

π Σ Ω π Σ Ω π Σ Ω π Σ Ω π Σ

Σ **L'inclusion des élèves en** π

Ω **difficulté dans les rallyes** Σ

π **mathématiques** Ω

Σ π

Ω Σ

π Ω

Σ π

π Σ Ω π Σ Ω π Σ Ω π Σ Ω π Σ

Alice GAUBOUR

Master 2 MEEF Second Degré Mathématiques

Mémoire dirigé par Frédéric MÉTIN

dans le cadre de l'UE3 Ec2

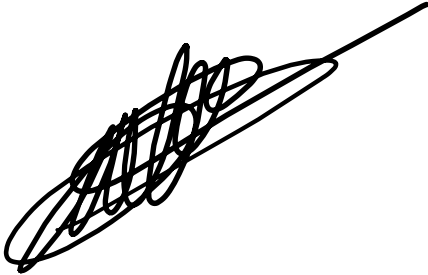
DECLARATION DE NON-PLAGIAT

" Je déclare que ce mémoire est le fruit d'un travail personnel et que personne d'autre que moi ne peut s'en approprier tout ou partie.

J'ai connaissance du fait que prétendre être l'auteur de l'écrit de quelqu'un d'autre enfreint les règles liées à la propriété intellectuelle.

Je sais que les propos empruntés à d'autres auteurs doivent figurer entre guillemets. Je m'appuie dans ce mémoire sur des écrits systématiquement référencés selon une bibliographie précise. "

Signature :

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Sommaire

Introduction	4
Revue de littérature	7
Problématique	14
Protocole	16
Analyse des données collectées	19
Discussion des résultats	26
Conclusion	29
Bibliographie	30
Annexes	32

Introduction

Au cours de notre scolarité, nous avons tous entendu parler des compétitions mathématiques : défis de classe, rallyes régionaux ou olympiades nationales, nombreux sont les élèves ayant participé à ces épreuves intellectuelles.

Après quatre années de préprofessionnalisation au sein d'un établissement du second degré dijonnais, à préparer les élèves au rallye mathématique des collèges de Bourgogne Franche-Comté, et à accompagner les meilleurs d'entre eux en super-finale, j'ai eu l'opportunité d'intégrer le cœur de cette organisation : le groupe rallye de l'Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM) de Dijon. Lors de cette première année, j'ai pu participer à la conception des sujets, et échanger avec les membres de cette équipe, composée majoritairement d'enseignants de mathématiques dans le second degré.

Présentons le déroulement du rallye mathématique : les collèges volontaires de Bourgogne Franche-Comté s'affrontent sur une épreuve d'une heure (pour les classes de sixièmes et cinquièmes) ou de deux heures (pour les classes de quatrièmes et troisièmes). En équipes de quatre, les élèves travaillent sur la résolution de problèmes et d'énigmes. Évalués essentiellement sur la démarche et le travail de recherche, ils doivent mobiliser leurs connaissances mathématiques afin de proposer des réponses claires et justifiées. À l'issue de cette épreuve, les meilleures équipes de chaque niveau sont retenues pour la super-finale qui se déroule à l'Université de Bourgogne. Pendant cette journée, les élèves assistent, en dehors de l'épreuve, à de petites conférences portant sur différents thèmes scientifiques, qui leur permettent de découvrir des aspects culturels et historiques des sciences, et plus particulièrement des mathématiques, qu'ils n'auraient pas l'occasion d'étudier en classe. Cette année d'animation au sein du groupe m'a permis de cerner les objectifs des rallyes, dont l'un d'entre eux est de « développer chez les élèves, la curiosité, le goût de la recherche et du travail en équipe et de les aider à construire une image positive de la culture scientifique »¹.

Lors de la création des sujets de rallye de l'année 2023, une discussion sur l'adaptation de ceux-ci aux élèves dyslexiques s'est ouverte, et m'a conduite à entamer une réflexion sur différents aspects du rallye mathématique, et des compétitions mathématiques en général.

¹ Site internet de l'IREM Dijon <https://irem.u-bourgogne.fr/rallyes-mathematiques.html>

S'il m'a toujours semblé évident que les élèves brillants trouvent leur bonheur dans ce genre de défis, une question essentielle s'est posée : quelle place ont les élèves en difficulté dans les rallyes mathématiques ? Ce questionnement de départ a donc orienté mon étude sur l'importance d'inclure ces élèves dans les rallyes. Afin de mettre en relation leurs besoins et la façon dont le rallye peut répondre à certains d'entre eux, nous nous intéresserons aux caractéristiques des élèves en difficulté en mathématiques.

« Les mathématiques se font plus qu'elles ne s'apprennent. »

Alors qu'en 2006 le groupe rallye de l'IREM de Besançon proposait des situations de résolutions de problèmes afin d'enrichir les pratiques enseignantes, les membres du groupe insistaient sur les bénéfices d'une telle approche pour l'ensemble des élèves de la classe et encourageaient les professeurs à faire participer les plus faibles. En effet, si l'épreuve du rallye aborde les mathématiques de façon non traditionnelle (en comparaison à l'apprentissage en classe) (IREM de Besançon Groupe Rallye, 2006), elle demeure une occasion d'entraîner à la résolution de problèmes, essentielle dans le processus d'apprentissage des mathématiques (Ministère de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2021). Elle favorise ainsi l'engagement actif des élèves et le retour sur les erreurs, qui sont deux des piliers de l'apprentissage (Dehaene, 2018). Ainsi construit, le rallye mathématique représente une opportunité précieuse que les professeurs doivent saisir pour contribuer à la compréhension et l'ancrage des notions chez les élèves en difficulté tout en leur offrant un environnement d'apprentissage différent.

Le cadre de cette étude s'inscrit pleinement dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture. Le rallye mathématique est l'occasion d'engager les élèves dans travail coopératif et collaboratif (Charnay, 2006) ce qui répond aux objectifs du second domaine du socle qui correspond aux « méthodes et outils pour apprendre »². Puisque que les élèves doivent produire, à l'issue de l'activité, un rendu écrit de leurs recherches, et qu'ils sont évalués sur ce seul support, ils se confrontent à leurs idées et sont dans l'obligation d'argumenter : ils alimentent un débat scientifique (IREM de Besançon Groupe Rallye, 2006), qui leur permet de développer leurs langages mathématique, scientifique voire informatique. Cette fois, le premier domaine du socle est en jeu : les élèves utilisent un langage précis pour penser et communiquer, et développent de plus leur esprit critique (domaine 3 : formation de la personne

² Site internet Eduscol du Ministère de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des sports <https://eduscol.education.fr/139/le-socle-commun-de-connaissances-de-competences-et-de-culture>

et du citoyen). La résolution de problèmes, quant à elle, fait travailler les élèves dans le sens d'une démarche scientifique qui vise à acquérir les compétences du quatrième domaine concernant les systèmes naturels et les systèmes techniques. Enfin, les sujets de rallyes mathématiques se démarquent par leur originalité (en comparaison aux énoncés des exercices réalisés en classe) puisqu'ils proposent souvent des problèmes axés autour des repères historiques et culturels des sciences. Les rallyes s'inscrivent ainsi dans le domaine des représentations du monde et de l'activité humaine, cinquième domaine du socle.

Les précédents arguments montrent que les rallyes mathématiques représentent un contexte différent autour duquel les élèves peuvent s'engager dans le processus d'apprentissage des compétences, des connaissances et de la culture mathématiques. Pourtant, les élèves en difficulté, même lorsqu'ils y participent, ne profitent pas pleinement de cette opportunité. Dans un contexte de compétition, l'objectif principal est de remporter le premier prix. Les élèves et leur professeur ont pour but de constituer la meilleure équipe, et pensent ainsi à mobiliser les meilleurs élèves de la classe, d'après ce que j'ai pu observer au sein de l'établissement dans lequel j'exerçais. Ainsi, la disposition des groupes se fait généralement de manière homogène, en dépit des élèves en difficulté (Alexandre, 2011). Dans une équipe de niveau homogène faible, la coopération n'est donc pas forcément assurée, ce qui rend impossible le déroulement de l'activité. Cette étude se concentrera donc essentiellement sur l'inclusion des élèves en difficulté dans les groupes constitués lors des rallyes mathématiques.

Revue de littérature

Élève en difficulté : une définition

Dans le cadre de l'inclusion des élèves en difficulté dans l'activité du rallye mathématique, il nous faut tout d'abord définir les caractéristiques que peuvent présenter ces élèves. Il est en effet nécessaire, dans le but de les inclure, de pouvoir reconnaître les élèves qui présentent des difficultés mathématiques, que ce soit par des comportements ou des résultats scolaires.

