ou tel type de problèmes, car il était plus facile selon eux. D'autres ont préféré tel ou tel type de problèmes parce qu'il était difficile selon eux, mais qu'ils ont réussi à le résoudre. Ainsi le fait d'avoir réussi ou non à résoudre le problème est également un facteur de motivation pour les élèves de l'échantillon.

Il est cependant important de noter que le taux de préférence est très différent selon le problème ouvert choisi : à la fin de la première semaine la moitié des élèves avaient préféré la séance de problème fermé, alors qu'à la fin de la seconde semaine seuls trois élèves seulement sur 24 ont préféré la séance de problème fermé. Nous pensons que cette grande différence est due au fait que le second problème relevait du domaine de la logique et ne comprenait aucune

donnée numérique, et donc a été vu comme beaucoup plus ludique et moins difficile puisque n'appartenant pas de façon évidente au domaine des Mathématiques.

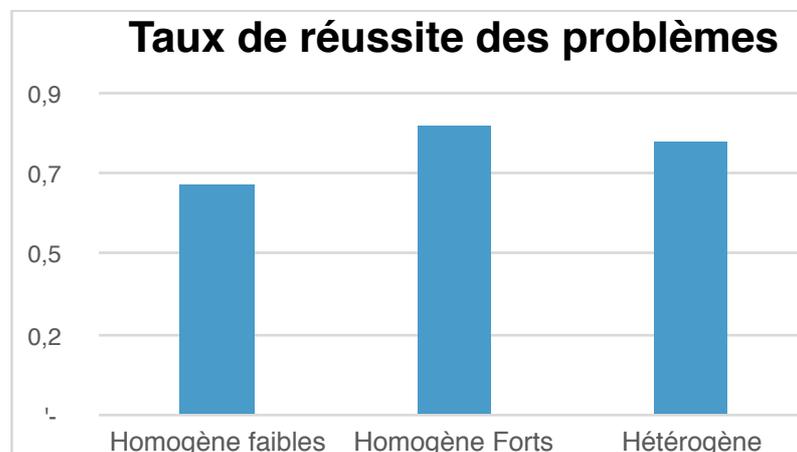
Nous avons proposé en Hypothèse 2 que la formation de groupes homogènes serait plus intéressante pour les élèves, particulièrement pour les élèves avec un niveau plus faible qui pourraient s'impliquer plus dans l'activité.

L'analyse des taux d'implication sur notre expérience montre un résultat inverse :



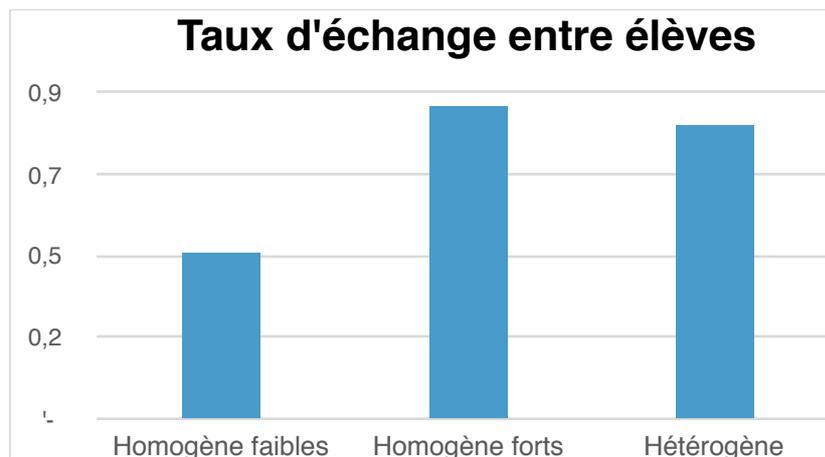
Le taux d'implication le plus élevé est celui des groupes hétérogènes. Les élèves faisant partie d'un groupe homogène de niveau élevé ont également un taux d'implication élevé, presque égal à celui des élèves appartenant à des groupes hétérogènes. En revanche, l'implication des élèves appartenant à un groupe homogène de niveau faible est nettement moins, presque trois fois inférieure selon notre système de notation.

