



HAL
open science

La résolution de problèmes en CE2

Clara Paradiso

► **To cite this version:**

| Clara Paradiso. La résolution de problèmes en CE2. Education. 2018. dumas-01903463

HAL Id: dumas-01903463

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01903463>

Submitted on 24 Oct 2018

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.

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



LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES EN CE2

Clara Paradiso

MEMOIRE DE MASTER MEEF

Mention Premier degré

Sous la direction de Sylvie Gervais

2017-2018

Mots-clés : différenciation, hétérogénéité, problèmes

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	3
INTRODUCTION	4
PARTIE 1 : CADRE THÉORIQUE	5
1- Analyse des programmes et recommandations des institutions concernant la différenciation	5
1.1 Programmes de cycle 2.....	5
1.2 Recommandations des institutions	6
2- L'hétérogénéité dans une classe, comment y remédier ?	7
2.1 Qu'est-ce que l'hétérogénéité ?	7
2.2 Quand différencier ?	9
3- Les concepts didactiques, notion de différenciation, notion de résolution problème	10
3.1 La notion de différenciation	10
3.2 La notion de résolution de problème	13
3.3 Les obstacles et les difficultés liés à la résolution de problèmes	15
3.3.1 La lecture de l'énoncé.....	15
3.3.2 Le vocabulaire	15
3.3.3 La question	15
3.3.4 Les données du problème	15
3.3.5 « Les difficultés liées à la résolution de problèmes mathématiques »	16
PARTIE 2 : PRATIQUES DE CLASSE ET MÉTHODOLOGIE	18
1- Description de la pratique professionnelle	18
2- Recueil des données	19
2.1 Choix argumenté des données	19
2.1.1 Les défis maths	19
2.1.2 Qu'est-ce qu'un problème pour les élèves	21
2.1.3 Quelles étapes à suivre pour résoudre un problème.....	21
2.2 Une séquence par étapes.....	21
2.2.1 Quelle question ?	22
2.2.2 Quelle opération ?.....	23
2.2.3 Informations manquantes/ informations importantes.....	24
2.2.4 Jeu « Problemo »	24
3- Analyse des productions d'élèves	25
3.1 Analyse des Défis maths	25
3.2 Analyse des premiers exercices de résolution de problèmes	26
3.3 Analyse de séries de problèmes.....	28
3.4 Analyse du jeu « Problemo ».....	31
CONCLUSION	32
RÉSUMÉ DU MÉMOIRE	34
ANNEXES	35
BIBLIOGRAPHIE	44

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Mme Sylvie Gervais, ma directrice de mémoire, qui m'a aidée, conseillée, guidée et suivie lors de la rédaction de mon mémoire.

J'aimerais également remercier Mme Pénélope Tort-Bourgeois, ma PEMF, qui m'a fourni des documents nécessaires pour mes recherches et qui m'a soutenue tout au long de mon année de stage.

Et finalement, je tiens à remercier la directrice du 103 avenue Gambetta, Mme Laurence Jallageas, ainsi que mes collègues, pour l'aide qu'ils m'ont fournie cette année, que ce soit par leurs conseils, leurs documents ou leur soutien.

INTRODUCTION

On peut constater de façon évidente que l'enseignement des mathématiques est souvent peu apprécié, et ce, dès le plus jeune âge, car il demande une concentration particulière qui n'est pas évidente pour tous. La résolution de problèmes représente une des grandes difficultés que les élèves peuvent rencontrer en mathématiques. Cela est notamment dû aux nombreuses étapes que celle-ci présente ; la lecture et la compréhension de la consigne, la visualisation ou la schématisation du problème et finalement l'utilisation de la bonne opération, ainsi que sa bonne maîtrise.

Le choix de mon sujet de mémoire s'est donc porté sur la résolution de problèmes en mathématiques dans une classe de 24 élèves de CE2 de l'école 103 avenue Gambetta dans le 20^{ème} arrondissement, dont j'ai la charge cette année, et dont le niveau est assez hétérogène. J'ai choisi de travailler sur ce thème car j'ai constaté en début d'année, que certains élèves présentaient de grosses difficultés lors de résolutions de problèmes tandis que d'autres beaucoup moins. J'ai donc voulu trouver des solutions pour les faire avancer au même rythme ou du moins permettre à ceux en plus grande difficulté, d'aborder cet aspect des mathématiques avec plus de facilité, et ainsi leur permettre de donner du sens aux différents problèmes lors de leur résolution. En mathématiques, ce que les élèves repoussent le plus, est très souvent la résolution de problème, dû aux difficultés qu'elle présente de par la compréhension mais également les recherches et les capacités de raisonnement et de logique qu'elle demande. J'estime qu'il est donc important que les élèves comprennent dès le plus jeune âge, l'enjeu et l'utilité de savoir résoudre des problèmes, ce qui leur sera utile tout au long de leur vie.

Mon mémoire a donc pour but de trouver des solutions permettant à tous les élèves de réussir à résoudre des problèmes tout en prenant en compte la diversité et les difficultés de chacun. Pour cela, la différenciation pédagogique est un aspect essentiel de ma recherche, j'appuierai donc mon travail sur différents travaux réalisés sur ce thème. L'objectif de mon mémoire est de répondre à la problématique : « Comment permettre à tous les élèves d'une classe de niveau hétérogène, de résoudre des problèmes mathématiques ? ». Pour cela je vais m'intéresser tout d'abord au cadre théorique en identifiant ce qu'est l'hétérogénéité, la différenciation et les difficultés des élèves liés à la résolution de problème. Et dans un second temps j'analyserai ma pratique professionnelle et les productions de mes élèves.

PARTIE 1 : CADRE THÉORIQUE

1-Analyse des programmes et recommandations des institutions concernant la différenciation

1.1 Programmes de cycle 2

D'après les programmes d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux du 26 novembre 2015, la résolution de problèmes est essentielle aux apprentissages. « Au cycle 2, la résolution de problèmes est au centre de l'activité mathématique des élèves, développant leurs capacités à chercher, raisonner et communiquer. Les problèmes permettent d'aborder de nouvelles notions, de consolider des acquisitions, de provoquer des questionnements. Ils peuvent être issus de situations de vie de classe ou de situations rencontrées dans d'autres enseignements, notamment « Questionner le monde ». Ils ont le plus souvent possible un caractère ludique. 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 qui nécessitent des recherches avec tâtonnements. »

La résolution de problème est au centre de toutes les compétences travaillées durant ce cycle telles que ;

- Chercher : S'engager dans une démarche de résolution de problème en observant, en posant des questions, en manipulant, en expérimentant, en émettant des hypothèses, si besoin avec l'accompagnement du professeur après un temps de recherche autonome ; tester, essayer plusieurs pistes proposées par soi-même, les autres élèves ou le professeur.
- Modéliser : Utiliser des outils mathématiques pour résoudre des problèmes concrets, notamment des problèmes portant sur des grandeurs et leurs mesures ; Réaliser que certains problèmes relèvent de situations additives ou soustractives, d'autres de situations multiplicatives, de partages ou de groupements.
- Représenter : Appréhender différents systèmes de représentations (dessins, schémas, arbres de calculs, etc.)
- Raisonner : Anticiper le résultat d'une manipulation, d'un calcul ou d'une mesure.

Toutes ces compétences s'inscrivent plus particulièrement dans le domaine 4 du Socle Commun de Connaissance, de Compétence et de Culture ; les systèmes naturels et les systèmes techniques. Ces compétences seront le point d'appui de mes recherches.

Nous venons de voir que les résolutions de problèmes mathématiques ont une place majeure dans les programmes de cycle 2 qui viennent d'être cités, cependant tous les élèves n'aborderont pas les problèmes de la même façon car ils seront confrontés à de nombreux obstacles, qui ne seront pas les mêmes d'un élève à un autre. Pour remédier à cela, les apprentissages doivent être différenciés et ainsi permettre à tous les élèves d'atteindre les mêmes objectifs en utilisant différentes procédures propres à chacun.

Quelles sont les recommandations des institutions concernant la différenciation ?

1.2 Recommandations des institutions

Le 7 et 8 mars 2017, le CNESCO (conseil national d'évaluation du système scolaire) de Lyon, a organisé une conférence : « Différenciation pédagogique : comment adapter l'enseignement pour la réussite de tous les élèves ? »¹. Le jury composé d'enseignants, conseillers pédagogiques, chefs d'établissements, inspecteurs, formateurs etc. a mis en évidence l'importance de la différenciation pédagogique, qui permet de réduire les inégalités scolaires. Cependant, cela ne doit pas totalement exclure le collectif de la classe. « Ni l'enseignement « tout collectif », exclusivement en classe entière, ni l'enseignement « tout individualisé » n'est efficace pour faire réussir tous les élèves. ».

Pour que la différenciation pédagogique se répande au sein des apprentissages, le jury a développé quatre grands principes favorisant la réussite de tous les élèves :

- Un temps d'apprentissage ajusté aux rythmes d'apprentissages des élèves.
- Un rapport adéquat entre l'école et l'élève.
- Un environnement structuré, avec des aides et des repères.
- Des situations d'apprentissage limitant les informations inutiles.

La différenciation pédagogique doit être pensée au niveau de la classe, grâce à une réorganisation de celle-ci, avec des dispositifs variés proposés aux élèves. Mais cela ne doit

¹ <http://www.cnesco.fr/fr/differenciation-pedagogique/>

pas se limiter au cadre de la classe. « La différenciation doit être pensée dans le temps (à l'échelle d'un cycle) et dans l'espace (à l'échelle de l'école ou de l'établissement). »

2- L'hétérogénéité dans une classe, comment y remédier ?

2.1 Qu'est-ce que l'hétérogénéité ?

L'hétérogénéité n'a pas le même sens lorsqu'il en est question au sein d'une classe ou dans d'autres contextes. La définition que nous donne le Larousse concernant l'hétérogénéité est celle-ci « qui manque d'unité, qui est composé d'éléments de nature différente. »² Cette définition ne caractérise pas ce que représente une classe hétérogène, qui certes est composée d'élèves différents, mais qui forment malgré tout une unité, celle du groupe classe. Mais l'hétérogénéité ne se résume pas à une définition dans le dictionnaire, c'est plus précis que ça, et de nombreuses personnes ont fait des recherches à ce sujet pour la définir.

Dans l'article de Bernard Sarrazy³, *Les hétérogénéités dans l'enseignement des mathématiques*, l'auteur met en relief trois types d'hétérogénéité : « 1) L'hétérogénéité exogène: traits a priori de nature non-didactique comme, par exemple, la catégorie socioprofessionnelle d'origine des élèves; 2) L'hétérogénéité péri-didactique: ensemble des caractéristiques liées aux acquisitions disciplinaires comme par exemple le “niveau scolaire des élèves en mathématiques”; 3) L'hétérogénéité didactique est définie comme les différents niveaux d'appropriation par les élèves des nouveaux savoirs. On peut le mesurer par le nombre d'élèves qui a compris les nouvelles notions, et par le niveau de maîtrise qu'ils ont de ces notions. L'hétérogénéité didactique est la différence de vitesse et de justesse d'apprentissage. »

En 1972, Burns met en avant plusieurs postulats qui permettent de donner une définition de ce qu'est l'hétérogénéité :

- Il n'y a pas deux élèves qui progressent à la même vitesse.
- Il n'y a pas deux élèves qui soient prêts à apprendre en même temps.

² <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/h%C3%A9t%C3%A9rog%C3%A8ne/39779>

³ Les hétérogénéités dans l'enseignement des mathématiques, Bernard SARRAZY (Summary) : https://www.mathix.org/iufm_ecrits/gr/heterogeneites_esm.pdf

- Il n’y a pas deux élèves qui utilisent les mêmes techniques d’étude.
- Il n’y a pas deux élèves qui résolvent les problèmes de la même manière.
- Il n’y a pas deux élèves qui possèdent le même répertoire de comportements.
- Il n’y a pas deux élèves qui possèdent le même profil d’intérêt.
- Il n’y a pas deux élèves qui soient motivés pour atteindre les mêmes buts.

Ces différents postulats permettent de mettre en évidence la diversité des élèves, il est donc essentiel, pour leur permettre à tous de progresser et d’atteindre les mêmes objectifs, de différencier les procédures d’apprentissages mises en place en classe. Alexia Forget⁴ (chargée d’enseignement à l’université de Genève) a soulevé dans ses recherches sur la différenciation pédagogique, la question de « pourquoi différencier », elle a mis en évidence que la différenciation pédagogique a pour but d’éviter le décrochage scolaire, permettre à tous les élèves une égalité des acquis de base et leur permettre d’atteindre le maximum de leurs capacités : « autant de principes qui appellent, en amont, une certaine éthique philosophique notamment synthétisée sous l’expression de “postulat d’éducabilité” »(Meirieu, 2008)⁵.