La définition de difficulté scolaire s'inscrit dans un contexte historique. Ce n'est qu'à partir des années soixante, à l'arrivée de la généralisation de l'enseignement secondaire, que le concept de difficulté scolaire se dissocie de celui de handicap. À la suite, la loi du 10 juillet 1989, appelée loi d'orientation sur l'éducation, « permet de façon générale aux élèves en difficulté de bénéficier d'actions de soutien individualisé ». Elle différencie les deux concepts et instaure leur indépendance : un élève porteur de handicap ne montre pas forcément de difficultés scolaires, de même qu'un élève possédant des difficultés n'est pas nécessairement porteur de handicap.

Selon Louis et Ramond en 2009, les difficultés scolaires peuvent émerger de deux façons différentes : par l'incapacité de comprendre une activité (difficulté contextuelle) ou de réaliser l'activité (difficulté procédurale). Ils définissent alors un élève en difficulté scolaire par des symptômes : le refus de l'apprentissage, le désintérêt (ou l'ennui) et l'inhibition scolaire qui entrave la capacité de penser de l'élève. Bien qu'on les retrouve chez d'autres auteurs, les symptômes décrits chez Louis et Ramond (2009) semblent correspondre aux difficultés scolaires que peuvent rencontrer les élèves porteurs de handicap. De plus, leurs professions respectives (Inspecteur de l'Éducation Nationale pour Louis et professeure des écoles spécialisée pour Ramond, tous deux travaillant sur la question d'adaptation et de scolarisation des élèves porteurs de handicaps) confirment ce dernier point. C'est pourquoi nous compléterons leur définition par le profil d'un élève en difficulté que dressent Butlen et Pézard en 1991, bien que l'expérience se soit déroulée il y a plus de trente ans. Ainsi, un élève en difficulté peut présenter des troubles dans la mémorisation du vocabulaire, des propriétés et du cours en général, auxquels se rajoutent un manque de fiabilité dans les connaissances antérieures, des difficultés de langage, d'expression de lecture et donc de compréhension

d'énoncés (comme le soulignent Louis et Ramond (2009) quand ils parlent de la résolution de problèmes). L'élève en difficulté se manifeste également par le refus de travailler avec ses camarades (ce qui devient une problématique importante dans le contexte du rallye mathématique) et un manque d'autonomie. Son travail indique une absence de méthodes, bien qu'il soit systématiquement à la recherche de règles ou d'algorithmes lui permettant d'éviter l'élaboration d'une démarche personnelle.

Butlen et Pézard (1991) parlent de « convergence de critères », puisqu'un élève en difficulté ne présente pas forcément toutes ces caractéristiques à la fois, mais constatent la difficulté de mettre en place une situation de remédiation efficace lorsque les symptômes subissent une aggravation, due au temps et à l'accumulation de ceux-ci.

Résolution de problèmes : au cœur de l'apprentissage des mathématiques

Dans le contexte de l'apprentissage des mathématiques, les difficultés se retrouvent dans la mise en jeu de différentes opérations mentales concrètes simultanées (Louis & Ramond, 2009). La capacité à comprendre un énoncé se retrouve dans les situations écrites et notamment lors de la résolution de problèmes, dont les erreurs se situent souvent au niveau de la représentation du contexte et de la sélection des indices.

En 2011, Alexandre définit une situation problème par « une situation pour laquelle on ne dispose pas d'emblée des moyens qui permettrait d'arriver à une résolution », qu'il dissocie de la simple résolution d'un problème qu'un enseignant peut proposer en classe. La situation problème doit obliger chaque élève à mobiliser toutes ses ressources disponibles, et donc pas seulement celles concernant la notion étudiée lors d'une séquence. Ce doit être une réflexion inédite dans le but de confronter les élèves à leurs limites, les poussant à développer et inventer des démarches personnelles, qui sera un point d'appui pour un nouvel apprentissage. Alexandre qualifie ces situations comme des « moments privilégiés de l'apprentissage » qui, à en croire Houdement en 2014, ne sont pas assez introduits dans la classe de mathématiques.

Le rapport Villani-Torossian de 2018, rapport mettant en lumière 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques, souligne l'importance des résolutions de problèmes dans l'apprentissage des mathématiques et leur nécessité quant à l'implication future des élèves dans des domaines tels que la santé et l'économie. Si l'enquête Cèdre de 2014 montre que 42,4 % des élèves ont une maîtrise faible des mathématiques (Direction de l'évaluation, de la

prospective et de la performance (DEPP), 2014), la résolution de problèmes est particulièrement un point de faiblesse chez les élèves (Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2021). Pour pallier ces difficultés, Villani et Torossian (2018) préconisent le développement des automatismes, fondamentaux puisqu'ils permettent le soulagement de charges cognitives excessives et superflues pour la pensée, facilitant les représentations mentales essentielles à la résolution de problèmes.

« Toute situation mathématique doit faire l'objet d'une manipulation,
puis être représentée par un dessin, un schéma avant d'être
conceptualisée et codée. »

Cette citation de Louis et Ramond (2009, p.33) fait écho aux travaux de Julo (1995) sur la vision psychologique cognitive de la résolution de problèmes, que Houdement cite en 2014 en montrant que la résolution d'un problème ne passe pas seulement par la compréhension de son énoncé, mais par la découverte d'une solution que nous n'aurions pas envisagée. Elle cible ainsi les difficultés que peuvent rencontrer les élèves lorsqu'ils sont confrontés à ce type d'activité : la construction d'une représentation adaptée (définies par « les relations complexes entre un but donné et les conditions de réalisation de ce but ») (Julo cité par Houdement, 2014) ainsi que la construction d'une stratégie. Cette stratégie peut être construite de façon expérimentale, approximative ou encore déductive, et développée à l'aide de dessins ou schémas permettant la visualisation et la représentation globale du contexte.

En 2010, Connac assure de plus que l'acquisition des compétences et connaissances en mathématiques doit passer par l'engagement des élèves dans des recherches et la confrontation à des difficultés. Celles-ci sont essentielles au développement de nouveaux outils qu'ils ne maîtrisent pas encore mais qui vont leur permettre de résoudre ces problèmes, et de devenir actif au cœur de leurs apprentissages (Alexandre, 2011), et auteurs de leurs démarches, ce qui est essentiel pour apprendre des sciences (Giordan cité par Alexandre, 2007). D'ailleurs, une approche d'enseignement par la résolution de problèmes peut être profitable pour les élèves les plus en difficulté (Voyer et al. cités par Forest, 2022) qui améliorent par ce biais leur approche conceptuelle des mathématiques.

Prendre plaisir pour apprendre

Selon Houdement (2014), il n'y a pour l'élève que deux types de problèmes : ceux qu'il sait traiter rapidement, et ceux qui le bloquent, pour lesquels il rencontre des difficultés, dont le fait de les surmonter est essentiel à son apprentissage, comme nous avons pu le voir précédemment. Cependant, pour s'engager dans une démarche active de recherche dans le but de résoudre le problème, l'élève doit avoir confiance en lui, puisqu'il doit prendre des initiatives et des risques (Houdement, 2003). Pourtant, le rapport Villani-Torossian de 2018 montre que le rapport des élèves français aux mathématiques devient de plus en plus difficile :

« Dès 7 ans, certains élèves se déclarent déjà être nuls en maths. »

La classe de mathématiques devient alors un environnement hostile dans lequel certains élèves (dont ceux ayant un niveau satisfaisant) « subissent » l'enseignement, ce qui entrave l'apprentissage. En effet, l'ancrage des notions, des connaissances et des compétences se fait de façon efficace lorsque qu'elles sont associées à des émotions positives (Connac, 2010). L'apprentissage ne se fait pas sans mémoire, qui est la « capacité d'un système à encoder une information, à la stocker dans un format approprié et à la récupérer de façon efficace » (Corbin et Camos, 2013). Elle se décompose en trois étapes : l'encodage, le stockage et la récupération. C'est lors de la deuxième étape, au cours du stockage des informations dans la mémoire à long terme, qu'interviennent les émotions (Connac, 2010), qui permettent aux images de résister à leur dégradation quand elles y sont liées. Ainsi, lorsque l'élève ressent de manière positive son apprentissage, il mémorise mieux les informations. Un élève qui perçoit les mathématiques comme une torture entre donc facilement dans un cercle vicieux : les notions ne sont pas associées à des sentiments agréables, leur ancrage est donc entravé, et les difficultés s'accumulent, lui faisant perdre d'autant plus confiance en ses capacités.