La même remarque peut être faite sur les taux de réussite :



Ainsi, on remarque que le meilleur taux de réussite revient au groupe homogène de bon niveau, résultat nullement surprenant. Le taux de réussite des élèves en groupes hétérogènes est très proche de celui des groupes homogènes de bon niveau. En revanche, Le taux de réussite des groupes homogènes faible est inférieur à ces deux types de groupes précédents.

De plus, leur taux d'échange reste également le plus faible vis-à-vis des deux autres types de groupes :



Les groupes homogènes de faible niveau ont un taux d'échange presque deux fois moins élevé que celui des groupes homogènes de bon niveau possédant le taux d'échange le plus élevé. Le taux d'échange des groupes hétérogènes reste important et très proche de celui des groupes homogènes forts.

Ainsi nous pouvons conclure que l'utilisation des groupes homogènes pour ce type d'activité n'est pas à favoriser puisqu'elle met en échec les élèves appartenant aux groupes homogènes de niveau faible. A contrario, les groupes hétérogènes ont des taux d'implication, de réussite et d'échange suffisamment élevés pour privilégier ce type d'organisation dans la résolution de problèmes.

Nous avons posé en Hypothèse 3, le fait que les problèmes permettaient de changer le rapport des élèves aux Mathématiques, notamment pour les élèves en difficulté. Il est cependant difficile d'affirmer au vu de nos indicateurs quantifiés que tel est le cas. Cependant, certaines réponses d'élèves aux questions ouvertes de notre questionnaire vont dans le sens de l'hypothèse.

Comme cette réponse d'une élève ayant un niveau très faible en résolution de problème fermé.à la suite du problème ouvert ; où c'est elle qui a trouvé la solution alors que son groupe comprenait des élèves de bon niveau en Mathématiques :

« Je préfère celle de mardi, car elle est plus compréhensible pas de difficultés et en plus je l'aimais. Je l'aimais, car c'était le moment où on devait réfléchir dans notre cerveau et ceux qui avaient réussi étaient pleins de joie. Tout le monde criait OUI ! Voilà pourquoi j'ai préféré mardi. » (cf. annexe 10)

Une réponse d'une autre élève de faible niveau va dans le même sens :

« Parce que mardi j'ai pu résoudre un problème difficile alors que lundi je n'ai pas réussi. »

Un autre élève en difficulté propose : *« J'ai aimé la séance de mardi parce que j'ai participé. »* Ce qui peut laisser supposer que le problème était assez accessible pour qu'il se sente en mesure de participer à sa résolution.

« Je trouve que j'ai préféré le mardi, car il était moins difficile et que le groupe m'écoutait plus. » Cette élève en difficulté fut plus écoutée lors de la séance de problème ouvert. Il nous semble qu'elle a été considérée par le groupe comme ayant la même capacité à résoudre un problème atypique.

Par ailleurs, les élèves ayant un bon niveau indiquent qu'ils aiment les problèmes ouverts, car ils sont plus compliqués et constituent un challenge pour eux. En effet, la facilité d'une tâche peut jouer plutôt négativement sur la motivation de ces élèves :

« car mardi nous étions plus "aux taquet" et la mesure c'est pas trop mon truc et le problème ouvert c'est comme une énigme . J'adore ! »

« J'ai préféré la séance de mardi, car c'était plus long et dur. »

« J'ai préféré le problème de mardi, car ça nous a plus creusé la tête et quand c'est complexe moi ça j'adore voilà pourquoi j'ai préféré le problème de mardi. »

« J'ai bien aimé la séance de mardi, car il fallait bien réfléchir et se concentrer, j'aime ça !! »

Nous pouvons donc conclure que ces séances de problèmes ont joué un rôle positif vis-à-vis du rapport des élèves aux Mathématiques, avec une réelle contribution des problèmes ouverts : Sur l'expérience testée, nous avons pu constater que le problème ouvert était un facteur de motivation, tant pour les élèves en difficulté que pour les bons élèves.

Par ailleurs, cette expérience nous a permis de montrer que la composition des groupes à un rôle significatif vis-à-vis de l'implication des élèves et de leur réussite, mais dans une logique

opposée à notre hypothèse initiale : il convient de favoriser la composition de groupes hétérogènes pour ce type d'activité.