De nombreux auteurs sont d’accord sur l’idée que la différenciation pédagogique peut toucher les contenus, les processus et les productions.⁶ La différenciation des contenus est le fait que tous les élèves n’apprennent pas les mêmes choses en même temps, certains peuvent être en train de consolider des objectifs, tandis que d’autres peuvent terminer un travail en cours. Il est également question de diversifier le matériel à disposition, tel que des textes différents dont le sujet serait le même, pour que tous les élèves puissent atteindre le même savoir sans forcément se sentir en situation d’échec. La différenciation des processus revient à varier les façons d’accéder aux compétences. L’enseignant peut proposer différentes modalités d’apprentissage en fonction des difficultés de ses élèves. Un système de tutorat entre élève peut être mis en place, ces derniers peuvent être ou en autonomie ou aidés par l’enseignant, des outils peuvent être également mis à disposition. Enfin, la différenciation des productions revient à permettre aux élèves de montrer leurs progressions de différentes

⁴ Alexia FORGET- Définition de la différenciation pédagogique (Conférence CNETSCO) - http://www.cnetesco.fr/wp-content/uploads/2017/03/170323_2_Forget.pdf

⁵ <https://www.meirieu.com/DICTIONNAIRE/educabilite.htm>

⁶ http://www.cnetesco.fr/wp-content/uploads/2017/03/170323_2_Forget.pdf

façons ; en réalisant un exposé oral ou une production écrite, cela permettant d'évaluer chaque élève en situation de réussite.

2.2 Quand différencier ?

Il est important de savoir qu'il faut différencier en classe pour permettre aux élèves d'atteindre les mêmes objectifs, mais pour cela il faut aussi avoir conscience de « quand différencier » pour que cela soit bénéfique pour tous.

Evelyne Touchard⁷, CPC de Grenoble a mis en évidence trois phases importantes de différenciation (avant, pendant et après les apprentissages). Pour appuyer ses propos, elle s'inspire des sept familles d'aide personnalisée selon Roland Goigoux⁸ (professeur des universités, spécialiste dans l'enseignement de la lecture) qui sont : exercer ; réviser ; soutenir ; préparer ; revenir en arrière ; compenser et faire autrement.

Pour répondre à la question « Quand différencier ? » tout d'abord, avant les apprentissages. L'enseignant doit repérer les acquis des élèves, pour cela il est important de faire une évaluation diagnostique pour savoir où se situe chaque élève au niveau des apprentissages. Suite à cette évaluation on peut donc préparer les élèves à la séance suivante (différenciation en amont), ou encore revenir en arrière « reprendre les bases, combler les lacunes ». La deuxième étape de différenciation se situe durant les apprentissages. En fonction de l'objectif de la séance et des éventuelles difficultés des élèves, l'enseignant différencie les modalités de travail (individuel, binôme, groupe, groupe de besoin), le matériel à disposition des élèves (affiches, dictionnaire, manuel, cahier de leçon etc.), les contenus (tâche plus compliquée ou plus simple, avec plus ou moins d'étapes etc.), et finalement le rôle des élèves en fonction des activités. Cinq des sept aides personnalisées proposées par R. Goigoux peuvent être mises en place durant la séance ; s'exercer pour automatiser des procédures ; compenser « Enseigner des compétences requises mais non enseignées (procédures et stratégies transversales ou spécifiques) » telles que la lecture d'un tableau à double entrée ; faire autrement (enseigner la même chose d'une façon différente ou par quelqu'un d'autre) ; revenir en arrière ; soutenir (accompagner l'élève et le faire verbaliser l'objectif attendu).

⁷ Evelyne TOUCHARD - La différenciation pédagogique comment faire? - http://www.ac-grenoble.fr/ien.g4/IMG/pdf/Diaporama_Atelier_Formation_differenciation_pedagogique.pdf

⁸ Roland GOIGOUX - Quels dispositifs retenir pour la mise en œuvre de l'aide personnalisée ? - http://www2.ac-lyon.fr/etab/ien/rhone/ism/IMG/pdf/aides_personnalisees_Goigoux-2.pdf

Toutes ces aides permettent de différencier les apprentissages au cours de la séance. Finalement la différenciation a également lieu en fin et après les apprentissages, tel que prévoir des activités en autonomie, créer des groupes de besoins, du tutorat, et enfin mettre en avant les réussites de l'élève pour lui redonner confiance en lui.

Ces étapes de différenciation sont essentielles, les besoins des élèves sont alors pris en compte tout au long des séances pour leur permettre d'atteindre les objectifs fixés par l'enseignant et les programmes en vigueur.

L'ensemble de ces recherches permet de répondre à la question « pourquoi et quand différencier ? » mais pas à « comment travailler la résolution de problème dans une classe à niveau hétérogène ? », mais pour y répondre, il faut s'intéresser tout d'abord aux notions de différenciation et de problème.

3- Les concepts didactiques, notion de différenciation, notion de résolution problème

3.1 La notion de différenciation

La pédagogie différenciée est un ensemble varié de techniques d'apprentissages et d'enseignement permettant à des élèves dont les compétences sont hétérogènes, d'atteindre des objectifs communs en passant par des procédures propres à chacun. Pour cela, l'enseignant se doit de différencier et donc d'individualiser au mieux les apprentissages. Les évaluations peuvent être différentes, tout en respectant un même objectif, les élèves peuvent ainsi être dans les meilleures conditions d'apprentissage. La différenciation permet d'identifier les difficultés de chaque élève et d'y remédier pour permettre l'atteinte des mêmes objectifs d'apprentissage, conformément avec les programmes d'enseignement.

André de Peretti, grand pédagogue, définit la pédagogie différenciée comme « une méthodologie d'enseignement et non une pédagogie. Face à des élèves très hétérogènes, il est indispensable de mettre en œuvre une pédagogie à la fois variée, diversifiée, concertée et compréhensive. Il doit y avoir une variété de réponses au moins égale à la variété des attentes, sinon le système est élitiste. Chaque enseignant est différent dans sa manière de faire et il reconnaît à l'autre le droit d'avoir une méthode différente. La diversification est facteur de réussite. Du bon sens, de la bonne entente sont des gages de réussite. Le travail en équipe devient une obligation de service, l'enseignant ne peut rester isolé. »

Pour Louis Legrand, le terme différenciation pédagogique veut désigner « un effort de diversification méthodologique susceptible de répondre à la diversité des élèves. »

Dans leur ouvrage *Comment différencier la pédagogie*⁹, Éric Battut et Daniel Bensimhon définissent la pédagogie différenciée comme une « pédagogie variée qui propose une large palette de démarches et de procédés, dans un cadre très souple, pour que les élèves apprennent un ensemble de savoirs et de savoir-faire commun à tous. »

La différenciation pédagogique, est le moyen le plus efficace pour remédier aux difficultés d'un grand nombre d'élèves en situation d'échec scolaire. On constate que pour un même objectif, les élèves utilisent différentes démarches pédagogiques pour arriver au même résultat. La pédagogie différenciée est définie par le fait que chaque élève peut travailler à son rythme, en prenant le temps qu'il estime nécessaire pour la réalisation de la tâche, et sans forcément utiliser les mêmes procédures que ses camarades de classe.

Cette démarche pédagogique apparaissait déjà au XIX^{ème} siècle, notamment en milieu rural car les professeurs d'écoles pouvaient regrouper dans une même classe, des élèves d'âges et de niveaux très hétérogènes, ce qui est encore le cas de nos jours dans certains petits villages. Puis à partir du XX^{ème} siècle, de nombreux pédagogues évoquaient les bienfaits de son utilisation dans les classes.

La notion de « différenciation pédagogique » trouve probablement sa source du côté de la psychologie. Jean Piaget définit quatre stades de développement¹⁰ : le stade de l'intelligence sensori-motrice, de 0 à 24 mois ; le stade de l'intelligence pré-opératoire entre 2 et 7 ans ; le stade des opérations concrètes jusqu'à 11 ans et le stade des opérations abstraites, à partir de 12 ans jusqu'à l'âge adulte.

Ces différents stades de développement montrent que les capacités mentales se construisent par phases. Chaque enfant évolue à son rythme en fonction de son propre développement mais également du contexte social qui l'entoure.

⁹ *Comment différencier la pédagogie cycle 2 et 3* - Eric Battut et Daniel Bensimhon – RETZ

¹⁰ <http://blog.univ-angers.fr/freud/files/2013/11/piaget.png>

LES STADES DU DÉVELOPPEMENT COGNITIF SELON PIAGET

Classe d'âges	Description du stade	Étapes majeures
De la naissance à presque 2 ans	<i>Sensori-moteur</i> Contacts avec le monde par l'intermédiaire des sens et des actions (regarder, toucher, porter à la bouche et saisir)	<ul style="list-style-type: none"> • Permanence des objets • Angoisse de l'étranger
De 2 à 6 ou 7 ans	<i>Préopératoire</i> Représentation des choses avec des mots ou des images ; utilise l'intuition plutôt que le raisonnement logique	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité à faire semblant • Égocentrisme • Développement du langage
De 7 à 11 ans environ	<i>Opérations concrètes</i> Pensées logiques à propos d'événements concrets ; compréhension d'analogies concrètes et capacité à exécuter des opérations arithmétiques	<ul style="list-style-type: none"> • Conservation des quantités • Transformations mathématiques
De 12 ans environ à l'âge adulte	<i>Opérations formelles</i> Raisonnement abstrait	<ul style="list-style-type: none"> • Logique abstraite • Capacité d'un raisonnement moral mature

Célestin Freinet dans les années 1930 et Fernand Oury dans les années 1960 proposent des pédagogies centrées sur l'enfant. En 1935, Célestin Freinet, lui-même instituteur, considère que l'éducation dite traditionnelle se centre beaucoup trop sur les connaissances intellectuelles, il décide alors de créer une école dont le fonctionnement est basé sur la pédagogie différenciée, même si le terme en lui-même n'existe pas encore. Il invente la « pédagogie Freinet » basée sur l'expression libre des enfants. Sa démarche montre que le point de départ des apprentissages est le tâtonnement, et que cela permet de favoriser la libre découverte par les enfants.

De son côté, Fernand Oury, lui aussi instituteur, fonde la « pédagogie institutionnelle » dont le but est de créer et de faire respecter des règles de vie dans l'école, en insistant sur « l'apprentissage de la vie collective, sur la parole et le débat ». Pour qu'un enfant ait le goût d'apprendre, il doit percevoir sa classe comme « un lieu sécurisé avec des repères ».

Ces pédagogies sont appelées « pédagogies nouvelles » car elles ne privilégient plus un chemin unique d'apprentissage, imposé par le professeur. Il s'agit de permettre aux élèves d'apprendre à développer des connaissances en diversifiant les démarches et outils d'apprentissage. Le professeur ne joue plus un rôle de transmission de savoir, il joue le rôle de médiateur, c'est lui qui facilite l'appropriation des savoirs par les élèves.

Plus récemment, Philippe Meirieu, spécialiste des sciences de l'éducation et de la pédagogie, considère l'hétérogénéité des classes comme « un problème auquel les enseignants sont confrontés quotidiennement », pour cela il préconise un apprentissage actif et attractif, il propose alors de différencier la pédagogie. Cela demande une certaine flexibilité pour permettre à tous les élèves d'être performant dans l'activité demandée et de progresser.

Selon Philippe Meirieu, « Différencier, c'est avoir le souci de la personne sans renoncer à celui de la collectivité. »

3.2 La notion de résolution de problème

Il existe de nombreuses définitions des problèmes, nous allons tout d'abord nous intéresser à la définition du Larousse qui est : « Question à résoudre par un raisonnement scientifique et constituant un exercice : l'énoncé du problème. »¹¹. Dans cette définition, on retrouve les termes « raisonnement scientifique » qui mettent en évidence la présence des mathématiques.

Il ne s'agit pas là de la seule définition, car de nombreuses personnes ont cherché à définir ce qu'est un problème mathématique, notion qui n'est pas évidente, en particulier pour les élèves, mais également à l'âge adulte. Le terme « problème » en lui-même amène à penser à la seconde définition du Larousse : « Difficulté qu'il faut résoudre pour obtenir un résultat ; situation instable ou dangereuse exigeant une décision ». Le seul terme, est déjà défini comme une difficulté à résoudre. Ce qui n'est pas évident pour les élèves, qui apprennent tout d'abord ce qu'est un problème, par cette seconde définition. Il sera donc plus difficile pour eux d'aborder les problèmes mathématiques sans faire de liens avec d'éventuelles difficultés.