Connac (2010) va plus loin et parle de motivation : parmi les trois types de besoins fondamentaux (Deci & Ryan cités par Connac, 2010) figure le besoin d'appartenance sociale, source de motivation intrinsèque. Cette motivation encourage l'élève à s'engager dans une activité pour le plaisir, ce qui, comme nous venons de le voir, améliore sa qualité d'apprentissage.

L'apprentissage coopératif

Afin de valoriser l'image de soi des élèves et de leur faire prendre confiance en leurs capacités, Connac (2010) préconise la coopération, à travers le travail de groupe et le tutorat. On choisira la définition du groupe donnée par Capitanescu Benetti et Léon (2023) proposée ainsi : « un groupe est un regroupement d'individus ayant un but commun, soumis à des interdépendances et des interactions psychiques, sociales, etc. ». Dès lors que des élèves sont formés par groupes, ils entrent ainsi dans un processus d'échanges, dans lesquels chaque élève devra trouver sa place.

« C'est dans le cadre de l'entraide et de la coopération que s'inscrivent les mécanismes de l'apprentissage. »

Louis et Ramond (2009, p. 42) montrent ici que la disposition des élèves en groupe est un atout essentiel dans la favorisation de leurs apprentissages, et qu'il représente un dispositif de prévention aux difficultés scolaires s'il s'inscrit dans une logique de variation des tâches, supports et consignes de travail.

Le tutorat est bénéfique autant pour les tuteurs que pour les tutorés (Connac, 2010) : pour remplir son rôle, le tuteur est dans l'obligation de mobiliser ses connaissances et de les transmettre au tutoré. Pour cela, il développe un langage et donc de la pensée (Cailler cité par Connac, 2010), ce qui lui permet d'ancrer davantage ses apprentissages. De leur côté, les tutorés découvrent d'autres façons d'apprendre et une comprennent l'activité. Même si le risque de sur-étayage existe, les tuteurs utilisent un langage moins scientifique, plus abordable pour le tutoré, qui n'aurait pas été envisagé par l'enseignant. Un élève en difficulté peut améliorer son estime de soi (Connac, 2010), accroître une satisfaction du travail qu'il produit (Requi, cité par Connac, 2010), et à donc à terme développer son apprentissage. Nous pouvons ajouter à cela que le travail coopératif permet aux élèves de développer leur sentiment d'appartenance à un groupe, que l'on définit comme l'impression d'être « membre d'une communauté, de s'y sentir accepté et apprécié par les autres membres, et d'être en phase avec eux » (Baumeister et Leary, 1995). Ce sentiment permet notamment aux élèves de se sentir en sécurité, ce qui favorise, d'après Jethwani-Keyser en 2008, favorise leur développement cognitif, psychologique et social.

La pédagogie de groupe n'est pas récente : Kaye et Rogers (1979) l'envisageaient déjà, puisqu'ils montraient que les élèves ont plus de chance d'assimiler les notions et de les ancrer

lorsqu'ils prennent part à une activité de coopération. La valeur du travail coopératif se trouve ainsi dans la participation de l'élève à l'activité plutôt que dans la production de celle-ci.

Selon Connac (2010), le travail de coopération participe au développement de deux formes de maturité : d'abord, l'élève construit progressivement une prise de conscience de son existence à travers sa participation au groupe, puis rend disponible ses apprentissages ce qui accroît ses capacités à apprendre.

Dans le groupe, l'élève fera face à des contradictions qui émaneront des autres élèves et ces échanges viendront se situer dans la zone proximale de développement (Vygotski, cité par Alexandre, 2011), la zone de progrès possible, ce qui n'est pas envisageable lors d'un échange élève-enseignant, puisque l'expertise de ce dernier rend le problème inaccessible, alors que la compréhension du problème par un pair le rend au contraire abordable. La parole spontanée des élèves tuteurs devient un outil de progression des élèves en difficulté. Alexandre (2011) qualifie alors le travail de groupe comme un « levier essentiel », où les plus inventifs verront leurs propositions confrontées et discutées (qui leur permettra d'imaginer de nouvelles possibilités), et où les élèves en difficulté explorent des pistes qu'ils n'auraient pas envisagé.

Pour assurer que le travail de groupe fonctionne et soit efficace, tant pour les bons élèves que ceux présentant des difficultés, Alexandre (2011) propose différentes modalités d'organisation.

Le travail de groupe est souvent synonyme de bruit. Il faut donc prendre certaines dispositions afin de réguler celui-ci ; Alexandre (2011) avertit toutefois les enseignants que le bruit lors de ce type d'activité est une conséquence normale, et qu'il faut donc accepter un certain niveau sonore pour laisser les élèves échanger. Kaye et Rogers (1979) montrent d'ailleurs qu'un groupe qui discute est un groupe qui échange et débat sur les propositions de chacun de ses membres, ce qui est encourageant quant à la participation des élèves et au bénéfice du dispositif. Ainsi, Alexandre (2011) propose une désignation par le groupe d'un gardien du sujet, qui garantira que les échanges se maintiennent autour de l'activité et qu'ils ne dérapent pas. En distribuant ce genre de responsabilités (gardien de la civilité, gardien de l'équilibre des échanges), on peut d'ailleurs garantir la participation de tous les membres et donc être sûr qu'ils travaillent tous (même les élèves en difficulté, les élèves perturbateurs etc.). Néanmoins, ces responsabilités doivent effectuer une rotation pour éviter qu'un élève prenne une place de meneur dans le groupe. Cette régulation permet de plus l'évolution des images (parfois négatives) que se font les élèves de leurs pairs.

Du côté de l'enseignant, le pilotage de l'activité doit permettre aux élèves de se représenter l'activité comme désirable. Pour cela, Alexandre (2011) conseille un partage des consignes collectif préalable à la mise en place des groupes, et une vérification de la compréhension et de l'appropriation de celles-ci (avec une reformulation si nécessaire). L'enseignant doit adopter une posture magistrale et fixe lors de l'énonciation des instructions, puisque tout déplacement peut empêcher la concentration des élèves. Une fois les élèves en groupes, il ne doit pas s'adresser à l'ensemble de la classe, mais répondre aux éventuelles questions de façon privée avec le groupe.

La taille des groupes, quant à elle, doit être définie de façon optimale : Alexandre (2011) met en avant qu'un bon équilibre de groupe, c'est-à-dire un espace dans lequel chaque membre a un espace de parole suffisant, est permis avec trois ou quatre élèves.

Enfin, l'activité de groupe ne peut pas avoir lieu si les tâches ne sont pas bien choisies ; l'activité doit montrer un certain degré de complexité pour que les élèves ne puissent pas la réaliser seuls, et pour garantir une coopération collective.

Problématique

Le rallye mathématique montre un réel intérêt pour l'apprentissage des notions puisqu'il contribue à diversifier les approches de la résolution de problèmes dans cette discipline, et modifie la vision traditionnelle que les élèves se font d'elle (Connac, 2010). Il donne justement l'occasion de travailler à la résolution de problèmes, et d'ainsi acquérir des automatismes essentiels. D'après Houdement (2014), la capacité à en résoudre est induite par la « mémoire des problèmes », enrichit grâce à la mise en place en liens de ressemblances entre eux. Afin d'aborder des problèmes plus atypiques, l'élève doit en automatiser des plus basiques, et la diversité des problèmes proposés par le rallye offre cette possibilité, puisque les élèves sont conscients que cette activité leur apporte les compétences pour affronter des problèmes plus classiques (Charnay, 2006). Dans un objectif de compétition, ils concentrent d'autant plus leur attention sur la lecture des énoncés, qui est un des points de faiblesse des élèves que le rallye fait travailler.

De plus, Bisso (citée par Charnay, 2006) montre que les principales retombées du rallye mathématique sont l'accroissement de l'estime de soi et une meilleure confiance en les capacités des élèves, ce qui bénéficie en particulier aux élèves en difficulté, comme nous l'avons évoqué, pourtant peu présents dans cette compétition. Villani et Torossian (2018) s'inquiètent de l'image actuelle des mathématiques et de la façon dont les élèves abordent une discipline aussi importante. Le rallye permet d'améliorer le rapport des élèves aux mathématiques puisqu'il propose un cadre ludique et agréable à la recherche d'une démarche scientifique.