CONCLUSION

Ce mémoire avait pour but de s'intéresser à la pratique du problème ouvert en classe et de voir si le problème ouvert pouvait permettre une pédagogie différenciée ou du moins de mieux gérer l'hétérogénéité d'une classe.

L'expérimentation menée nous a convaincu de l'utilité de ce type d'activité dans nos classes. Les textes préconisent d'utiliser avec ses élèves des problèmes ouverts trois à quatre fois par an. Une telle activité est facile à mettre en œuvre ponctuellement et a des effets positifs, comme nous avons pu le remarquer dans nos résultats. Il semblerait cependant que cette pratique ne soit pas encore généralisée dans les établissements, au regard du sondage très limité que nous avons effectué.

Il faut noter toutefois, que le but de ce mémoire n'est en aucun cas de remettre en cause l'utilisation des problèmes fermés qui sont très importants pour l'acquisition du sens des apprentissages en mathématiques. Et nous pensons que leur utilisation possède entièrement sa place à l'école primaire.

Par ailleurs, le choix de constituer des groupes homogènes ou hétérogènes pour effectuer les différentes tâches scolaires peut poser question à certains enseignants. Ce travail de recherche propose une réponse à cette question : , nous pouvons conclure que lorsque le travail demandé a pour but est la résolution de problème en groupe en favorisant les échanges entre les différents élèves avec une intervention moindre de l'enseignant, il serait préférable de privilégier les groupes hétérogènes, et ne conserver la mise en groupe homogène que dans l'hypothèse d'une présence forte de l'enseignant.

Nous allons maintenant tenter de conclure sur la question de l'utilisation du problème ouvert comme levier de différenciation pédagogique.

Nous pouvons tout d'abord remarquer que lors de la réalisation de problèmes fermés, il y avait un besoin important de différenciation pédagogique au vu de la grande hétérogénéité observée pour ce type d'exercice.

Or les séances de problèmes ouverts n'ont demandé aucun dispositif de différenciation pédagogique de la part de l'enseignant. En effet, le fait de les faire travailler en groupe a permis aux élèves en difficulté de s'appuyer sur les savoirs des élèves plus experts qu'eux

pour les aider. De leur côté, plutôt que d'avoir fini rapidement, de s'ennuyer ou d'attendre un autre travail à réaliser les élèves experts ont pu naturellement profiter de ce temps pour expliquer des points ou aider les élèves les plus en difficulté de leur groupe. En effet, la réussite du groupe ne tenant pas qu'à ses performances personnelles, l'élève est obligé d'aider également ses camarades pour que le rendu soit le plus réussi possible.

Ainsi cette situation de groupe bénéficie aux élèves de tous niveaux. On pourrait donc penser que cette situation de recherche en groupe et d'entraide pourrait être un bon point de départ pour la mise en place de tutorat en classe, pour les autres activités à effectuer individuellement.

De plus, les élèves se retrouvant en autonomie maximale pour la résolution de problèmes « difficiles » doivent se faire confiance et apprendre à réfléchir seuls ou en groupe, à des cheminements de recherche. Peut-être qu'en se rendant compte qu'ils sont capables de réussir seuls, ils auront plus confiance en leur capacité pour les futures activités et essaieront dans un premier temps de résoudre la situation qui leur pose problème avant de demander de l'aide à l'enseignant.

Un autre aspect de cette autonomie serait également de faire confiance aux capacités de leurs camarades et de comprendre que l'enseignant n'est pas seul à pouvoir fournir l'aide appropriée, ce qui est également un bon élément pour la mise en place de tutorat en classe.

Enfin, la constitution de groupes hétérogènes sur des problèmes ouverts a aussi un impact positif sur la motivation des élèves experts qui souvent s'ennuient et ne sont pas stimulés au maximum de leurs capacités.