Françoise Duquesne-Belfais¹² (Docteur en sciences de l'éducation et enseignant chercheur en didactique des mathématiques) s'est intéressée au sujet de la résolution des problèmes mathématiques dont les objectifs sont de créer des conditions de réelles recherches intellectuelles pour apprendre à raisonner.

Selon D. Pernoud, « Est un problème, pour un élève donné, toute situation (réelle ou imaginaire) dans laquelle des questions sont posées, ces questions étant telles que l'élève ne peut y répondre de manière immédiate. »

Evelyne Touchard¹³, conseillère pédagogique de l'académie de Grenoble, lors de ses recherches sur la résolution de problème au cycle 2 et 3 a défini le rôle du problème. « Selon

¹¹ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/probl%C3%A8me/64046>

¹² Françoise DUQUESNE-BELFAIS - Résoudre des problèmes mathématiques - http://francoiseduquesne.free.fr/theme3/Resoudre_des_problemes_mathematiques.pdf

¹³ Evelyne TOUCHARD - La résolution de problème cycle 2 et 3 – http://www.ac-grenoble.fr/ien.g4/IMG/pdf/RESOL_PB_Pour_le_site_G4_SEPT_2011.pdf

la situation d'apprentissage, un même problème peut avoir différentes fonctions et correspondre à différents types de problèmes ».

Fonction	Problèmes pour apprendre			Problèmes pour chercher
Types de problèmes	Situation problème	Problèmes d'application directe	Problèmes de réinvestissements/transferts	Problème ouvert
	Problème dont la résolution vise la construction d'une nouvelle connaissance ou d'un nouvel aspect d'une connaissance antérieure.	Problème destiné à s'entraîner à maîtriser le sens d'une connaissance nouvelle.	Problème complexe nécessitant l'utilisation de plusieurs connaissances construites dans différents contextes.	Problème centré sur le développement des capacités à chercher : en général, les élèves ne connaissent pas la solution experte.

Par exemple : *J'ai 250 œufs. Combien de boîtes de 6 sont nécessaires pour les ranger ?*

CP – Problème ouvert : Les élèves ne connaissent pas la technique de la division. Ils sont face à un défi intellectuel qu'ils doivent relever pour chercher. Ils vont utiliser différentes procédures personnelles : dessin, calculs partiels etc. Pour les CP le problème peut paraître difficile, il peut alors être adapté en changeant les données chiffrées, en les simplifiant. Par exemple : « *J'ai 25 œufs. Combien de boîtes de 5 sont nécessaires pour les ranger ?* » Les procédures utilisées par les élèves seront alors plus simples à réaliser, notamment s'il s'agit de dessins, ce qui aurait été bien trop laborieux avec les 250 œufs du problème initial.

CE2 – Situation problème : Ils ne connaissent pas encore la technique de la division. Analyser les procédures utilisées et leurs limites. Identifier la procédure experte pour introduire la technique opératoire de la division.

CM2 – Problème d'application : La division a été étudiée. Les élèves sont censés reconnaître un problème de division et utiliser la technique opératoire pour le résoudre.

3.3 Les obstacles et les difficultés liés à la résolution de problèmes

3.3.1 La lecture de l'énoncé

Il existe de nombreux obstacles auxquels sont confrontés les élèves lors de la résolution de problèmes mathématiques, comme l'explique E. Touchard (CPC de Grenoble) dans ses recherches sur « La différenciation pédagogique en mathématique ». ¹⁴ Tout d'abord la lecture de l'énoncé, qui demande aux élèves une capacité de représentation, ils doivent être capable d'identifier le type de problème (problème additif, soustractif, multiplicatif ou de division).

3.3.2 Le vocabulaire

Puis le vocabulaire ; les élèves doivent connaître le lexique spécifique ainsi que savoir distinguer le langage courant du langage mathématique (par exemple, une différence en mathématique est le résultat d'une soustraction tandis que dans le langage courant c'est le fait de distinguer une chose d'une autre).

3.3.3 La question

Un obstacle supplémentaire à la compréhension du problème pour l'élève, est la forme et la place de la question, qui est souvent en fin d'énoncé et ne permet donc pas à l'élève d'anticiper ce qu'il doit faire. L'énoncé doit être lu séparément de la question pour permettre à l'élève de la trouver tout seul en passant au préalable par une phase de dessin ou d'écriture pour s'assurer de la bonne compréhension de l'énoncé. Une reformulation est également nécessaire pour en être sûr.

3.3.4 Les données du problème

Les données du problème peuvent également être un obstacle. Les données doivent être accessibles, et les élèves doivent être capables de distinguer les données utiles des données inutiles. Enfin les étapes du problème correspondent à l'ordre des informations de l'énoncé. Les élèves doivent identifier les informations implicites et explicites, et trouver la ou les question(s) intermédiaire(s).

¹⁴ Evelyne TOUCHARD - La différenciation pédagogique en mathématique - http://www.ac-grenoble.fr/mathssciences/IMG/pdf_Differencier_en_mathematiques_E_Touchard.pdf

3.3.5 « Les difficultés liées à la résolution de problèmes mathématiques »

Il est évident que quel que soit le niveau de classe ou le public visé, les élèves ont souvent des difficultés à résoudre des problèmes mathématiques. Ils seront pourtant amenés à être confrontés à des situations-problèmes durant toute leur vie, lors de manipulation d'argent par exemple.

Anne Lafay¹⁵, chercheuse postdoctorale à l'université Concordia s'est intéressée à quatre auteurs qui ont essayé de répondre à la question « qu'est-ce qui explique les difficultés liées à la résolution de problèmes mathématiques ». Il s'agit de quatre auteurs allemands, Daroczy, Wolska, Meurers et Nuerk¹⁶ qui ont identifiés des difficultés propres aux problèmes, mais également propres à chaque individu. Ils ont identifié des facteurs propres à chacun comme les capacités générales (ex : le quotient intellectuel) et les capacités spécifiques (ex : habiletés en lecture, mémoire, mathématiques etc.). D'autre part, la nature même des problèmes crée une difficulté à part entière. Voici deux exemples de problème :

- a. *Joe et Tom jouent aux billes dans la cour de récréation. Joe a un sac de 8 billes. Il joue contre Tom et gagne 5 billes. Combien Joe a-t-il de billes après la partie ?*
- b. *Joe et Tom jouent aux billes dans la cour de récréation. Joe a un sac de 5 billes. Tom a 8 billes de plus que Joe. Combien de billes Tom a-t-il alors ?*

Le contexte de ces deux problèmes est le même, ainsi que les nombres et l'opération à poser pour les résoudre ($8+5$), cependant le premier est plus simple à résoudre. La résolution d'un problème se fait essentiellement grâce à la représentation mentale que s'en fait l'élève. Le premier (Joe gagne 5 billes) est un problème additif de type transformation d'état (classification de Gérard Vergnaud)¹⁷, c'est-à-dire qu'un état initial subit une transformation pour aboutir à un état final. Le second (le nombre de billes de Joe est comparé au nombre de

¹⁵ <https://parlonsapprentissage.com/la-resolution-de-problemes-mathematiques/>

¹⁶ Daroczy, Wolska, Meurers, & Nuerk,(2015). Word problems : a review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in Psychology* - <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.00348/full>

¹⁷ G. VERGNAUD - Typologie des problèmes additifs et multiplicatifs - http://www.ac-grenoble.fr/ien.haut-gresivaudan/IMG/pdf/Typologie_des_problemes_additifs_et_multiplicatifs_cycle_2.pdf

billes de Tom) est un problème additif de type comparaison d'états ; on compare 2 états. Dans ce type de problème, on trouve presque toujours les expressions « de plus/de moins ».

Comme nous le montre G. Vergnaud, il existe d'autres types de problèmes additifs, soustractifs, multiplicatifs et de division dont la difficulté varie d'un problème à un autre. Un problème peut être rendu difficile à cause des nombres utilisés (petits ou grands), des informations utiles ou inutiles de l'énoncé, ou encore des étapes de résolution.

Il existe également des difficultés liées à la complexité de la langue française, car avant tout, pour résoudre un problème il faut pouvoir lire et comprendre le vocabulaire de l'énoncé. De plus les élèves ont plus de facilité à résoudre un problème lorsque les informations de l'énoncé sont dans l'ordre chronologie du contexte de celui-ci. La place de la question a également son importance, lorsqu'elle est en début d'énoncé les élèves peuvent ainsi anticiper la réponse.

Une autre difficulté que rencontrent les élèves est l'association entre les nombres et l'énoncé lui-même. Les élèves ont tendance à identifier une addition lorsqu'ils lisent « plus que » ou une soustraction lorsqu'ils lisent « moins que ». Ils ont également tendance à chercher une réponse à la situation-problème en utilisant toutes les données numériques sans que cela n'ait forcément de sens. Une étude de Reusser (1988, citée dans l'article de Daroczy, Wolska, Meurers et Nuerk, 2005) montre que 76 élèves sur 97 élèves de CP et CE1 résolvent le problème « *Il y a 26 moutons et 10 chèvres. Quel est l'âge du capitaine ?* » en prenant les données chiffrées de l'énoncé. Ils trouvent donc 36 ans.

L'étude réalisée par Daroczy, Wolska, Meurers et Nuerk permet donc de mettre en évidence l'ensemble des difficultés que produisent les problèmes mathématiques, et que certains problèmes restent difficiles même à l'âge adulte. Il est important de le savoir, pour pouvoir adapter les problèmes en fonction des difficultés des élèves et ainsi les aider au mieux dans leur apprentissage des mathématiques.

PARTIE 2 : PRATIQUES DE CLASSE ET MÉTHODOLOGIE

1- Description de la pratique professionnelle

Pour cette première année en tant que professeur des écoles stagiaire, j'ai été affectée au 103 avenue Gambetta dans le 20^{ème} arrondissement de Paris, dans une classe de CE2 de 24 élèves issus de familles de catégories socioprofessionnelles moyennement aisées. Dès le début d'année j'ai constaté que les élèves n'étaient pas à l'aise en résolutions de problèmes mathématiques. Certains ne présentaient que très peu de soucis, d'autres au contraire étaient incapables de comprendre ne serait-ce que l'énoncé du problème. J'ai ainsi identifié une grande hétérogénéité dans ma classe, présente également dans d'autres disciplines.

Pour remédier à ces différences de niveau parmi les élèves j'ai décidé de mettre en place des stratégies permettant aux élèves plus en difficulté de ne pas se sentir en échec tout en progressant, et tout en valorisant les élèves plus à l'aise. Pour cela les élèves ont beaucoup travaillé en groupes de quatre, les tables de la classe étant disposées en six îlots de quatre. Cette disposition a permis aux élèves de pouvoir mettre en commun leurs idées pour les confronter et ainsi aborder les problèmes avec plus de facilité et d'efficacité. Lorsqu'un élève se retrouve seul face à un problème, il est souvent désespéré et n'a pas toujours les bonnes méthodes, alors qu'au sein d'un groupe, il peut se sentir plus épaulé et partager ses opinions et ses idées avec ses camarades de classe. D'autre part le travail de groupe ne permet pas seulement de confronter ses propositions avec les membres du groupe en question, mais également avec les autres groupes au sein de la classe, ce qui permet de développer l'écoute et l'attention, et comprendre qu'il n'y a pas qu'une seule façon d'obtenir un résultat.

Dans l'ouvrage *Comment différencier la pédagogie*, Daniel Bensimhon et Éric Battut nous expliquent que les travaux de groupe et plus précisément en mathématiques, permettent la confrontation des résultats et donc le développement des compétences dans le domaine de l'argumentation et de l'explicitation, l'élève est amené à considérer d'autres points de vue que le sien, ce qui l'oblige à une décentration. Pour des élèves plus en difficulté, cette dimension

suppose la socialisation, l'écoute et le respect de l'autre, nécessaire à la bonne marche de la classe.¹⁸

Un système de tutorat a également été mis en place au sein de la classe. En amont, les élèves se sont mis d'accord pour créer une affiche regroupant le rôle et les règles que doit respecter un bon tuteur, il sait alors ce qu'il doit faire ou ne pas faire (annexe 1). Les élèves ayant terminé leur travail, sont alors invités à aller aider un camarade en difficulté. Cela permet de les responsabiliser et de les rendre plus autonomes et ainsi me permettre de venir également en aide à d'autres élèves.