Les élèves apprécient le fait de participer au rallye : ils sortent du cadre habituel de la résolution de problèmes (Courcelle, 2008), et font intervenir leur imagination. Les enseignants constatent une amélioration de l'attitude et du rapport des élèves face aux problèmes (ainsi que ceux non mathématiques). Seuls face au sujet, sans pouvoir recourir à leur enseignant, ils s'engagent dans une démarche de recherche, et ce avec plaisir (Charnay, 2006). Ils sont ainsi plus aptes à recevoir les apprentissages (Connac, 2010).

La participation au rallye mathématiques représente donc un support utile aux enseignants, puisqu'il fait émerger les capacités de raisonnement et d'apprentissage des élèves, qui ne sont

pas aussi apparentes dans un contexte habituel de la classe de mathématiques. C'est également une ouverture sur la voie d'une autre organisation du travail : le travail de groupe.

S'il n'est plus à douter que les enseignants ont tout intérêt à faire participer leurs élèves au rallye mathématique, il me reste cependant un questionnement quant à l'organisation des équipes. Comme nous l'avons évoqué, la constitution de groupes de niveaux homogènes ne contribue pas à l'apprentissage des élèves les plus en difficulté, alors qu'ils ont l'occasion ici de découvrir une activité différente qui leur feront prendre part activement à l'assimilation des connaissances proposées. Pourtant, dans le contexte de compétition que représente le rallye, le but est d'arriver premier et donc de constituer une équipe de niveau élevé. Ainsi, dans chaque possibilité, certains élèves pourront éventuellement se sentir frustrés, et ne pas apprécier pleinement l'activité.

Ces questionnements nous amènent à la construction de la problématique suivante : comment la constitution des équipes du rallye mathématique peut-elle influencer les émotions ressenties par les élèves en difficulté pendant l'activité, et donc favoriser leur apprentissage ?

À partir de cette problématique, nous chercherons à mettre en avant une façon efficace de composer les équipes afin d'assurer un apprentissage optimal, qui pourra être utilisée par les enseignants lors de la participation de leurs élèves aux rallyes mathématiques ou autres compétitions. Elle pourra également être mise en place lors d'activités se prêtant au travail coopératif dans la classe de mathématiques.

Cette problématique induit les hypothèses suivantes : la première, qu'une forte influence est exercée par le choix de composition des équipes sur le sentiment d'appartenance des élèves en difficulté et donc sur leur apprentissage des mathématiques. La deuxième, que ce choix contribue à l'amélioration du rapport entre les élèves et les mathématiques (et favorise donc l'apprentissage). La dernière, que ce choix a un impact sur l'estime de soi et la confiance des élèves en leurs capacités en mathématiques.

Protocole

Dans le cadre de ce mémoire en sciences de l'éducation et afin de répondre à la problématique précédemment proposée et de confirmer éventuellement les hypothèses énoncées, il est nécessaire d'élaborer un protocole expérimental, que je mettrai en place cette année en tant qu'enseignante contractuelle à tiers-temps dans un établissement du second degré. Ce protocole sera réalisé au sein d'un lycée dans une classe de seconde. La résolution de problèmes étant au cœur de l'apprentissage en mathématiques, la participation aux rallyes est un bénéfice pour tous les élèves du second degré, et est donc envisageable dans une classe de lycée. Néanmoins, l'épreuve du rallye du lycée se déroule sur quatre heures et il est impossible de réaliser un entraînement de cette épreuve sur une durée aussi longue, puisqu'il pourrait compromettre l'apprentissage des notions du programme. C'est pourquoi l'expérimentation nécessitera une adaptation : la taille des sujets ainsi que le temps accordé seront réduits.

Les rallyes mathématiques de Bourgogne-Franche-Comté se déroulent aux mois de février/mars. De plus, pour répondre à la problématique, il semble évident que le protocole doit étudier les différentes dispositions de groupes possibles. Il n'est donc pas envisageable de mettre en place le protocole et de récolter des données seulement à partir de cette épreuve du rallye. C'est pourquoi l'expérimentation se déroulera sur plusieurs étapes entre les mois de septembre et décembre, étapes qui consisteront à organiser des entraînements au rallye, dans les mêmes conditions que celles proposées par la compétition. Il s'agira de recréer plusieurs fois la situation, afin de comparer les données récoltées.

Pour cela, je présenterai aux élèves de la classe à laquelle j'enseignerai le principe du rallye et ses objectifs. Pour leur donner un argument qui pourra les convaincre de s'investir dans ce protocole, je proposerai aux élèves de participer au rallye mathématique de Bourgogne-Franche-Comté selon la disposition qui se sera montrée la plus efficace (dans l'hypothèse où l'une des dispositions ressort positivement par rapport aux autres).

Cette étude portant essentiellement sur les émotions que ressentent les élèves en difficulté lors des rallyes, il faut d'abord pouvoir identifier ces élèves, afin de suivre leur progression. C'est pourquoi, en début d'année scolaire, je proposerai un premier questionnaire (Annexe 1) qui sera distribué à tous les élèves. Ce questionnaire est composé de quatre questions, qui me permettront entre autres d'évaluer le rapport des élèves aux mathématiques

en général et de juger la faisabilité de mon protocole. La troisième question, qui demande aux élèves d'évaluer leur niveau de difficultés en mathématiques, permettra à la fois de cibler partiellement les élèves qui font l'objet de cette étude, mais aussi ceux dont l'estime de soi et la confiance en leurs capacités sont faibles. J'affinerai cette analyse grâce aux différents constats que j'aurai pu effectuer lors des évaluations (formelles et informelles) des compétences des élèves.

Venons-en à l'expérimentation en elle-même. Afin de récolter les données nécessaires à la comparaison des différentes dispositions de groupe, les élèves seront amenés à participer à trois entraînements du rallye. Le cadre de l'entraînement sera identique à celui de la compétition : les élèves seront regroupés en équipes de quatre (trois élèves au minimum, si le format de la classe ne le permet pas), et s'installeront en ilots. Pendant une heure, ils travailleront ensemble pour résoudre les problèmes proposés, que je choisirai parmi les exercices présents dans les annales des rallyes des années antérieures. Ces choix seront adaptés en fonction des notions qu'ils sont susceptibles d'avoir acquises. Ils devront rendre une unique production écrite par groupe, qui sera évaluée selon les barèmes établis par le groupe rallye de l'IREM de Dijon.

Les trois entraînements seront organisés suivant différentes dispositions de groupes, afin de comparer l'influence de celles-ci quant aux émotions ressenties par les élèves en difficulté.

Afin d'assurer des conditions optimales lors de la mise en place de mon protocole, je suivrai les conseils qu'Alexandre (2011) propose, que j'ai cités plus haut. Ainsi, je veillerai à exposer les consignes au préalable, à la classe entière, en adoptant une posture magistrale fixe.

Pour le premier entraînement, qui constituera la première étape de l'expérimentation, les élèves choisiront d'eux-mêmes la composition des groupes. Généralement, quand ils ont le choix, les élèves s'associent avec leurs pairs selon leurs affinités. Dans le contexte de compétition, il est possible que certains (probablement les élèves les plus forts) choisissent de s'associer avec des élèves d'un niveau mathématique ou scolaire équivalent au leur. Cet élément sera donc à surveiller, puisqu'il pourra éventuellement biaiser les résultats de cette expérimentation. À l'issue de cette première étape, tous les élèves recevront un questionnaire (Annexe 2), qui leur permettra de restituer « à chaud » les émotions qu'ils auront pu ressentir lors de l'entraînement. La plupart de ces questions sont construites selon une échelle de satisfaction, et me permettront de récolter des données quantitatives. La nomination des questionnaires facilitera le suivi des élèves ciblés dans cette étude. Lors de cet entraînement (et des deux autres), il faudra que je

concentre mon attention sur la participation de tous les élèves à l'activité. Cependant, le but de ce protocole étant d'analyser l'efficacité des différents types de composition de groupes, il faut nécessairement que j'adopte une posture en retrait, et donc que je n'intervienne pas, même si certains élèves sont passifs lors de l'activité.

La deuxième étape de cette expérimentation se distinguera de la première par la composition des groupes. Néanmoins, je constituerai les équipes de façon à ce que les élèves qui les composent aient des niveaux hétérogènes. Cette disposition fera écho aux éléments de recherche que j'ai présenté antérieurement, et sera sans doute plus profitable aux élèves en difficulté que l'organisation précédente. Comme pour la première étape, tous les élèves de la classe recevront un questionnaire identique à celui de l'entraînement précédent.