Les élèves de l'échantillon ayant particulièrement apprécié ce type de séance, il a été décidé de proposer des problèmes ouverts aux élèves ayant terminé leurs exercices, comme travail d'autonomie. Ils peuvent résoudre ses problèmes en groupe avec d'autres élèves ayant également terminé leurs activités. Ce temps d'autonomie proposé aux élèves permet à l'enseignant de se consacrer aux élèves en difficulté sur un exercice sans avoir à s'occuper des élèves ayant terminé. De plus, cette mise en place a été particulièrement appréciée par les élèves qui précédemment, avaient tendance à s'ennuyer lorsqu'ils avaient terminé et qui voient aujourd'hui ces problèmes comme des challenges. De plus, ce n'est pas une activité purement occupationnelle, puisqu'elle permet aux élèves de développer leur capacité de recherche. Certains élèves ont même ramené ces problèmes à la maison et les ont proposés à

leurs parents qui ont apprécié de se mettre également dans cette posture de recherche, les élèves étant fiers d'avoir résolu un problème que même leurs parents ou grands frères et sœurs ont des difficultés à résoudre.

Ainsi la mise en place des problèmes ouverts, a permis l'arrivée en classe, de nouveaux dispositifs de pédagogie différenciée et une meilleure gestion de l'hétérogénéité. Nous pouvons donc conclure que les problèmes ouverts peuvent donc bien être un levier de gestion de l'hétérogénéité en classe.

Nous ne concluons pas que les problèmes ouverts sont « la solution miracle » de gestion de l'hétérogénéité en classe, d'autant plus que cette mise en place n'aura peut-être pas les mêmes effets dans une classe différente. Cependant, nous avons vu que leur mise en place en classe est préconisée par le programme, et que des effets positifs en ressortent à l'usage. Nous concluons donc en proposant que les problèmes ouverts sont un outil très intéressant à la disposition des enseignants.

Il pourrait être intéressant dans une future recherche de vérifier si les problèmes ouverts pourraient vraiment permettre de changer le rapport des élèves, notamment celui des élèves en difficulté, vis-à-vis des mathématiques. En effet, nous avons vu quelques réponses qui allaient dans ce sens cependant il est difficile de savoir si ces résultats auront un impact durable sur les élèves.

Il pourrait également être intéressant de mettre en place un dispositif de tutorat dans cette classe suite à cette expérimentation, et d'étudier si la pratique plus régulière du problème ouvert est un facteur facilitant la mise en place d'un dispositif de tutorat entre élèves en classe.

BIBLIOGRAPHIE

- Arsas, G., & Mante, M. (2007) *Les pratiques du problème ouvert*. SCEREN CRDP académie de Lyon.
- Avanzini, G.(1991) «Pédagogie différenciée, pertinences et ambiguïtés » in *Différencier la pédagogie. Pourquoi ? Comment ?*, CRDP, Lyon.
- Battut, E., & Bensimhon, D. (2009). *Comment différencier la pédagogie cycles 2 et 3*. Paris : Retz.
- BO spécial n°11 du 26 novembre 2015.
- BOEN n° 30 du 25 juillet 2013
- Brun, J. (1990). « La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives », *Maths-école*, n°141, Janvier 1990 p.2-15, IRDP - Neuchâtel.
- Charnay, R., & Argaud, H. (2005). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes : cours moyen (première année)*. Paris : Hatier
- Choquet, C. (2014). *Une caractérisation des pratiques de professeurs des écoles lors de séances de mathématiques dédiées à l'étude de problèmes ouverts au cycle 3*. Université de Nantes.
- Grandguillot, M., & Obin, J. (1993). *Enseigner en classe hétérogène*. Paris : Hachette.
- Perrenoud, P. (2005). *La pédagogie à l'école des différences : Fragments d'une sociologie de l'échec*. Issy-les-Moulineaux : ESF éditeur.
- R., C. L., & Goussé, J. (1996). *1000 problèmes : Niveau CM*. Paris : Hachette éducation.
- http://www.lemonde.fr/disparitions/article/2015/10/26/deces-de-louis-legrand-l-homme-qui-tenta-de-reformer-le-college-en-1982_4797230_3382.html#J3mh5jJ6BIb35j9m.99
- <http://www4.ac-nancy-metz.fr/ia54-circos/iennancy1/spip.php?rubrique129>

ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaire retour d'expérience semaine 1

Entoure la réponse qui correspond le mieux à ton ressenti .