Pour permettre à tous les élèves d'être en réussite tout en travaillant les mêmes objectifs, j'ai également différencié les problèmes proposés aux élèves. Ces derniers sont des problèmes évolutifs au niveau de la difficulté mais également au niveau des aides. Ceux qui sont les plus à l'aise auront des problèmes avec plus de contraintes et plus d'étapes, pour les élèves en difficulté il n'y aura peut-être qu'une seule étape, qu'une seule opération à effectuer, et les nombres seront plus petits et plus simples à calculer. L'objectif final restera le même pour tous les élèves, les problèmes proposés feront appel à la ou les mêmes opérations, mais l'énoncé sera légèrement différent pour ne pas mettre les élèves en situation d'échec.

D'autre part, une table des besoins est présente en fond de classe, ce qui me permet de prendre un petit groupe d'élève, tandis que les autres sont en autonomie.

2- Recueil des données

2.1 Choix argumenté des données

2.1.1 Les défis maths

J'ai choisi de réaliser une séquence avec mes élèves de CE2, ayant pour objectif de comprendre et savoir résoudre des problèmes mathématiques. Mon choix s'est porté sur cette séquence en particulier, non seulement car la résolution de problème a une place importante dans les programmes de cycle 2 mais également parce que tous les élèves de l'école participent à un défi maths¹⁹. Il s'agit d'énigmes à résoudre en équipe qui font appel à des connaissances en calcul, numération, espace, géométrie, raisonnement et problèmes. Les défis

¹⁸ « Comment différencier la pédagogie » Eric Battut, Daniel Bensihmon – RETZ

¹⁹ Défi maths CE2 volume 2, Pierre Colin et Christian Redouté – RETZ

maths sont un moyen de donner le goût de la recherche aux élèves. Le fait d'être en groupe et de devoir donner une réponse unique à chaque exercice les incite à débattre et argumenter leurs choix pour obtenir le bon résultat unanimement. Cette activité leur permet également de développer leur autonomie en respectant les consignes qui sont de ne pas faire appel au professeur sous peine de perdre des points. Ils sont donc seuls au sein de leur groupe, cela favorise la socialisation des élèves à différents niveaux. Ils participent alors à un projet commun quel que soit leur niveau en mathématiques. D'autre part l'aspect compétitif du défi maths, non seulement au sein de la classe mais également au sein de l'école, avec la participation des trois classes de CE2, anime les élèves dans leur volonté de réussir. Ils se sentent donc concernés au sein de leur groupe peu importe leur niveau initial. Un climat de coopération est donc instauré au sein de chaque groupe.

J'ai donc constitué des groupes hétérogènes pour que tous les élèves puissent se sentir en réussite au sein du groupe, et ainsi permettre aux élèves plus en difficulté de se rattacher aux élèves pour qui les mathématiques ne posent pas de problème. L'avantage du défi maths c'est qu'il propose des exercices de différents niveaux, ce qui permet à tous les élèves de travailler tout d'abord individuellement, pour réfléchir et se concentrer sur la tâche à effectuer et ensuite participer davantage au sein du groupe.

Le défi maths permet de « prendre en compte les programmes officiels au travers d'une activité qui met en œuvre aussi bien des compétences transversales que disciplinaires dans le domaine de la maîtrise de la langue (langage oral, lecture, production d'écrits) et des mathématiques. » Depuis le début de l'année les élèves ont réalisé quatre défis maths, les exercices de problèmes et raisonnement étaient les moins bien réussis, les élèves avaient du mal à se mettre d'accord sur une seule et unique réponse, alors certaines réponses étaient parfois insensées. D'autre part, le fait de créer des groupes hétérogènes avait ses avantages et ses inconvénients. Les avantages étaient que les élèves plus en difficulté pouvaient être aidés par les autres élèves du groupe, sans se sentir totalement désarmés face à un exercice. Mais de leur côté les élèves pour qui les exercices du défi maths ne posaient pas de problème avaient tendance à faire les exercices seuls de leur côté sans forcément partager avec leurs camarades de groupe. Ce manque de coopération s'est fait sentir lors des résultats du défi maths, certains groupes n'obtenaient que très peu de points car le travail d'équipe n'avait pas porté ses fruits. C'est pour cette raison que suite aux premiers défis maths, une affiche de « comment être un bon tuteur » (annexe 1) a été réalisée avec les élèves, pour qu'ils prennent conscience de

l'importance de l'entraide et de la coopération. Cependant ça n'a pas été évident pour tous les élèves, que ce soit pour les tuteurs ou les tutorés. Cela a plutôt fonctionné dans l'ensemble mais certains élèves sont encore réticents à l'idée de se faire aider par un autre camarade de classe. De leur côté, les tuteurs peinaient à donner des explications sans donner directement la réponse.

2.1.2 Qu'est-ce qu'un problème pour les élèves

A la suite des premiers défis maths, j'ai mis en place la séquence plus spécifique aux résolutions de problèmes. En première séance les élèves avaient à me définir ce qu'était un problème selon eux. Voici quelques-unes de leurs réponses : « C'est quand on doit faire un calcul pour trouver une solution », « C'est quand par exemple on veut savoir combien coûte des articles dans un magasin », « Il faut faire pleins de recherches », « C'est difficile », « C'est des mathématiques et des calculs », « C'est un énoncé ». La plupart des élèves savaient plus au moins ce qu'était un problème, ayant eu l'occasion de s'y confronter lors des deux années précédentes, mais la question de comment les résoudre était moins évidente.

2.1.3 Quelles étapes à suivre pour résoudre un problème

Je leur ai ensuite demandé de chercher sur leur ardoise les étapes à suivre lorsqu'ils sont face à un énoncé de problème. Voici quelques exemples d'ardoises d'élèves (annexe 2). J'ai pu constater que les élèves savaient dans l'ensemble quelles étaient les étapes à suivre, cependant ils ne les appliquaient pas lorsqu'ils se trouvaient confrontés à un problème. La difficulté n'était pas dans la connaissance des étapes à suivre, sinon dans la compréhension des problèmes eux-mêmes. Après avoir recueilli toutes leurs idées, une affiche a été réalisée en même temps en classe, pour servir de référence aux élèves et ainsi avoir les différentes étapes sous les yeux lors d'exercices de résolutions de problèmes (annexe 3).

2.2 Une séquence par étapes

Le but de la séquence est de permettre aux élèves de résoudre des problèmes mathématiques en leur donnant tous les outils nécessaires pour que ce soit le plus simple et logique possible. Pour cela nous avons procédé par étapes. Tout d'abord je leur ai donné des problèmes simples ; l'énoncé était écrit en gras, et la question en italique pour qu'ils puissent bien distinguer les deux. Un espace était réservé à un éventuel schéma, une case avec des

carreaux Sèyès pour poser le calcul, une ligne dédiée à la réécriture de l'opération en ligne et enfin une ligne dédiée à l'écriture de la phrase réponse (annexe 4).

2.2.1 Quelle question ?

Tout au long de la séance les élèves auront à résoudre des problèmes par étapes. Tout d'abord, à partir d'un énoncé ils auront à retrouver la question correspondante. Cet exercice permet aux élèves de se centrer sur le sens de l'énoncé et ainsi savoir ce qui est recherché. Les énoncés sont écrits au tableau et lus à voix haute, et les élèves notent sur leur cahier la question qui pourrait être posée. Pour faciliter la recherche les élèves devaient identifier les informations importantes et utiles dans l'énoncé, et les surligner ou les souligner en couleur. Pour débiter, les énoncés proposés sont simples, comme par exemple :

« *Louis avait 85 cartes ce matin. Il en gagne 55 lors de la récréation.* » La réponse attendue est « *Combien a-t-il de cartes maintenant ?* »

Certains élèves avaient déjà des difficultés face à ce genre de problèmes, j'ai donc utilisé la table des besoins avec ces quelques élèves pour qu'ils réussissent à s'intéresser plus précisément à l'énoncé. Le fait de se retrouver en petit groupe avec moi, leur a permis de s'ouvrir et de s'exprimer davantage pour proposer leurs idées et leurs réflexions. J'ai pu travailler sur plusieurs énoncés simples avec eux, pour être certaines qu'ils atteignent l'objectif fixé qui était de savoir retrouver la question d'un énoncé mathématique.

Pendant ce temps, les autres élèves étaient en autonomie. Ils devaient réaliser un exercice un peu plus compliqué, qui demandait plus de temps de réflexion, qui consistait également à devoir retrouver la question à partir d'un énoncé sous forme d'un petit paragraphe. A partir de trois propositions de questions, ils devaient retrouver celle qui correspondait à l'énoncé, et y répondre dans le cadre destiné. La difficulté de l'exercice était que les trois énoncés étaient liés entre eux, les élèves devaient être capables de trouver les informations importantes dans chacun des trois énoncés pour répondre aux trois questions. Leurs recherches devaient s'effectuer en jonglant sur les trois énoncés (annexe 5)²⁰.

²⁰ « Résolution de problème CE2 » Jean-Luc Caron - RETZ

2.2.2 Quelle opération ?

La suite logique de la séquence est de permettre aux élèves d'identifier quelles opérations sont en jeu. Pour cela je me suis servie de la classification de Vergnaud²¹ (annexe 6) dans laquelle sont regroupées les typologies des problèmes additifs et soustractifs et les typologies de problèmes multiplicatifs et de division. Je me suis surtout intéressée aux problèmes additifs et soustractifs. Les problèmes les mieux réussis par les élèves sont les problèmes de composition d'état « On considère les situations qui portent sur 3 grandeurs où 2 d'entre elles se composent pour donner la 3^{ème} ». Ils doivent rechercher le composé : « *A midi, j'ai bu 2 verres d'eau et 1 verre de jus d'orange. Combien de verres ai-je bu en tout ?* » ou une partie « *Dans notre cour, nous avons 5 bancs. Pendant la récréation, 3 bancs sont occupés par des enfants. Combien de bancs sont vides ?* ». Les problèmes de transformation d'état sont majoritairement compris par les élèves, il s'agit d'un état initial qui subit une transformation pour aboutir à un état final. Il existe trois types de problèmes, la recherche de l'état final : « *Tu avais 2 petites voitures. Je t'en donne encore une. Combien en as-tu maintenant ?* », la recherche de la transformation : « *Pose 5 cubes sur la table. Que dois-tu faire pour en avoir 7 ?* » et enfin, la recherche de l'état initial : « *J'ajoute 3 bonbons dans la boîte. Maintenant j'en ai 5. Combien la boîte contenait-elle déjà de bonbons ?* ».

Les problèmes qui ont réellement posé le plus de difficulté aux élèves, sont les comparaisons d'états « On compare 2 états. Dans ce type de problème, on trouve les expressions « de plus/de moins » presque à chaque fois ». On y recherche l'un des états : « *Alexis a 3 ans. Il a 1 an de plus (ou de moins) que sa sœur. Quel est l'âge de sa sœur ?* » ou la comparaison : « *Sur une assiette, il y a 2 gâteaux. Sur une autre, il y en a 5. Combien y a-t-il de gâteaux de plus sur la 2^{ème} assiette ?* ». Face à ce genre de problème les élèves assimilent tout de suite les expressions « de plus/de moins » à une addition ou une soustraction sans réellement prêter attention au sens du problème. Pour un problème de comparaison comme celui donné en exemple, certains élèves sont capables d'additionner 2 + 5 à cause de la formule « de plus », alors qu'ici il est question de la soustraction 5 – 2.

²¹ G. VERGNAUD - Typologie des problèmes additifs et multiplicatifs - http://www.ac-grenoble.fr/ien.haut-gresivaudan/IMG/pdf/Typologie_des_problemes_additifs_et_multiplicatifs_cycle_2.pdf

2.2.3 Informations manquantes/ informations importantes

L'étape suivante sera de donner aux élèves des énoncés de problèmes dans lesquels il manque une information nécessaire à la résolution de ce-dernier. Cet exercice leur permet de comprendre quelles sont les données utiles et inutiles pour la résolution d'un problème, et toutes les données chiffrées qui apparaissent dans un énoncé ne permettent pas forcément de résoudre le problème. Voici un exemple d'énoncé proposé aux élèves : « *Il est 8h30, la cloche sonne, Léa se dépêche de rejoindre sa classe car aujourd'hui il y a une sortie au cinéma à 9h. Elle devait apporter 3€ pour pouvoir assister à la projection. Combien d'argent lui manque-t-il ?* ». Les élèves ont tendance à regrouper toutes les données chiffrées pour en ressortir un résultat, or pour ce genre d'énoncé, il est compliqué d'associer des heures à des euros. Cependant certains élèves sont perturbés par les données inutiles. Il est donc nécessaire de travailler sur la recherche des données importantes de l'énoncé avec les élèves plus en difficulté avant de rechercher les données manquantes.