La troisième et dernière étape, se déroulera de façon analogue aux deux dernières. Cette fois, je demanderai préalablement aux élèves de choisir entre eux quatre élèves qui représenteront la classe. La réussite de cette équipe fera la réussite de la classe entière. Les autres élèves auront la possibilité de s'organiser comme ils le souhaitent, puisque leur objectif sera de seulement réaliser un entraînement (ils ne seront donc plus en compétition avec l'équipe désignée). Encore une fois, les élèves recevront un questionnaire, dont les données résultantes me permettront éventuellement de répondre à ma problématique.

Comme nous pouvons l'observer, le ressenti et les émotions des élèves sont des variables centrales de cette étude, dont l'évaluation se fera essentiellement grâce aux questionnaires. Cependant, il faudra veiller à l'observation de ces variables avec un œil d'enseignant pendant le déroulé des activités. En effet, les élèves, pour ne pas « froisser » les enseignants, ont tendance à répondre de façon plus positive qu'il ne le pense réellement. Il faudra ainsi évaluer de manière informelle la réponse émotionnelle des élèves face à l'activité, et vérifier leur concordance avec celles recueillies dans les questionnaires.

Les données quantitatives que je récolterai à l'issue de la mise en place de ce protocole me permettront de confirmer ou non mes hypothèses, me donnant à la fois une réponse globale à ma problématique, et une réponse plus précise faisant intervenir les différentes variables étudiées lors de cette expérimentation.

Analyse des données collectées

Données préliminaires

Nous allons procéder, dans cette partie, au recueil et à l'analyse des données collectées. Le protocole expérimental s'est effectué sur une classe de seconde de 35 élèves. La première étape consistait en la distribution d'un questionnaire (Annexe 1) en début d'année, afin de cibler les élèves présentant des difficultés en mathématiques. Parmi les 35 élèves de la classe, seuls 30 élèves étaient présents lors des trois activités, qui se sont déroulées pendant l'année scolaire. Nous n'utiliserons donc seulement les réponses de ces trente élèves pour analyser les données recueillies. Pour ce questionnaire, ainsi que les suivants, j'ai demandé aux élèves de répondre le plus honnêtement possible, pour minimiser les biais énoncés plus haut.

Concernant les réponses à ce premier questionnaire, la majorité des élèves de la classe considèrent qu'ils ont un mauvais (36 % des élèves) ou très mauvais (17 % des élèves) rapport avec les mathématiques.

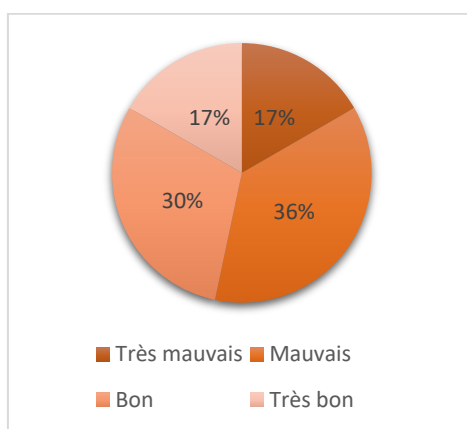


Figure 1. Rapport des élèves aux mathématiques.

Plus de la moitié des élèves de cette classe disent ressentir parfois du plaisir lors d'une activité mathématique, mais un tiers affirme n'y avoir jamais pris de plaisir. Seuls 13 % des élèves répondent prendre souvent du plaisir à participer à une telle activité. Lorsqu'ils donnent un exemple d'activité qu'ils apprécient, les élèves mentionnent généralement les jeux, défis ou énigmes mathématiques.

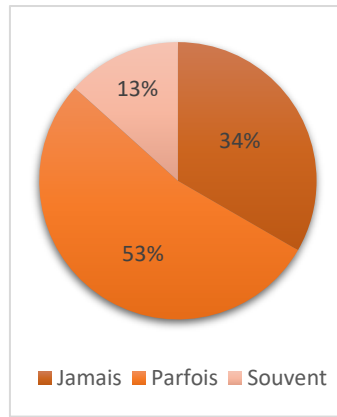


Figure 2. Fréquence de la prise de plaisir lors d'une activité mathématique.

Quant au ressenti des difficultés dans la discipline, 46 % des élèves de cette classe affirment rencontrer des difficultés en mathématiques, et 27 % confient parfois en ressentir.

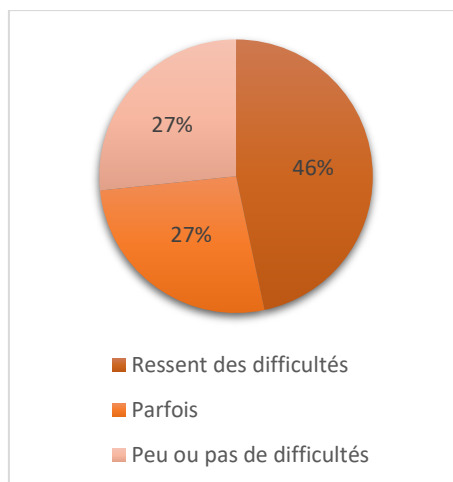


Figure 3. Fréquence de la rencontre des difficultés par les élèves en mathématiques.

La dernière question de ce questionnaire suggérait des adjectifs ou adverbes, et il était demandé aux élèves d'entourer les mots qui selon eux décrivent les mathématiques. Nous avons représenté la fréquence d'apparition de chaque mot à l'aide du nuage de mots suivant, où les mots à connotation négative reviennent le plus fréquemment. Cependant, le mot « essentiel » apparaît de façon conséquente dans les listes.



Figure 4. Fréquence d'apparition des adjectifs liés aux mathématiques.

À l'issue de ce questionnaire, j'ai pu réaliser un premier diagnostic concernant les élèves ayant un mauvais rapport avec les mathématiques. J'ai ensuite affiné mes recherches grâce aux premières évaluations de l'année. Les élèves qui présentaient des difficultés dès le mois de septembre ont été priés de venir en accompagnement personnalisé, dispositif mis en place dans l'établissement pour les classes de secondes. Lors de ces heures d'accompagnement, il m'a semblé nécessaire de départager les élèves pour qui les apprentissages antérieurs à la classe de seconde n'étaient pas acquis de ceux pour qui les difficultés se présentaient de manière occasionnelle. Il était essentiel pour cette étude que les élèves ciblés correspondent aux critères précédemment évoqués dans la revue de littérature. Ainsi, neuf élèves ont particulièrement retenu mon attention.

En regardant leurs réponses aux questions posées dans cette enquête préliminaire, on observe que sept de ces élèves ont un mauvais ou très mauvais rapport avec la discipline : ils représentent 43 % de ceux qui ont ce sentiment dans la classe. De plus, les élèves qui répondent aux critères incarnent 35 % des élèves qui rencontrent des difficultés. Cependant, aucun de ces élèves ne dit n'avoir jamais ressenti de plaisir à réaliser une activité, et sept d'entre eux évoquent les jeux lorsqu'ils disent avoir été satisfaits d'une activité.

Données récoltées à l'issue des trois entraînements rallye

Comme il est développé dans le protocole, trois activités de type rallye se sont déroulées au cours des mois de septembre à février, dans les conditions réglementaires du rallye mathématique organisé par l'IREM de Dijon. Seuls le temps accordé et la taille des sujets furent limités pour les raisons précédemment évoquées.

Les élèves participent au rallye mathématique en groupes. Nous avons donc recréé ces conditions, en variant les dispositions de groupes à chaque entraînement afin de comparer l'influence de celles-ci sur les émotions ressenties par les élèves, et a posteriori de répondre à notre problématique. Pour la première activité, les élèves ont eu pour consigne de se répartir comme ils le souhaitaient et j'ai rapidement remarqué qu'ils ont formés leurs groupes par affinités, et que celles-ci étaient le reflet d'un regroupement par niveau scolaire ; les élèves en situation de difficulté se sont le plus souvent retrouvés dans le même groupe. La composition des groupes lors de la deuxième activité a été imposée, puisque je l'ai orchestrée de manière à ce que le niveau soit hétérogène dans chaque groupe. Pour le dernier entraînement, la classe a dû élire une équipe représentante, symbole de la réussite de l'ensemble des élèves. J'ai demandé aux autres élèves de former les autres groupes de façon à ce qu'ils prennent, selon eux, le plus de plaisir possible.

À l'issue de chaque entraînement, l'ensemble des élèves de la classe ont rempli un questionnaire (Annexe 2), tel un bilan des émotions ressenties lors de l'activité. Puisque les élèves devaient indiquer leur identité sur chaque feuille, et que les trois questionnaires étaient identiques, nous pouvons désormais comparer les émotions ressenties par les élèves ciblés lors des trois entraînements, en analysant les six variables suivantes.