- As-tu trouvé les problèmes de lundi trop difficiles pour toi ?

Oui Non

- As-tu trouvé les problèmes de mardi trop difficiles pour toi ?

Oui Non

- As-tu proposé des solutions à ton groupe ?

Oui Non

- Ont-elles été écoutées par le groupe ?

Oui Non

- As-tu préféré la séance de problème de lundi ou de mardi ?

Lundi Mardi

- Pourquoi ?

ANNEXE 2 : Questionnaire retour d'expérience semaine 1

Prénom _____

Entoure la réponse qui correspond le mieux à ton ressenti .

- As-tu trouvé plus de deux problèmes de lundi trop difficiles pour toi ?

Oui Non

- As-tu trouvé le problème de mardi trop difficile pour toi ?

Oui Non

- As-tu proposé des solutions à ton groupe ?

Oui Non

- Ont-elles été écoutées par le groupe?

Oui Non

- As-tu été aidé(e) par les autres membres de ton groupe ?

Oui Non

- As-tu aidé d'autres membres de ton groupe ?

Oui Non

- As-tu préféré la séance de problème de lundi ou de mardi ?

Lundi Mardi

- Pourquoi ?

ANNEXE 3 : Énoncé du premier rallye de problèmes fermés

- 1) Maman achète chez le boucher un rôti de veau à 13 euros, 4 escalopes à 10 euros l'unité et un gigot d'agneau à 19 euros. Combien a-t-elle dépensé ?
- 2) M. Edouard donne à ses enfants leur argent de poche : 12 euros à Benjamin, autant à Damien et, pour Chloé la plus âgée, 5 euros de plus qu'aux deux garçons réunis. Quelle somme reçoit Chloé ? Combien M. Edouard a-t-il distribué?
- 3) Maman donne 10 euros à Pauline pour qu'elle achète un magazine à 4 euros et un autre à 3 euros. Quelle somme Pauline doit-elle rapporter?
- 4) Dans le car de transport scolaire, 25 enfants montent au premier arrêt, 7 au deuxième, 12 au troisième. Devant l'école primaire, 35 enfants descendent. Le car va ensuite jusqu'au lycée pour y déposer le reste des enfants.
Combien d'élèves le car déposera-t-il au lycée?
- 5) Un ouvrier gagne 1201 euros par mois. Combien gagnera-t-il en un an si le mois d'août lui est payé double ?
- 6) Pour son bureau une architecte commande deux fauteuils à 213 euros chacun, quatre lampes à 28 euros chacune et un bureau à 789 euros. Quel est le coût de sa commande?
- 7) Neuf pirates viennent d'attaquer un bateau, ils ont réussi à voler 45 679 euros, lorsqu'ils se partageront leur trésor combien chaque pirate aura-t-il d'euros ? Restera-t-il des euros qu'ils n'auront pas pu se partager ? Si oui combien?
- 8) Un lot comprenant deux draps de bain et 19 serviettes de toilette coûte 489 euros. Le drap de bain valant 26 euros, quel est le prix d'une serviette?

ANNEXE 4 : Énoncé du deuxième rallye de problèmes fermés

Problème 1 : La course à pied

Lors des premiers entraînements de course à pied, Thierry faisait 2500 m en 13 min et 40 s. Il a amélioré son temps de 2 minutes et 25 secondes. En combien de temps parcourt-il maintenant cette distance ?

Problème 2 : Le camp ruiné

Pour jouer au camp ruiné, deux équipes adverses s'affrontent sur un terrain. Ce terrain est un rectangle de 10 mètres de longueur et 8 mètres de largeur. Il est partagé en deux camps identiques de 10 mètres de longueur et 3 mètres de largeur. Ces deux camps sont séparés par

une zone neutre. Cette zone est délimitée par deux droites parallèles distantes de 2 mètres.

Trace le plan de ce terrain en représentant 1 mètre par 1 centimètre.