2.2.4 Jeu « Problemo »

« Problemo »²² est un jeu qui allie tous les exercices effectués avec les élèves. Il s'agit d'un jeu de carte que j'ai trouvé sur un site internet, inventé pour des CM par une professeur des écoles qui l'a adapté également à des CE2. Le but du jeu est de déplacer son pion pour atteindre la case d'arrivée, en passant sur différentes cases nommées « infos manquantes », « infos importantes », « quelle question », « quelle opération », « problemo », « chance ». Les élèves lancent le dé, et déposent leur pion sur une case. S'il s'agit par exemple d'une carte « quelle question », un autre camarade lui lit l'énoncé écrit sur la carte, et l'élève en question doit alors trouver la question correspondante. Les élèves ont le droit d'utiliser leur ardoise pour s'aider. L'arrivée de ce jeu en fin de séquence est très appréciée par les élèves car ils ont tous appris au préalable comment résoudre un problème en suivant différentes étapes.

Les moments de jeu, alliaient travail et amusement ce qui permettait aux élèves d'être très investis dans l'activité. De plus, l'aspect compétitif, était source de motivation pour eux.

D'autre part, pour permettre aux élèves de travailler efficacement, les groupes de travail formés étaient suffisamment homogènes. Et les élèves en difficulté étaient réunis autour d'un jeu que je supervisais, et pour lequel j'avais pris le soin de sélectionner les cartes les plus

²² <https://monecole.fr/jeux-pour-la-classe/jeux-pour-la-classe-resolution-de-probleme>

abordables pour leur permettre de se sentir en réussite, ou du moins, ne pas se sentir constamment en difficulté. Lors des parties suivantes, lorsque ces élèves se sentaient plus en confiance, ils étaient répartis dans les autres groupes de jeu, ce qui leur permettait de s'intégrer à nouveau au sein du groupe classe.

3- Analyse des productions d'élèves

3.1 Analyse des Défis maths

Pour commencer je vais m'intéresser aux problèmes que les élèves ont dû résoudre dans les différents défis maths. Lors du 2^{ème} défi maths les ils ont eu à résoudre un problème qui n'a pas été évident pour tous les groupes. Le problème était le suivant :

« Marylène possède 18 chouettes de collection. Pour son anniversaire, 5 amies lui en offrent d'autres. Elle possède maintenant 29 chouettes. 4 de ses amies lui en ont offert autant chacune et Sandra une de plus que les autres. Combien de chouettes Sandra a-t-elle offerte à Marylène ? ». (Annexe 7)

Deux groupes ont réussi à faire le calcul et ont trouvé 3, deux autres groupes ont probablement mal lu la consigne, et ont répondu 11, ce qui correspond au nombre de chouettes offertes à Marylène pour son anniversaire par toutes ses amies, alors que la question était **« Combien de chouette Sandra a-t-elle offerte à Marylène ? »**. Un autre groupe a trouvé 8, ils ont probablement dû chercher à atteindre les 29 chouettes, en cherchant un multiple de 4 se rapprochant le plus de 29 (4 correspondant au nombre d'amies ayant offert le même nombre de chouette). Ils ont trouvé $7 \times 4 = 28$, et étant donné que Sandra en a offert une de plus ; $28 + 1 = 29$. Ce qui donne donc $7 + 1 = 8$. Le dernier groupe ayant obtenu 45 a probablement utilisé les données chiffrées de l'énoncé sans leur donner de réel sens. Les élèves de ce groupe n'ont pas compris l'énoncé, car leur résultat, censé correspondre au nombre de chouette que seule Sandra a offert à Marylène est supérieur au nombre de chouette total qui est 29.

Lors du 3^{ème} défi maths, les élèves ont eu à résoudre un problème auquel seul un groupe a su répondre. Il s'agissait du problème suivant :

« Enzo transporte dans une brouette 3 jardinières de fleurs. Les jardinières de fleurs ont le même poids qu'Enzo. Enzo et les jardinières de fleurs pèsent 60 kg. Quel est le poids d'une jardinière de fleurs ? » (Annexe 8)

La première difficulté de ce problème était tout d'abord le vocabulaire, les élèves ont eu du mal à comprendre ce qu'était une jardinière de fleurs, et donc à visualiser l'énoncé du problème. Seul un groupe est parvenu au bon résultat. Deux groupes ont trouvé 15 kg pour le poids d'une jardinière de fleurs. Ils ont probablement divisé le poids total (60) par les trois jardinières de fleurs et Enzo (3+1) $\rightarrow 60 : 4 = 15$. Ils ont dû oublier de prendre en compte ou ne pas comprendre la signification de la deuxième phrase de l'énoncé qui était « **Les jardinières de fleurs ont le même poids qu'Enzo** » ce qui leur aurait permis de voir que leur réponse était erronée. Le groupe ayant trouvé 60, n'a pas dû comprendre l'énoncé précisément, et en lisant la phrase « **Enzo et les jardinières de fleurs pèsent 60 kg** », les élèves ont dû interpréter que le poids d'Enzo était de 60 kg, tout comme le poids de chaque jardinière. Les deux autres groupes ont eu ce même début de raisonnement, seulement celui ayant trouvé 20, en trouvant 60 kg pour le poids des jardinières, a divisé 60 par 3 et a obtenu 20 kg. Et l'autre groupe ayant trouvé 60 kg pour le poids d'une jardinière, a multiplié par 3 pour obtenir le poids des 3 jardinières et donc 180 kg.

Il s'agit là d'erreurs de lecture de l'énoncé et de compréhension du sens des phrases, ce qui a induit les élèves en erreur. C'est pour cette raison que suite à cela, un travail sur la compréhension de l'énoncé a été fait.

3.2 Analyse des premiers exercices de résolution de problèmes

Les premiers exercices que les élèves ont eu à faire étaient des problèmes simples de types additifs, soustractifs ou multiplicatifs (annexe 4). Par exemple :

« Dans l'avion il y a 568 passagers, 332 sont déjà descendus. Combien de passagers sont encore dans l'avion ? »

L'encadré pour poser le calcul ou faire un schéma a été très utile pour les élèves qui s'en sont servis pour résoudre les problèmes avec plus de facilité. Toutes les procédures étaient autorisées, certains élèves ont fait des schémas, d'autres uniquement les calculs. Pour les deux problèmes multiplicatifs, certains ont décidé de passer par l'addition, bien que la procédure soit plus longue, notamment pour le troisième problème, où il s'agissait de multiplier les 8 bonbons par les 30 paquets. Les élèves ayant choisi d'additionner 30 fois 8 ont eu plus de difficulté à résoudre le problème sans faire d'erreur.

Après avoir posé aux élèves de nombreux problèmes de ce type, je leur ai fourni des exercices pour lesquels ils devaient retrouver la question des problèmes. Etant donné que ce n'était pas évident pour tout le monde, j'ai laissé en autonomie les élèves plus performants avec une fiche d'exercice contenant trois énoncés liés les uns aux autres, pour lesquels plusieurs questions étaient proposées. Les élèves qui travaillaient en autonomie n'ont pas eu trop de mal à retrouver les bonnes questions. Ils avaient pris l'habitude de surligner les données importantes de l'énoncé pour faciliter sa lecture et donc sa résolution. Sur la copie d'un élève (annexe 5), on voit clairement qu'il trouve la bonne question correspondant à l'énoncé « **à quelle heure sont-ils partis** » mais que dans sa phrase de réponse il écrit « ils sont arrivés... ». Il s'agit probablement d'une erreur d'inattention. D'autre part il ne réussit pas à trouver le résultat, peut-être dû à des erreurs de calcul en additionnant 4h30 et 2h30. J'ai pu constater sur d'autres copies que l'addition des deux demi-heures n'étaient pas encore acquise, certains élèves ont trouvé « 6h60 ». Les 60 minutes correspondant à 1h ne leur semblaient pas évidentes, ce qui m'a permis de refaire un point par la suite sur la lecture de l'heure.

Durant ce temps d'autonomie, j'ai pu prendre en charge quelques élèves plus en difficulté à la table des besoins. J'ai pu leur proposer des énoncés de problèmes simples auxquels il manquait les questions, tels que : « **Dans son animalerie, Carole a compté 15 labradors, 8 caniches et 13 teckels** », ou encore : « **Le tour de la piste du stade d'athlétisme fait 400 mètres. Lucien a couru 5 tours** ». Les élèves avaient leur ardoise pour faire des recherches. Du fait d'être en groupe restreint, ils ont pu progresser à leur rythme et poser des questions sans crainte, et se sentir plus libre de s'exprimer plutôt que face à un groupe classe plus nombreux.

Lorsque les élèves ont compris comment retrouver une question, l'étape suivante était de savoir y répondre, pour cela, ils devaient être capables d'identifier les données importantes d'un énoncé sans les confondre avec les données inutiles, car certains élèves ont tendance à mélanger toutes les données ce qui amène souvent à des résultats incohérents, mêlant plusieurs unités (euros, heures, personnes). Voici deux exemples de problèmes proposés aux élèves :

« **Pour faire de la pâte à sel, la maman de Léa achète 3 paquets de 500g de sel au prix de 75 centimes l'un et 1kg de farine au prix de 1€10. Quelle masse la maman de Léa portera-t-elle en rentrant chez elle ?** »

« Thomas a 8 ans et pèse 5 kg de plus que Nadia. Nadia a 6 ans et mesure 15 cm de moins que Thomas. Quelle est la différence d'âge entre Thomas et Nadia ? »

Dans le premier problème, avant toute chose, il est important que les élèves sachent convertir les grammes en kilogrammes, mais également manipuler les euros et les centimes d'euros. D'autre part, les élèves confrontés à ce type de problème ont tendance à ne pas séparer les unités, et calculer le tout ensemble. Certains ont effectué les bonnes multiplications, mais les ont appliqués aux 500g mais également aux 75 centimes, le tout ajouté aux 1kg et 1€10. Ils ont alors trouvé des résultats assez incohérents qu'ils ne savaient pas si transformer en euros ou en kilogrammes. Il était important de lire attentivement l'énoncé mais surtout la question posée, car seule cette dernière permettait de savoir quelle serait l'unité.

Le second problème mêle à la fois ; des années, des kilogrammes et des centimètres, de quoi perdre certains élèves qui ne se sont centrés que sur le mot « différence » de la question. Ce qui leur a donné l'embarras du choix des différences à rechercher. Les termes « de plus que/de moins que » n'ont fait qu'accentuer cette difficulté de recherche. Pour permettre aux élèves de bien identifier les données nécessaires, ils auront à les surligner, en se basant sur l'unité donnée dans la question.

L'étape suivante est la recherche des informations manquantes. Le but de cette étape est que les élèves prennent conscience que les données d'un problème ne permettent pas toujours d'y répondre. Je leur ai donc proposé des énoncés auxquels il manquait une ou plusieurs données pour savoir s'ils avaient bien compris la question posée (annexe 9). Dans l'exercice « retrouver les renseignements(s) manquant(s) », les élèves ont eu à retrouver les données nécessaires à la résolution du problème, au fur et à mesure. Cet exercice leur a permis de rechercher les informations petit à petit pour finalement réussir à collecter toutes les données pour résoudre le problème.

3.3 Analyse de séries de problèmes

Par la suite, lorsque les élèves ont bien intégré les étapes à suivre pour résoudre un problème et identifié la question et les données importantes à relever dans l'énoncé, j'ai pu leur donner une série de problèmes à résoudre individuellement (annexe 10). Voici un exemple d'un des problèmes que les élèves ont eu du mal à résoudre :

« Ce soir Louane rentre chez elle avec 20€. Dans l'après-midi elle a dépensé 15€ dans une boutique et 5€ à la boulangerie. Combien avait-elle ce matin en sortant ? »

Les élèves travaillaient individuellement sur leur cahier de brouillon. J'ai pu constater qu'une grande partie de la classe n'avait pas compris l'énoncé du problème, probablement dû à l'ordre des phrases du problème. Peut-être que les élèves auraient eu moins de difficultés si le problème s'était présenté sous cette forme-là :

« Dans l'après-midi Louane a dépensé 15€ dans une boutique et 5€ à la boulangerie. Le soir elle rentre chez elle avec 20€. Combien avait-elle ce matin en sortant ? »

On peut voir sur les photos des cahiers de brouillon des élèves (annexe 11) qu'ils ont eu tendance à tout soustraire pour se retrouver avec 0, ou encore soustraire 15 à 20, sans se douter de l'incohérence de leur résultat. Comment Louane peut-elle avoir 0€ ou 5€ ce matin et en dépenser 15 et 5 cet après-midi ? Certains élèves ont tout de même compris le problème et su y répondre, en effectuant une addition pour obtenir 40€.