La première variable analysée est celle de la satisfaction des élèves lors de la composition des groupes. La deuxième disposition est celle qui a satisfait presque l'ensemble, puisque huit élèves sur les neuf se déclarent satisfaits, et le dernier moyennement satisfait. On remarque également que pour la dernière activité, la disposition a été ressentie de manière plutôt satisfaisante pour les élèves.

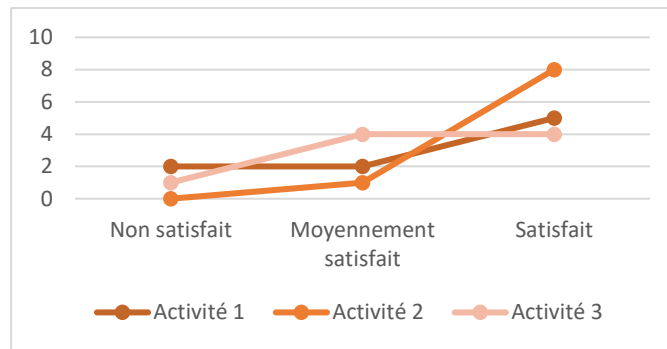


Figure 5. Satisfaction ressentie lors de la composition des groupes.

Concernant le sentiment d'appartenance des élèves au groupe pendant l'activité, le troisième entraînement est celui pendant lequel les élèves en difficultés se sont sentis les moins inclus dans leur groupe. Bien que seulement deux élèves ne se soient pas sentis inclus dans leur équipe lors de la première activité, c'est lors de la deuxième que le sentiment d'appartenance a été le plus fort. On observe la même tendance lorsqu'on demande aux élèves s'ils ont ressenti du plaisir lors des différentes activités.

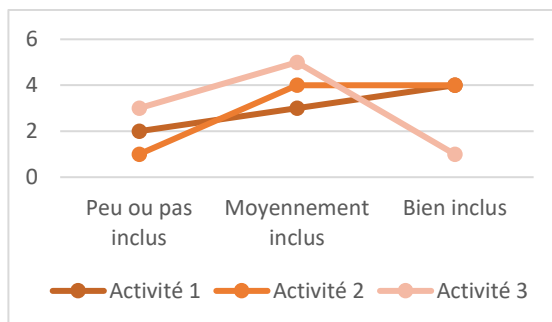


Figure 6. Sentiment d'appartenance au groupe.

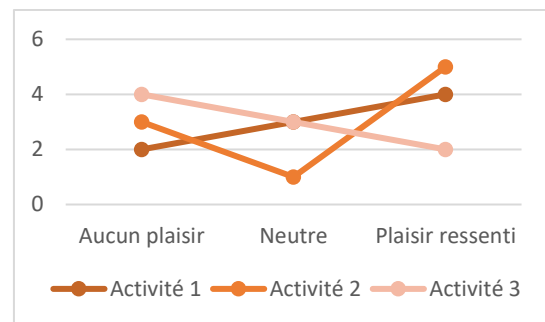


Figure 7. Sensation de plaisir ressentie pendant l'activité.

Les élèves en difficulté ont considéré qu'ils ont été peu impliqués dans les trois activités, mais c'est lors de la première qu'ils ont été le moins actifs. En effet, six élèves se décrivent comme peu ou pas actifs lors de cet entraînement. C'est également ce que j'ai pu observer en classe au regard de leur comportement. Sur l'ensemble de la classe, on constate la même tendance. Cependant, les élèves se sont sentis le plus impliqués lors de la deuxième activité, puisque 77 % se sont déclarés actifs ou très actifs lors de celle-ci, contre 60 % pour la première et 64 % pour la dernière.

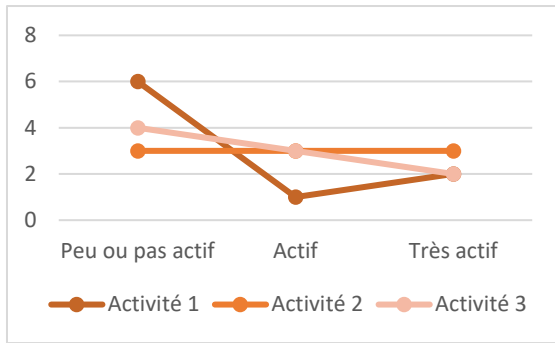


Figure 8. Implication des élèves en difficulté dans l'activité.

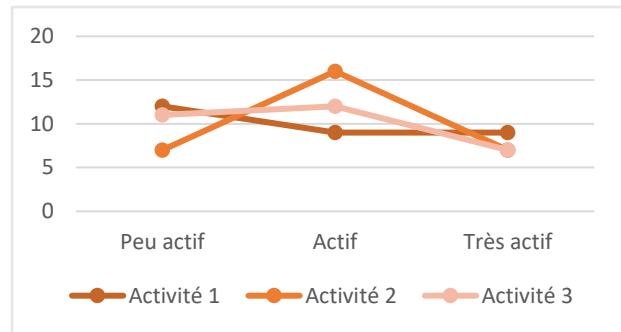


Figure 9. Implication des élèves de la classe dans l'activité.

Deux dernières variables ont été évaluées lors de cette étude. L'activité 1 n'a permis aucune amélioration du rapport à la discipline pour huit élèves sur les neuf concernés, et dans l'ensemble, les résultats suggèrent qu'une légère amélioration a été provoquée par les entraînements. Néanmoins, cinq élèves ont vu leur relation avec les mathématiques se bonifier lors du troisième rallye.

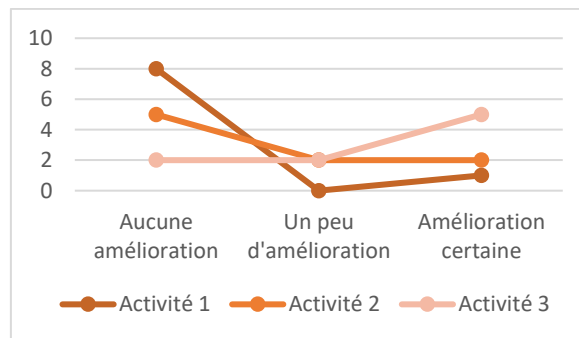


Figure 10. Amélioration du rapport des élèves aux mathématiques.

Quant à l'appréhension qu'ont ressentie les élèves face au prochain cours de mathématiques, les entraînements au rallye n'ont eu que peu d'influence dessus. Ainsi, seuls deux élèves voient leur confiance en leurs capacités augmenter suite à l'activité 2, contre un élève pour chacune des activités 1 et 3. D'autre part, trois élèves appréhendent d'autant plus le cours suivant l'activité 1.

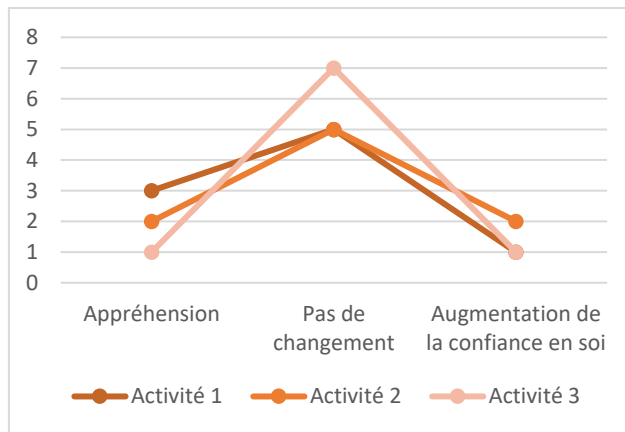


Figure 11. Appréhension des élèves face au prochain cours de mathématiques.

Finalement, lorsque l'on rassemble ces variables et qu'on les traduit par des critères de qualité de l'apprentissage, en suivant ce que nous avons évoqué dans la revue de littérature, nous observons que l'activité 1 a majoritairement engendré une régression de cette qualité. La disposition des groupes lors de l'activité 2 a, dans l'ensemble, permis aux élèves en difficulté de progresser à travers les critères précisés précédemment, et l'organisation de l'activité 3 a eu moins d'impact sur cette qualité d'apprentissage.