Problème 3 : L'huile d'olive

Un olivier produit environ 30 kg d'olives. Il faut 6 kg d'olives pour obtenir 1 litre d'huile d'olive. Combien de litres d'huile obtiendra un oléiculteur qui a 175 oliviers ?

Problème 4 : De gros mangeurs

Deux éléphants peuvent boire 280 l d'eau et manger 520 kg d'herbe par jour.

Calcule la quantité d'eau et de nourriture que peuvent avaler 3, 5 et 40 éléphants.

ANNEXE 5 : Énoncé du deuxième problème ouvert

Les menteurs

« Qui a sifflé? », demande le maître à ses quatre élèves.

« C'est Louise », dit Noémie.

« C'est Etienne », dit Julie.

« Ce n'est pas moi », dit Etienne.

« Ce n'est pas Etienne », dit Louise.

Un seul des quatre enfants dit la vérité. Qui a sifflé?

ANNEXE 6 : Exemples d'affiches réalisées sur le problème ouvert 1

Explication
 Ont à chercher les chiffres des centaines puis des dizaines et ensuite les chiffres des unités!!!

Calcul
 $117 + 118 + 119 = 354$

$$\begin{array}{r} 117 \\ + 118 \\ + 119 \\ \hline 354 \end{array}$$

!!!!

Opération. ★

$$\begin{array}{r} 117 \\ + 118 \\ + 119 \\ \hline 354 \end{array}$$

Nous avons fait, par essais erreur et nous avons trouvé ce résultat.

$$\begin{array}{r} 117 \\ + 118 \\ + 119 \\ \hline 354 \end{array}$$

$15 + 45 + 75 = 50$
 $15 + 46 + 77 = 48$
 $16 + 17 + 18 = 51$
 $(17 + 18 + 19) = 54 \rightarrow + 300 = 354$

☺

ANNEXE 7 : Exemples d'affiches problème ouvert 2

Comme les deux disent la même chose, ils mentent donc comme ils disent que ce n'est pas Etienne et qu'ils ~~mentent~~ mentent donc C'EST ETIENNE

ET c'est Julie qui dit la vérité VERITE !!

Les menteurs

C'est Julie qui a dit la vérité et c'est Etienne qui a rifié car Etienne est le seul qui a dit que ce n'ai pas lui

() Julie
est ~~Louise~~ qui a dit la vérité car Louis
dit que ce n'est pas Étienne)
Est que Julie dit (c'est Étienne) mais si Louise
dit que ce n'est pas Étienne et que Julie accuse
Étienne. donc ~~mais~~ c'est Julie qui dit la vérité.
donc celui qui a sifflé est Étienne

Problème ouvert

Nous pensons que Julie dit
la vérité et que Noémie et
Étienne, Louise mentent car
nous pensons que Louise et la
complice d'Étienne et que Louise
veut défendre Étienne. Etc c'est
Étienne qui a sifflé.

ANNEXE 8 : Une grille de suivi du temps de travail et de décrochage

Rallye (2)

Tableau de décrochage par tranches de 5 min

Groupes	Elèves	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60
Groupe 1 +++						+							
					+		+						
								+					
Groupe 2			+	+		+	+	+	+	+			
						+	+	+	+	+			
									+				
Groupe 3 ...+5								+	+	+			
			+	+				+	+	+			
						+		+	+	+			
Groupe 4 ..+5													
			+	+				+	+	+			
Groupe 5 ...+5					+	+		+	+	+			
Groupe 6 ..+5			+				+						
			+			+				+			

37

Fin de séance

ANNEXE 9 : Détail des indicateurs statistiques

Le taux de réussite a été calculé en divisant le nombre moyen de problèmes réussis par élève par le nombre total de problèmes à résoudre.

Le taux d'implication est la moyenne de deux indicateurs que nous avons nommés taux de motivation et taux travail :

Le taux de motivation est calculé à partir de la grille de suivi du temps de travail et de décrochage (voir Annexe 8), chaque croix correspondant à une plage de décrochage de 5 minutes d'un élève. Pour avoir une valeur de l'indicateur qui croit quand les élèves décrochent moins, le taux de motivation a été calculé en prenant arbitrairement une valeur de 3, et en y soustrayant la moyenne du nombre de « croix de décrochage » par élève.