Ce dont les élèves ne se sont pas rendus compte, c'est que le problème suivant reprenait les quatre mêmes données chiffrées que dans le problème précédent (5, 15, 20 et 40). Il s'agissait en réalité d'un problème similaire, et pour répondre au premier, il suffisait de le comparer au suivant et vis-versa.

« Ce matin Bah part de chez lui avec 40€. Dans la journée il achète un manteau à 15€ puis un gâteau à 5€. Combien a-t-il ce soir en rentrant ? »

Peut-être que les élèves auraient réussi à faire le premier s'ils avaient commencé par le second, qui était plus simple car ils connaissaient les données initiales, et devaient rechercher les données finales et non le contraire. Ce second exercice a par conséquent été bien mieux réussi que le premier. Cependant, même si certains élèves utilisent des procédures exactes, des erreurs de calculs subsistent encore, probablement dû à de l'inattention ou de la précipitation (annexe 12).

Tous les problèmes étaient similaires deux à deux, reprenant à chaque fois les mêmes données chiffrées. Pour résoudre ces problèmes les élèves pouvaient utiliser les procédures de leur choix. La grande majorité a décidé d'utiliser des calculs en ligne ou posés lorsque le problème leur semblait simple. D'autres ont préféré passer par la schématisation pour rendre l'énoncé plus clair et plus visuel (annexe 13). Lorsque c'était nécessaire, du matériel de manipulation était à disposition en classe pour aider les élèves à mieux visualiser les données.

Evidemment cette série de problème ne pouvait pas être proposée à tous les élèves car trop difficile pour certains d'entre eux. J'ai donc fait une sélection de problèmes plus simples pour les élèves en difficulté, mais toujours sur le même modèle, mais avec seulement trois données chiffrées, résultat inclus. Par exemple :

« Louis achète 5 pommes et 4 kiwis. Combien de fruits a-t-il achetés en tout ? »

« Besma a acheté 9 fruits. En rentrant, elle en mange 4. Combien lui en reste-il ? »

Une fois la résolution de ce type de problème acquise, je leur en proposais avec une donnée supplémentaire, similaire à ceux de leurs camarades, mais avec des chiffres plus simples pour ne pas leur ajouter trop de difficultés d'un coup. Voici deux exemples de problèmes proposés :

« Pour son goûter d'anniversaire, Lilou a besoin de préparer 12 gâteaux. Elle a déjà préparé 7 tartes et 3 moelleux au chocolat. Combien doit-elle encore en faire ? »

« Pour son goûter d'anniversaire, Lilou a préparé 7 tartes, 3 moelleux au chocolat et 2 fars bretons. Combien de gâteaux a-t-elle préparés en tout ? »

Comme pour les problèmes présentés aux autres élèves, la principale difficulté qu'ils ont rencontrée est l'ordre dans lequel je leur ai proposé les problèmes. Le second était plus facile à résoudre que le premier. C'est lors de ces situations là que l'on se rend compte de l'importance de l'ordre des phrases, mais également de l'ordre des données chiffrées de l'énoncé dans un problème. Et que les élèves sont tout de suite désarmés lorsque les données ne sont pas présentées dans l'ordre chronologique du récit. C'est pour cela qu'il est important de commencer par proposer des problèmes qui mettent en confiance l'élève et lui permettent de se sentir en réussite, pour ensuite se confronter à des problèmes qui leur sembleront moins évidents car moins logiques dans leurs esprits.

Par la suite, j'ai pu constater de réels progrès notamment chez les élèves plus en difficulté que ce soit dans la compréhension des consignes ou dans les procédures de calcul (annexe 14). Des erreurs d'inattention subsistent encore, mais les calculs sont posés correctement et les opérations choisies sont les bonnes. Les élèves gardent l'habitude de surligner les données chiffrées importantes pour que ce soit plus visuel. Les étapes des calculs sont posées sur une feuille de brouillon à part, et dans l'espace réservé au résultat, ils écrivent les calculs en ligne, ainsi qu'une phrase de réponse. Les élèves plus en difficulté avaient pour

objectif de résoudre au moins les deux premiers exercices pour me permettre d'identifier si les étapes et les procédures ont été acquises.

3.4 Analyse du jeu « Problemo »

Ce jeu, qui finalise la séquence a été très apprécié par les élèves, notamment car il s'agissait d'une façon ludique d'aborder des problèmes, tout en retravaillant les étapes vues au préalable. Ce qui a permis aux élèves de comprendre facilement le déroulement du jeu. J'ai constaté que les groupes homogènes fonctionnaient très bien et que l'ardoise était essentielle à la réussite des élèves, étant donné que les cartes étaient lues par un camarade, il manquait le support visuel, remplacé par l'ardoise qui servait à noter les informations.

Dans un premier temps, j'ai pris en charge un groupe en difficulté, en faisant attention de sélectionner des cartes plus simples, ce qui a bien fonctionné, car les élèves pouvaient jouer tout en se sentant en réussite, et de mon côté, je pouvais les guider en les aiguillant, pour suivre les bonnes procédures de résolution de problèmes.

Par la suite, ces élèves étaient répartis dans d'autres groupes. En les observant, j'ai constaté que les groupes fonctionnaient très bien, car les élèves en difficulté étaient constamment aidés par les autres, qui prenaient la peine de relire plusieurs fois la carte, et lentement pour leur laisser le temps de noter. Ils agissaient comme de véritables tuteurs, en conseillant leur camarade pour qu'ils parviennent à trouver la réponse. Dans ce type de situation, l'esprit de compétition ne leur importait plus, leur volonté de voir leur camarade réussir était plus importante. Cet accompagnement a permis aux élèves de se sentir plus en confiance et de progresser.

Sur les photos (annexe 15), on peut voir la motivation des élèves, et l'utilisation de l'ardoise très utile pour faciliter le bon déroulement du jeu. Les élèves ont été très demandeurs, ils percevaient cette activité comme un jeu plutôt qu'un apprentissage en lui-même, ce qui leur a permis de progresser sans se sentir freinés par l'action de résoudre des problèmes, qui normalement est tant redoutée.

Suite à cette séquence, les élèves appréhendaient beaucoup moins l'apprentissage de la résolution de problèmes. Le fait d'utiliser le jeu pour acquérir de nouvelles notions, leur ont permis d'être investis dans l'activité sans ressentir l'effort du travail un peu plus classique,

composé d'exercices d'application sans réel objectif derrière hormis celui d'apprendre à résoudre un problème.

CONCLUSION

En débutant l'année, j'ai constaté que de nombreux élèves de ma classe de CE2 n'étaient pas très à l'aise avec la résolution de problèmes mathématiques, j'ai donc décidé de réaliser mon mémoire sur ce thème, pour pouvoir rechercher des solutions qui permettraient à tous mes élèves, quel que soit leur niveau, de pouvoir apprécier, s'épanouir et progresser, pour atteindre les mêmes objectifs. Pour cela, il était nécessaire de mettre en place des procédés de différenciation pédagogique, que ce soit dans la façon d'aborder le thème avec les élèves ou dans les activités proposées.

Cette séquence que j'ai réalisée dans ma classe, a pu mettre en évidence la définition de la résolution de problème que fait le ministre de l'Éducation nationale, Jean-Michel Blanquer « La résolution de problèmes, au centre de l'activité mathématique, engage les élèves à chercher, émettre des hypothèses, élaborer des stratégies, confronter des idées pour trouver un résultat. Qu'elle soit proposée individuellement ou collectivement en invitant les élèves à collaborer avec leurs pairs, la tâche de résolution de problèmes permet aux élèves d'accéder au plaisir de faire des mathématiques. »²³

Grâce aux différentes activités et exercices proposés aux élèves, j'ai pu les voir évoluer à leur rythme et progresser petit à petit, pour finalement apprécier cet apprentissage de résolution de problème. Le tutorat a été très bénéfique, que ce soit pour les tutorés comme pour les tuteurs, chacun d'entre eux a appris à aider ou accepter de se faire aider, ce qui a soudé davantage la classe. La table des besoins a joué un rôle essentiel, permettant aux élèves en difficulté d'avoir une attention particulière centrée sur eux, leurs progrès ont été les plus évidents. D'autre part, les élèves plus avancés ont pu ainsi gagner en autonomie.

Pour faire un bilan de cette recherche, la différenciation est très importante dans la scolarité d'un élève, elle lui permet de pouvoir atteindre les mêmes objectifs que les autres, en avançant à un rythme différent, et en réalisant des activités similaires aux autres, mais adaptés que ce soit dans les données ou les procédures utilisées. Chaque élève a une technique propre de résolution, c'est pourquoi il est important de leur laisser les appliquer, mais également de

²³ http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=128735

leur donner des procédures pour réussir à résoudre des problèmes de manière experte, comme le préconise le bulletin officiel de 2015.

D'autre part, j'ai pu constater que les élèves qui rejetaient cet apprentissage, étaient des élèves qui le voyaient comme une contrainte fastidieuse d'applications d'exercices sans réel sens. Le fait de passer par le jeu, leur a permis de se sentir plus épanouis et de participer sans crainte de faire des erreurs. C'est pour cette raison qu'il est important de travailler la résolution de problème en interdisciplinarité, de lier les apprentissages entre eux pour permettre aux élèves de s'investir davantage dans les activités.

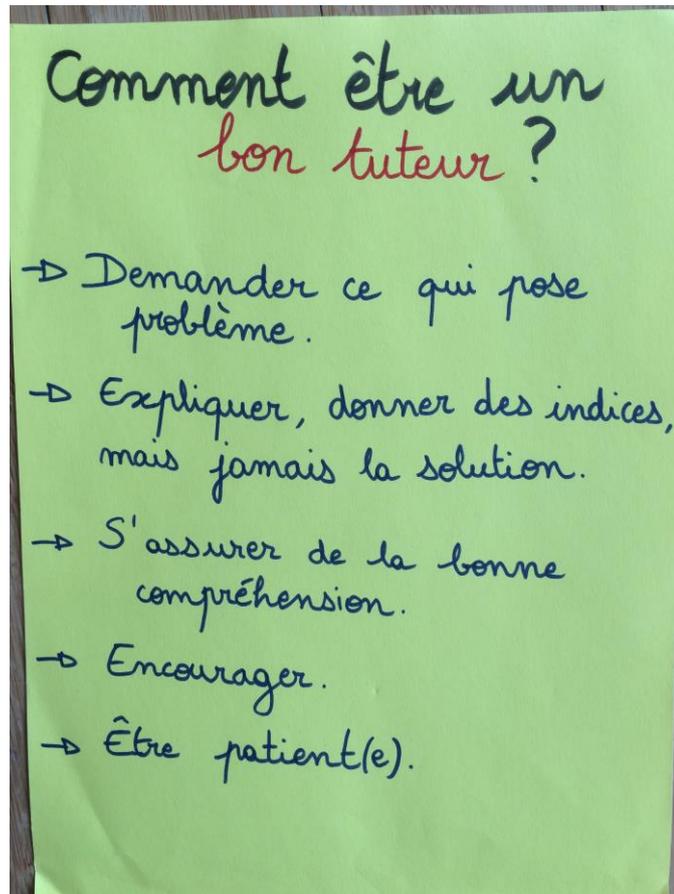
RÉSUMÉ DU MÉMOIRE

Dans ce mémoire, j'ai cherché à répondre à la problématique : « Comment permettre à tous les élèves d'une classe de niveau hétérogène, de résoudre des problèmes mathématiques ? ». Pour cela il a fallu s'intéresser à la notion de différenciation, indispensable pour permettre à tous les élèves d'atteindre les objectifs préconisés par les programmes de 2015. J'ai constaté lors de mes pratiques de classe, qu'en premier lieu, il fallait procéder par étapes pour permettre aux élèves de comprendre la démarche à suivre pour résoudre un problème. Il est important de s'intéresser tout d'abord aux obstacles rencontrés par les élèves, tels que la lecture de l'énoncé et son vocabulaire précis, la question posée, les données chiffrées et l'opération qui convient. La mise en place du tutorat et de la table des besoins, est essentielle pour valoriser les progrès des élèves en difficulté, mais également ceux des élèves en réussite, ce qui accroît leur autonomie. La motivation et l'investissement des élèves ont pu être mis en évidence grâce au jeu. Ces derniers se sentent plus concernés par les apprentissages quand ils sont proposés de manière ludique, ce qui leur permet d'apprécier l'activité de résolution de problème, trop souvent repoussée par les élèves.