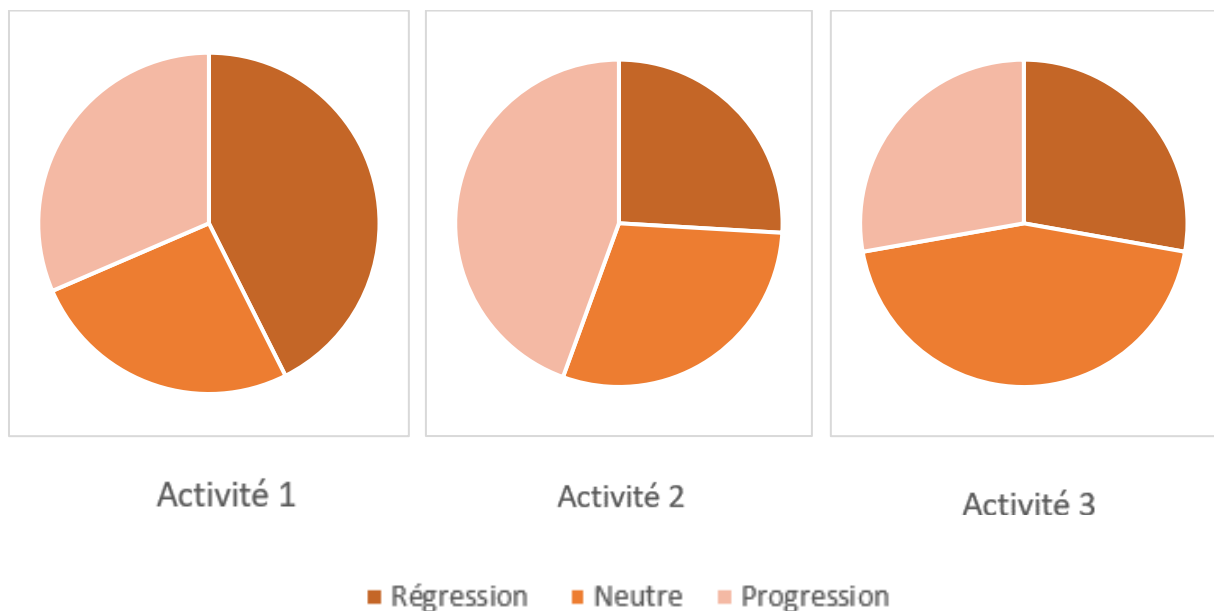


Figure 12. Influence des différentes dispositions de groupes sur la qualité de l'apprentissage des élèves en difficulté.

Discussion des résultats

Nos résultats montrent que la disposition des équipes lors du deuxième entraînement apporte le plus de satisfaction aux élèves en difficulté (Figure 5). C'est un résultat qui nous peut nous paraître étonnant dans un contexte de travail de groupe ordinaire, car les élèves sont rarement enjoués à l'idée qu'on leur impose une équipe de travail. Ils ont pourtant ressenti plus de satisfaction que lorsqu'ils disposaient du choix des membres de leur groupe. On se place en effet ici dans un contexte de compétition en équipes. Si des élèves en difficulté forment un groupe, ils pensent n'avoir aucune chance de dépasser une équipe formée par des élèves de bon niveau. Il n'est donc pas étonnant qu'ils soient satisfaits lorsque les équipes sont formées de façon équitable. De façon analogue, lors de la composition des équipes pendant le troisième entraînement, les élèves sont bien moins satisfaits que lors des deux précédents, puisque les élèves les plus forts ont été regroupés pour former une équipe représentante de la classe. Ils se retrouvent finalement dans une situation comparable à celle vécue lors de la première activité.

Cette satisfaction va de paire avec le sentiment d'appartenance à ce groupe. On observe alors un point de convergence entre les données résultantes de cette expérimentation et la revue de littérature. On constate en effet que concernant le sentiment d'appartenance au groupe s'est le plus développé lorsque les élèves étaient disposés selon des équipes de niveaux hétérogènes (Figure 6). Cette disposition permet aux élèves les plus forts de mener les élèves plus faibles en mathématiques et de les conduire vers cette démarche de recherche, et est donc comparable à une situation de tutorat. On rejoint alors les propos de Connac (2010) lorsqu'il explique que l'instauration de rôles de tuteurs et tutoré est bénéfique pour l'ensemble des élèves et contribue à l'engagement de ceux qui présentent des difficultés. Les élèves ayant un niveau plus élevé ont donc bien rempli leur rôle de tuteur lors du déroulement de l'activité, puisque les élèves plus faibles se sont sentis membres à part entière dans le groupe. Les élèves en difficulté prennent alors conscience de leur rôle au sein de l'équipe, ce qui rend disponible leurs apprentissages (Connac, 2010).

Cette équité entre les équipes renforce certes le sentiment d'appartenance des élèves en difficulté, mais compte tenu des résultats issus de l'expérimentation, il semblerait que le plaisir ressenti pendant les différentes activités n'ait que peu d'impact sur leur implication dans la tâche (Figures 7 et 8). En effet, on remarque que lors du premier entraînement, quatre élèves sur les neuf en difficulté ont ressenti du plaisir à le réaliser, et pourtant seuls deux considèrent avoir été très actifs. On constate ainsi un point de divergence avec les propos présentés dans la

revue de littérature, selon lesquels l'appartenance sociale est source de motivation intrinsèque (Deci & Ryan cités par Connac, 2010) et qu'elle améliore la qualité d'apprentissage. Toutefois, leurs affirmations concordent quand il s'agit de la troisième disposition : les élèves ayant ressenti peu de plaisir se sont peu impliqués dans l'activité. Parallèlement, les élèves qui ont le plus apprécié l'activité se sont davantage sentis actifs. Il semblerait ainsi que l'apprentissage par le plaisir encourage l'implication des élèves dans leur apprentissage, mais qu'il ne soit pas la seule raison de cet engagement.

Le rapport Villani-Torossian de 2018 montre que les élèves ont peu confiance en leurs capacités et que leur rapport aux mathématiques est de plus en plus dégradé. C'est ce que l'on observe dans les données préliminaires qui étudient ce rapport sur l'ensemble des élèves de la classe. Il est d'autant plus flagrant que les élèves en difficulté entretiennent une relation hostile avec la discipline. On rencontre alors un point de divergence avec la littérature scientifique : l'apprentissage par le plaisir devrait renforcer l'ancrage des notions et donc l'estime de soi des élèves (Connac, 2010). Pourtant, malgré une forte sensation de plaisir ressentie lors du deuxième entraînement, les élèves n'ont dans l'ensemble pas plus confiance en eux (Figure 11), et leur rapport aux mathématiques n'a subi que peu d'amélioration (Figure 10). En s'appuyant sur les travaux de Houdement en 2003, cette absence de changement concernant l'estime de soi ne permet pas aux élèves de prendre des initiatives et de rentrer dans la démarche de recherche souhaitée dans ce genre d'activité, ce qu'on a en effet constaté dans la partie précédente.

La problématique de ce travail induisait trois hypothèses auxquelles nous pouvons maintenant répondre. L'hypothèse selon laquelle le choix de la composition des groupes influençait le sentiment d'appartenance des élèves s'avère être vérifiée, puisque nous avons en effet constaté des disparités concernant ce sentiment et la satisfaction lors de la composition des groupes. Par ailleurs, c'est lors des deux premières activités qu'on observe le plus de satisfaction.

Néanmoins, nous avons constaté que le choix de la disposition des groupes a peu contribué à l'amélioration du rapport entre les élèves et les mathématiques, bien que la troisième activité ait le plus permis de renforcer ce rapport. La deuxième hypothèse n'est donc pas vérifiée.

Enfin, la majorité des élèves en difficulté ciblés ont très peu confiance en leurs capacités en mathématiques, ce qui diminue par conséquent leur estime de soi. La participation aux

différentes activités n'a pas influencé ce point, puisqu'on constate peu de changement quant à l'appréhension du cours suivant chaque activité. La dernière hypothèse n'est pas vérifiée.

Nous pouvons finalement répondre à notre problématique qui était « comment la constitution des équipes du rallye mathématique peut-elle influencer les émotions ressenties par les élèves en difficulté pendant l'activité, et donc favoriser leur apprentissage ? ». Suite aux résultats obtenus de cette expérimentation, le choix de la composition des groupes a notamment influencé le sentiment d'appartenance des élèves à ce groupe. Grâce à ce sentiment, les élèves en difficulté ont l'impression de se sentir exister dans la classe. C'est notamment la disposition en groupes de niveaux hétérogènes qui favorise ce sentiment et améliore la qualité de leur apprentissage.