Le **taux de travail** correspond au niveau moyen de travail observé sur le brouillon par élève. Ainsi chaque brouillon récolté s'est vu attribuer une note entre 0 et 2 :

- 0 pour un brouillon vide ou si un problème de rallye problème au plus a été recherché.
- 1 correspondant à un brouillon montrant un travail de recherche commencé mais non terminé.
- 2 correspondant à un travail de recherche sérieux et conséquent.

Le taux d'échange correspond à la moyenne du nombre de oui sur le nombre de réponses totales pour chaque question : « *ont-elles été écoutées par le groupe ?* », « *as-tu aidé d'autres membres de ton groupe?* » et « *as-tu été aidé(e) par d'autres membres de ton groupe* ».

ANNEXE 10 : Exemples de questionnaire de retour d'expérience

Entoure la réponse qui correspond le mieux à ton ressenti.

- As-tu trouvé plus de deux problèmes de lundi trop difficiles pour toi ?
 Oui Non

- As-tu trouvé les problèmes de mardi trop difficiles pour toi ?
 Oui Non

- As-tu proposé des solutions à ton groupe ?
 Oui Non

- Ont-elles été écoutées par le groupe ?
 Oui Non

- As-tu été aidé(e) par les autres membres de ton groupe ?
 Oui Non

- As-tu aidé d'autres membres de ton groupe ?
 Oui Non

- As-tu préféré la séance de problème de lundi ou de mardi ?
Lundi Mardi

- Pourquoi ?
Je pense que mardi j'ai pu résoudre un problème difficile alors que le lundi j'ai pas pu

Entoure la réponse qui correspond le mieux à ton ressenti.

- As-tu trouvé plus de deux problèmes de lundi trop difficiles pour toi ?

Oui Non

- As-tu trouvé les problèmes de mardi trop difficiles pour toi ?

Oui Non

- As-tu proposé des solutions à ton groupe ?

Oui Non

- Ont-elles été écoutées par le groupe ?

Oui Non

- As-tu été aidé(e) par les autres membres de ton groupe ?

Oui Non

- As-tu aidé d'autres membres de ton groupe ?

Oui Non

- As-tu préféré la séance de problème de lundi ou de mardi ?

Lundi Mardi Mercredi

- Pourquoi ?

J'ai préféré les problèmes de mercredi
car ça nous a plus creusé la tête
et qu'un tel c'est compliqué moi, ça
j'achève. Voilà pourquoi j'ai préféré le
problème de mercredi.

Entoure la réponse qui correspond le mieux à ton ressenti.

- As-tu trouvé les problèmes de lundi trop difficiles pour toi ?

Oui Non

- As-tu trouvé les problèmes de mardi trop difficiles pour toi ?

Oui Non

- As-tu proposé des solutions à ton groupe ?

Oui Non

- Ont-elles été écoutées par le groupe ?

Oui Non

- As-tu préféré la séance de problème de lundi ou de mardi ?

Lundi Mardi

- Pourquoi ?

Car celle de lundi était trop dure en plus j'ai
c'est du mal pour nous aider, en tout en je la
mercie. Et je préfère celle de mardi car elle est
plus compréhensible pas de difficulté et en plus
je l'aime, je l'aime car c'était le moment où
on devait réfléchir dans notre cerveau et ce qui
avait résolu était pleine de joie. Tout le monde
sourit ☺ ☺ Le voilà pourquoi je préfère la
séance de mardi.

Entoure la réponse qui correspond le mieux à ton ressenti.

- As-tu trouvé les problèmes de lundi trop difficiles pour toi ?

Oui Non

- As-tu trouvé les problèmes de mardi trop difficiles pour toi ?

Oui Non

- As-tu proposé des solutions à ton groupe ?

Oui Non

- Ont-elles été écoutées par le groupe ?

Oui Non *mais pas toute les personnes.*

- As-tu préféré la séance de problème de lundi ou de mardi ?

Lundi Mardi

- Pourquoi ?

J'ai bien aimé la séance de mardi car il fallait bien réfléchir et se concentrer, j'aime ça!!!