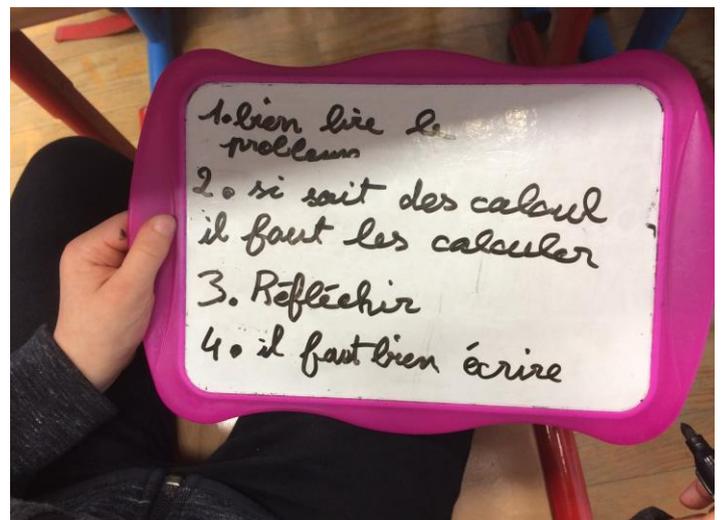
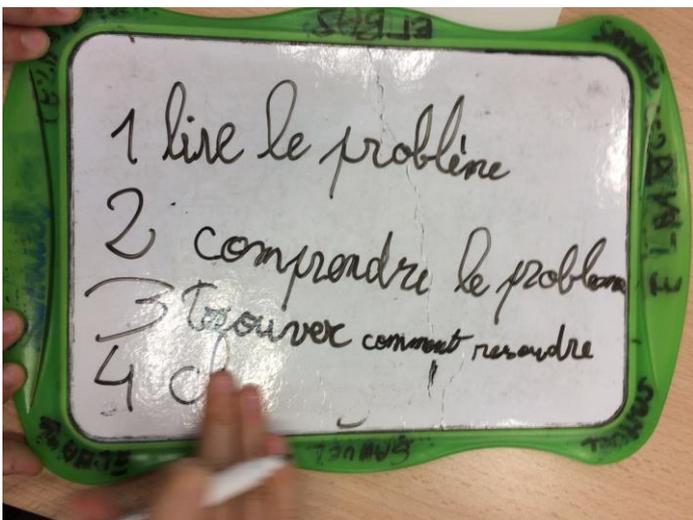
My goal throughout this thesis is to answer the following question: "How can we enable all the students of a heterogeneous class, to solve mathematical problems?". For this purpose, we had to focus on the concept of differentiation, essential to allow all the students to reach the objectives advocated by the programs of 2015. I realised during my practice in class that, first of all, we had to proceed step by step to permit the students to understand the process to solve a problem. It's important to firstly focus on the issues faced by the students, like reading the problems' wording and understanding their specific vocabulary, the question asked, the data and the adequate mathematical operation. The establishment of set guidelines (guidance, table of needs...), is essential to highlight the process of troubled students as well as successful students, which improves their autonomy. The game allowed the students motivation and investment to come out. They are more engaged in a lesson when it is taught in an entertaining way, in this manner problem solving becomes enjoyable rather than disliked as it so often is.

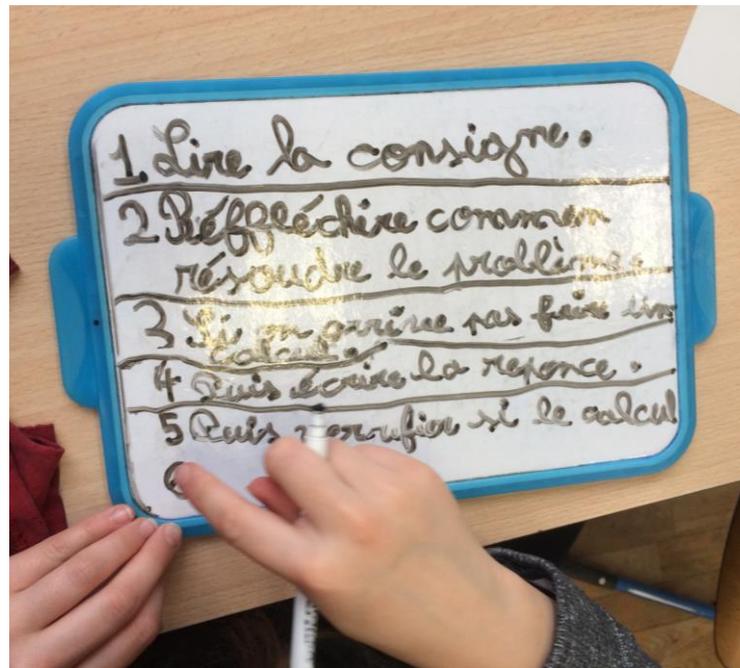
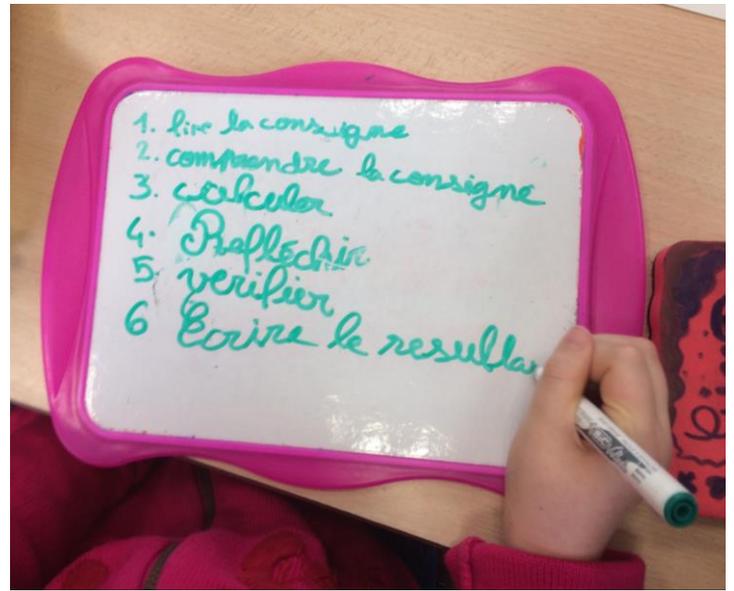
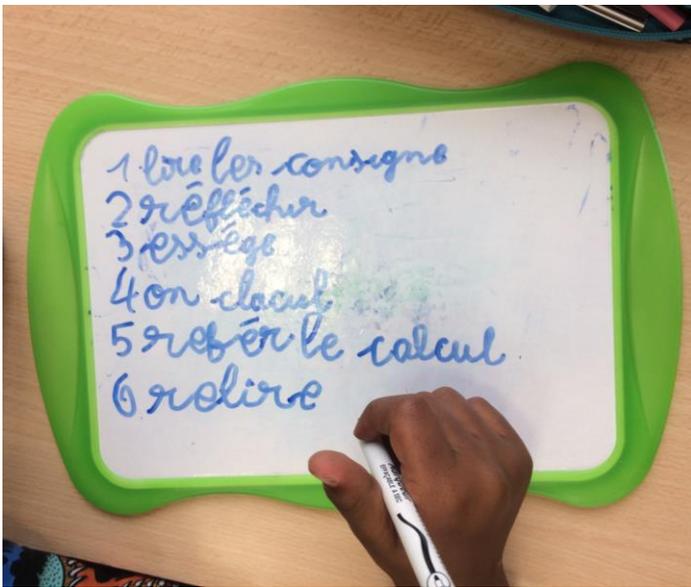
ANNEXES

Annexe 1 :

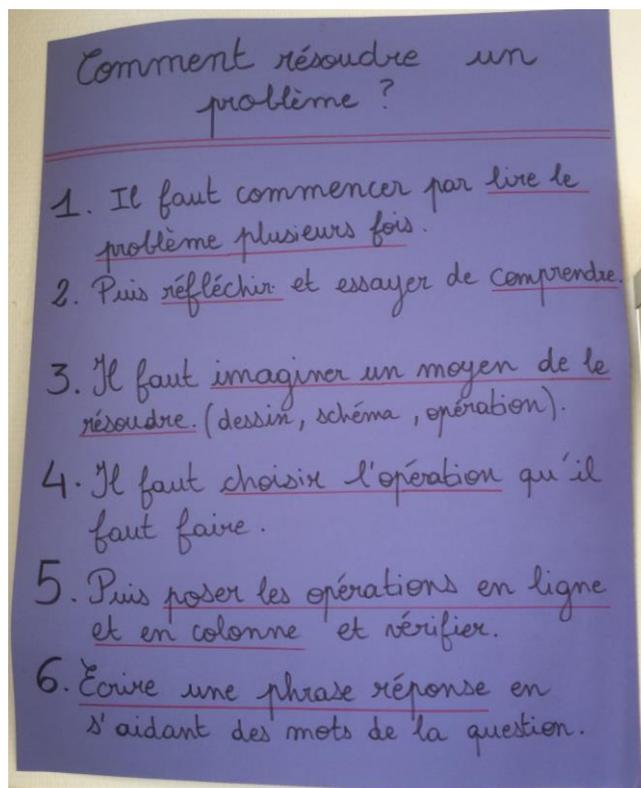


Annexe 2 :





Annexe 3 :



Annexe 4 :

Dans l'avion il y avait 568 passagers. 332 sont déjà descendus
Combien de passagers sont encore dans l'avion?

Opération, dessin ou schéma

5	6	8
-	3	3
		2
		3
		6

Opération (s) réécrite (s) en ligne: $568 - 332 = 236$

Il reste 236 passagers.

Lors du tournoi de football il y a 138 garçons, 112 filles et 50 personnes.
Combien de personnes se trouvent au stade?

Opération, dessin ou schéma

1	3	8
+	1	1
+	5	0
		3
		0
		0

Opération (s) réécrite (s) en ligne: $138 + 112 + 50 = 300$

Il y a 300 personnes au stade.

A la ferme chaque poule pond 123 œufs par an. Il y a 3 poules
Combien d'œufs le fermier peut-il espérer en 1 an?

Opération, dessin ou schéma

1	2	3
+	1	2
+	1	2
		3
		6
		9

Opération (s) réécrite (s) en ligne: $123 + 123 + 123 = 369$

Le fermier a 369 œufs par an.

J'ai acheté 30 paquets de bonbons. Chaque paquet comprend 8 bonbons
Combien de bonbons ai-je en tout?

Opération, dessin ou schéma

3	0	
x	8	
		2
		4
		0

Opération (s) réécrite (s) en ligne: $30 \times 8 = 240$

Elle a 240 bonbons en tout.

Annexe 5 :

RETROUVER LA QUESTION

1 Lis le texte suivant, coche la question que l'on peut poser et réponds-y dans le cadre.

Aujourd'hui, monsieur Éloi Zire, sa femme et ses deux enfants, Gauthier et Léa, partent en vacances. Éloi Zire a fait sonner le réveil à 4 h 30 du matin car la location de vacances est à 600 km et il veut partir tôt pour éviter les embouteillages. Hélas, il a fallu 2 h 30 pour réussir à réveiller les enfants, se préparer et surtout ranger avec bien du mal tous les bagages dans le coffre. Monsieur Éloi Zire est un peu énervé !

À quelle heure vont-ils arriver ?

Combien de temps vont-ils rouler ?

À quelle heure sont-ils partis ?

Réponse à la question

Il sont partis à 7h

2 Lis la suite du texte, souligne la question que l'on peut poser et réponds-y dans le cadre.

La famille Zire s'arrête sur l'autoroute pour déjeuner. Éloi Zire est de plus en plus énervé. D'abord parce qu'il y a la queue pour prendre un plateau repas et surtout parce qu'avec les embouteillages, il n'ont parcouru que 240 km.

Quelle distance doivent-ils encore parcourir ?

Depuis combien de temps roulent-ils ?

À quelle heure arriveront-ils ?

Réponse à la question

ils doivent encore parcourir 360 km

3 Lis la fin du texte, entoure les deux questions que l'on peut poser et réponds-y dans le cadre.

Il est 14 h, la petite famille vient de finir de manger et elle repart. Monsieur Zire pense pouvoir rouler à 90 km par heure en moyenne pour terminer le trajet.