Cette réflexion m'amène à revoir les dispositions de groupe étudiées pour améliorer les conditions de ma pratique enseignante. Les constats de cette étude ne se limitent pas à la disposition des équipes lors de la participation au rallye mathématique, puisqu'ils peuvent être investis dans n'importe quelle activité organisée en groupe d'élèves. Laisser le choix aux élèves de la composition de leur groupe ne semble pas être efficace, ni propice à un apprentissage de qualité. C'est également le point faible de la disposition lors du troisième entraînement, puisque les élèves ne faisant pas partie de l'équipe représentante de la classe se répartissaient ensuite selon leur volonté. Le rassemblement des variables de cette étude nous permet de comparer l'efficacité des différentes compositions sur la progression des élèves en mathématiques (Figure 12) et un agencement en groupes de niveaux hétérogènes semble être celui ayant le plus d'impact. Il faut cependant remédier à certains aspects de cette organisation afin de l'utiliser de façon plus régulière dans ma pratique. Pour cela, il est nécessaire d'étudier les facteurs secondaires qui peuvent éventuellement créer un biais dans l'étude de l'amélioration de l'estime de soi des élèves, et ainsi pouvoir les prendre en compte dans l'élaboration d'une organisation différente de celles présentées ici. Proposer de façon récurrente ce type d'activité me permettrait de constater si les résultats obtenus jusqu'ici ne peuvent pas être améliorés au fur et à mesure que les élèves s'y accommodent, puisqu'une certaine hostilité peut émaner de la part des élèves lorsqu'ils n'en ont pas l'habitude. Pour finir, dans le but d'affiner cette étude, il serait préférable de répéter l'expérience sur un effectif plus important d'élève, afin de constater des éventuels biais qui n'auraient pas été perçus lors de celle-ci.

Conclusion

Le rallye mathématique est un outil essentiel au développement des compétences liées à la résolution de problèmes, centrales dans l'apprentissage des mathématiques. L'objectif de cette étude était de découvrir de nouvelles notions et concepts que j'ai pu analyser afin d'avant tout améliorer ma pratique enseignante personnelle. Ce travail me donne ainsi l'opportunité de diversifier les contenus et supports de travail que je propose à mes élèves, et devient un outil de différenciation et d'inclusion à mettre au profit de l'ensemble des élèves de la classe.

Elle permet également de donner aux enseignants de mathématiques, et autres disciplines, un outil d'organisation du travail coopératif dans lequel les élèves en difficulté ne sont pas mis à l'écart.

La dimension des sentiments et des émotions dans cette étude permet de prendre en compte ces élèves sous un angle différent que celui des caractéristiques évaluatives habituelles telles que leurs résultats scolaires ou leur comportement en classe.

Néanmoins, afin de guider les enseignants vers une organisation efficace qui garantira un apprentissage optimal des mathématiques pour l'ensemble des élèves, il me semble nécessaire que le protocole expérimental soit effectué sur une période plus longue que celle-ci et sur un effectif plus conséquent.

Il est en effet peu concevable d'appeler les résultats contenus dans ce mémoire significatifs puisqu'ils ont été observés sur neuf élèves. Pour apporter une conclusion représentative de l'effet de la composition de groupes sur l'apprentissage des élèves en difficulté, nous pourrions répéter cette expérimentation à plusieurs reprises, sur des classes différentes et de niveaux différents. De plus, il serait, à mon avis, plus intéressant de conduire cette étude sur des classes de collège. Au lycée, les élèves de secondes sont confrontés à un choix de spécialité concernant leurs enseignements des années de première et terminale. Certains élèves, n'ayant pas fait le choix de maintenir un enseignement de mathématiques, fournissent moins d'efforts dans cette discipline. Pour finir, les élèves de collèges étant plus jeunes, ils trouvent plus facilement une source de motivation dans la participation à des défis ou des rallyes.

Bibliographie

- Alexandre, D. (2011). *Les méthodes qui font réussir les élèves*. ESF Editeur.
- Baumeister, R. F. et Leary, M. R. (1995). *The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation*. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529.
- Butlen, D., Pézard, M. (1991). Situations d'aide aux élèves en difficulté et gestion de classe associée. *Grand N*, 50, 29-58.
- Capitanescu Benetti, A., Léon, J.-C. (2023). Construire le groupe. *Cahiers pédagogiques*, 584, 18.
- Charnay, R. (2006). Rallyes mathématiques : quel intérêt ?. *Grand N*, 78, 53-63.
- Corbin, L., Camos, V. (2013). L'entraînement de la mémoire de travail et les apprentissages scolaires. *ANAE*, 123, 113-119.
- Courcelle, B. (2008). Témoignage : les rallyes mathématiques. *Grand N*, 82, 115-118.
- Dehaene, S. (2018). *Apprendre ! Les talents du cerveau, le défi des machines*. Odile Jacob.
- Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance [DEPP]. (2015). *CEDRE 2014 – Mathématiques en fin d'école primaire : les élèves qui arrivent au collège ont des niveaux très hétérogènes*. <https://www.education.gouv.fr/cedre-2014-mathematiques-en-fin-d-ecole-primaire-les-eleves-qui-arrivent-au-college-ont-des-niveaux-6440>
- Houdement, C. (2003). La résolution de problèmes en question. *Grand N*, 71, 7-24.
- Houdement, C. (2014, Octobre). Le Rallye Mathématique Transalpin, médiation entre enseignants et résolution de problèmes. Communication présentée au congrès de la 18^{ème} rencontre internationale du Rallye Mathématique Transalpin, ARMT, Sienne, Italie.
- Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques Besançon Groupe Rallye. (2006). *Rallye mathématique de Franche-Comté 2005*. Presses universitaires de Franche-Comté.
- Jethwani-Keyser, M.M. (2008), *When teachers treat me well, I think I belong: School belonging and the psychological and academic well being of adolescent girls in urban India*, Thèse non publiée, New York University, New York, NY.
- Kaye, B., Rogers, I. (1979). *Pédagogie de groupe*. Dunod.

LDAOeng. (2022). *Comment mettre en place une approche d'enseignement des mathématiques par la résolution de problèmes pour soutenir les élèves en difficulté?*. TA@l'école (blog). <https://www.taalecole.ca/ate-resolution-maths/>

Loi n°89-486 du 10 juillet 1989 d'orientation sur l'éducation. (1989). *JORF*. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000509314>

Louis, J.-M., Ramond, F. (2009). *Comprendre et accompagner les enfants en difficulté scolaire*. Dunod.

Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports. (2021). *La résolution de problèmes mathématiques au collège*. <https://eduscol.education.fr/document/13132/download>

Villani, C., Torossian, C. (2018). *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. https://pedagogie.ac-toulouse.fr/mathematiques/sites/mathematiques.disciplines.ac-toulouse.fr/files/rapport_villani_torossian_21_mesures_pour_enseignement_des_mathematiques_896190.pdf

Annexe 1

Questionnaire distribué en début d'année scolaire.

Nom :	Prénom :	Classe :
Question 1 : Comment définirais-tu ton rapport aux mathématiques ? (Entoure une des réponses proposées) Très mauvais Mauvais Bon Très bon		
Question 2 : A quelle fréquence t'arrive-t-il de prendre du plaisir lors d'une activité mathématique ? Souvent Parfois Jamais Si souvent (ou parfois), laquelle (ou lesquelles) ?		
Question 3 : A quelle fréquence rencontres-tu des difficultés en mathématiques ? <input type="checkbox"/> Je rencontre beaucoup de difficultés <input type="checkbox"/> Je rencontre parfois des difficultés <input type="checkbox"/> Je rencontre peu ou pas de difficultés		
Question 4 : Entoure les mots qui pour toi sont liés aux mathématiques. Ennui Amusant Incompréhension Difficile Satisfaisant Challenge Attrayant Essentiel Compliqué Plaisir Sympa Nul		

Annexe 2

Questionnaire distribué à l'issue des entraînements :

Nom :	Prénom :	Classe :
Question 1 : Indique le degré de satisfaction que tu as ressenti lors de la composition des groupes. (Pas du tout satisfait) 1 2 3 4 5 (Très satisfait)		
Question 2 : Indique le degré d'appartenance au groupe que tu as ressenti lors de cette activité. (Pas du tout inclus) 1 2 3 4 5 (Très inclus)		
Question 3 : Indique le degré de plaisir que tu as pris pendant cette activité. (Aucun plaisir) 1 2 3 4 5 (Beaucoup de plaisir)		
Question 4 : Penses-tu avoir été actif dans l'activité ? (Entoure la réponse correspondante) Pas du tout actif Peu actif Actif Très actif		
Question 5 : Cette activité t'a-t-elle permise d'améliorer ton rapport aux mathématiques ? (Entoure la réponse correspondante) Pas du tout Peu Oui Enormément		
Question 6 : Comment abordes-tu la prochaine activité de mathématiques ? (Entoure la réponse correspondante) J'apprends De la même façon que d'habitude J'ai plus confiance en mes capacités		