Pendant combien de temps ont-ils déjeuné ?

Combien de temps devraient-ils encore passer dans la voiture ?

À quelle heure devraient-ils arriver ?

Réponse aux deux questions

ils ont déjeuné 20 min
ils doivent encore passer 4 h dans la voiture

RETROUVER LA QUESTION

1 Lis le texte suivant, coche la question que l'on peut poser et réponds-y dans le cadre.

Aujourd'hui, monsieur Éloi Zire, sa femme et ses deux enfants, Gauthier et Léa, partent en vacances. Éloi Zire a fait sonner le réveil à 4 h 30 du matin car la location de vacances est à 600 km et il veut partir tôt pour éviter les embouteillages. Hélas, il a fallu 2 h 30 pour réussir à réveiller les enfants, se préparer et surtout ranger avec bien du mal tous les bagages dans le coffre. Monsieur Éloi Zire est un peu énervé !

À quelle heure vont-ils arriver ?

Combien de temps vont-ils rouler ?

À quelle heure sont-ils partis ?

Réponse à la question

Il sont arrivés à 8 h 30.

$4h30 + 2h30 = 7h$
ils sont partis à 7h.

2 Lis la suite du texte, souligne la question que l'on peut poser et réponds-y dans le cadre.

La famille Zire s'arrête sur l'autoroute pour déjeuner. Éloi Zire est de plus en plus énervé. D'abord parce qu'il y a la queue pour prendre un plateau repas et surtout parce qu'avec les embouteillages, il n'ont parcouru que 240 km.

Quelle distance doivent-ils encore parcourir ?

Depuis combien de temps roulent-ils ?

À quelle heure arriveront-ils ?

Réponse à la question

Il leur reste 360 km à parcourir.

3 Lis la fin du texte, entoure les deux questions que l'on peut poser et réponds-y dans le cadre.

Il est 14 h, la petite famille vient de finir de manger et elle repart. Monsieur Zire pense pouvoir rouler à 90 km par heure en moyenne pour terminer le trajet.

Pendant combien de temps ont-ils déjeuné ?

Combien de temps devraient-ils encore passer dans la voiture ?

À quelle heure devraient-ils arriver ?

Réponse aux deux questions

ils ont déjeuné 20 min
ils doivent rester 4 h dans la voiture

Annexe 6 :

Typologie des problèmes additifs et soustractifs (classification de Gérard Vergnaud)

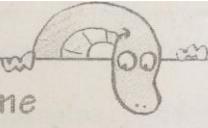
			Exemples
Composition de deux états On considère les situations qui portent sur 3 grandeurs où 2 d'entre elles se composent pour donner la 3ème.	Recherche du composé		Problèmes ternaires A midi, j'ai bu 2 verres d'eau et 1 verre de jus d'orange. Combien de verres ai-je bu en tout ? Dans notre cour, nous avons 5 bancs. Pendant la récréation, 3 bancs sont occupés par des enfants. Combien de bancs sont vides?
	Recherche d'1 partie		
Transformation d'un état Un état initial subit une transformation pour aboutir à un état final.	Recherche de l'état final		Problèmes ternaires Tu avais 2 petites voitures. Je t'en donne encore une. Combien en as-tu maintenant? Pose 5 cubes sur la table. Que dois-tu faire pour en avoir 7? J'ajoute 3 bonbons dans la boîte. Maintenant j'en ai 5. Combien la boîte contenait-elle déjà de bonbons?
	Recherche de la transformation		
	Recherche de l'état initial		
Comparaison d'états On compare 2 états. Dans ce type de problème, on trouve presque toujours les expressions « de plus/de moins »	Recherche de l'un des états		Problèmes ternaires Alexis a 3 ans. Il a 1 an de plus (ou de moins) que sa sœur. Quel est l'âge de sa sœur? Sur une assiette, il y a 2 gâteaux. Sur une autre, il y en a 5. Combien y a-t-il de gâteaux de plus sur la 2ème assiette?
	Recherche de la comparaison		

Typologie des problèmes multiplicatifs et de division (Gérard Vergnaud)

Problèmes de multiplication	Configuration rectangulaire	Ces problèmes mettent en jeu un produit de mesures et sont scolairement identifiés comme supports à la construction du concept de multiplication.	Problèmes ternaires	Quel est le nombre de carreaux de chocolat que contient une tablette de 3 sur 4 ?
	Multiplication	Ces problèmes relèvent de l'addition répétée. On cherche le nombre total d'éléments		Il y a 4 élèves. La maîtresse distribue 3 jetons à chaque élève. Combien distribue-t-elle de jetons en tout?
Problèmes de division	Division quotient	On calcule le nombre de paquets identiques que l'on peut faire dans une collection en connaissant la valeur d'un paquet.	Problèmes quaternaires	La maîtresse a 12 jetons. Elle les distribue à un groupe d'élèves. Chaque élève reçoit 3 jetons. Combien y a-t-il d'élèves ?
	Division partition	On calcule la valeur d'un paquet connaissant le nombre de paquets identiques que l'on peut faire dans une collection.		La maîtresse a 12 jetons. Elle les distribue à 4 élèves. Chaque élève a le même nombre de jetons. Combien de jetons a chaque élève ?

Annexe 7 :

10 20 points **Problème et raisonnement**



Marylène possède 18 chouettes de collection.
 Pour son anniversaire, 5 amies lui en offrent d'autres. Elle possède maintenant 29 chouettes.
 4 de ses amies lui en ont offert autant chacune et Sandra une de plus que les autres.
 Combien de chouettes Sandra a-t-elle offertes à Marylène ?

10 20 points **Problème et raisonnement** -20 points

Sandra a offert8..... chouettes à Marylène.

10 **Problème et raisonnement** 20x2 points

Sandra a offert3..... chouettes à Marylène.

10 **Problème et raisonnement** 20 points

Sandra a offert3..... chouettes à Marylène.

10 **Problème et raisonnement** -20x2 points

Sandra a offert11..... chouettes à Marylène.

10 **Problème et raisonnement** -20 points

Sandra a offert11..... chouettes à Marylène.

10 **Problème et raisonnement** -20 points

Sandra a offert45..... chouettes à Marylène.

Annexe 8 :

9 20 points **Problème et raisonnement**

Enzo transporte dans une brouette 3 jardinières de fleurs.
 Les jardinières de fleurs ont le même poids qu'Enzo.
 Enzo et les jardinières de fleurs pèsent 60 kg.
 Quel est le poids d'une jardinière de fleurs ?

9 **Problème et raisonnement** -40 points

Un colis pèse ..180.. kg.

9 **Problème et raisonnement** -40 points

Un colis pèse ..15..... kg.

9 **Problème et raisonnement** 40 points

Un colis pèse ..10... kg.

9 **Problème et raisonnement** -20 points

Un colis pèse ..60... kg.

9 **Problème et raisonnement** -40 points

Un colis pèse ..20... kg.

9 **Problème et raisonnement** -20 points

Un colis pèse ..15... kg.

Annexe 9 :

problèmes	Identifier des données manquantes
Héli	
Lis les énoncés suivants puis réponds aux questions	
Pour partir aux sports d'hiver, Mélanie achète une paire de skis valant (129€); une paire de chaussures valant (69€); un pull vendu (20 €); une paire de gants et un bonnet.	
Quelle sera, en €, la dépense totale?	
Quelles sont les données manquantes ? <i>le prix des gants et du bonnet</i>	

Nom : 13/13
 Date :
RETROUVER LE(S) RENSEIGNEMENT(S) MANQUANT(S)

1 Lis le texte suivant.
 Demain, c'est l'anniversaire de Julie. Elle veut préparer des gâteaux au chocolat car elle a invité ses copains et copines à une petite fête. Il lui faut du beurre, du sucre, de la farine, 4 œufs et, bien sûr, du chocolat. Julie court à l'épicerie car elle s'aperçoit qu'elle n'a pas de beurre. Combien de plaquettes de 250 g de beurre doit-elle acheter ?

2 Réponds aux deux questions suivantes.
 Peux-tu résoudre ce problème ? *NON*
 Pourquoi ? *on ne sait pas combien elle veut faire de gâteaux.*

3 Retrouve parmi ces trois phrases un des renseignements qui manquent pour résoudre le problème et coche-le.

Julie va avoir 9 ans.
 Julie a invité 6 copains et 8 copines.
 Julie veut préparer 3 gâteaux.

4 Coche un autre renseignement qui manque pour résoudre le problème.

Il faut la même masse de sucre, de beurre, de farine et de chocolat pour un gâteau.
 Le gâteau doit cuire pendant 45 minutes.
 Julie a 1 kg de sucre.

5 Coche le dernier renseignement qui manque pour résoudre le problème.

L'épicerie est à 5 minutes de la maison de Julie.
 Pour un gâteau, il faut 200 g de chocolat.
 La plaquette de beurre coûte 1 € 75.

6 Résous maintenant le problème.

Annexe 10²⁴ :

Problème n° 13 N2 Ce soir Louane rentre chez elle avec 20 €. Dans l'après-midi elle a dépensé 15 € dans une boutique puis 5 € à la boulangerie. Combien avait-elle ce matin en sortant ?	Problème n° 14 N2 Ce matin Bah part de chez lui avec 40 €. Dans la journée, il achète un manteau à 15 € puis un gâteau à 5 €. Combien a-t-il ce soir en rentrant ?
Problème n° 15 N2 Dans la classe de Sarah, il y a 14 filles et 13 garçons. Aujourd'hui 2 élèves sont absents. Combien d'élèves y a-t-il aujourd'hui ?	Problème n° 16 N2 Dans la classe de Besma, il y a 27 élèves. Aujourd'hui, il y a 12 filles présentes et 2 filles absentes. Combien de garçons y a-t-il ?
Problème n° 17 N2 Dans la salle informatique, il y a 24 chaises pour s'asseoir. 17 élèves se sont déjà installés ainsi que le maître. Combien de chaises libres reste-t-il ?	Problème n° 18 N2 Yannick collectionne les figurines Star Wars. Il en existe 24. Il en possédait déjà 17 mais a perdu 2 figurines. Combien de figurines lui manque-t-il pour que sa collection soit complète ?
Problème n° 19 N2 Bertrand dépense 34 € chez l'épicier, 26 € chez le boulanger puis 10 € chez le traiteur. Combien a-t-il dépensé en tout ?	Problème n° 20 N2 Héliène a 70 €. Elle dépense 34 € chez l'épicier puis 10 € chez le traiteur. Combien peut-elle dépenser chez le boulanger ?
Problème n° 21 N2 Lucien participe à une randonnée vélo de 78 km. Il a déjà parcouru 47 km puis encore 13 km après une pause café. Combien de km lui reste-t-il à parcourir ?	Problème n° 22 N2 Lucie participe à une randonnée vélo. Elle parcourt 47 km puis 13 km après une pause café le matin. Elle parcourt les 18 km restant l'après-midi. De combien de km était la randonnée ?
Problème n° 23 N2 L'architecte Dupont construit une tour de 35 mètres de haut. Elle mesure 14 mètres de moins que la tour de l'architecte Durand qui elle mesure 10 mètres de moins que la tour de l'architecte Dupain. Quelle est la hauteur de la tour de l'architecte Dupain ?	Problème n° 24 N2 L'architecte Duclou construit une tour de 59 mètres de haut. Elle mesure 14 mètres de plus que la tour de l'architecte Dugenu qui elle mesure 10 mètres de plus que la tour de l'architecte Dublé. Quelle est la hauteur de la tour de l'architecte Dublé ?

²⁴ <http://leblogducancres.com/wp-content/uploads/2016/08/Banque-de-probl%C3%A8mes-diff%C3%A9renci%C3%A9s-CE2-2.pdf>

Annexe 11 :

$$\begin{array}{r} 13 \\ \hline 20 \\ - 15 \\ - 5 \\ \hline 00 \end{array}$$

Problème 13
 $20 - 15 - 5 = 0 \text{€}$

$$\begin{array}{r} 20 \\ - 15 \\ \hline 05 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} n^{\circ}13 \\ 2.0 \\ + 1.5 \\ + 0.5 \\ \hline 4.0 \end{array}$$

Annexe 12 :

Problème n°14

$$\begin{array}{r} 40 \\ - 15 \\ - 5 \\ \hline 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ - 15 \\ - 25 \\ \hline 20 \end{array}$$

Problème 14
 $40 - 15 - 5 = 20$

$$\begin{array}{r} n^{\circ}14 \\ 40 \\ + 15 \\ + 5 \\ \hline 80 \end{array}$$

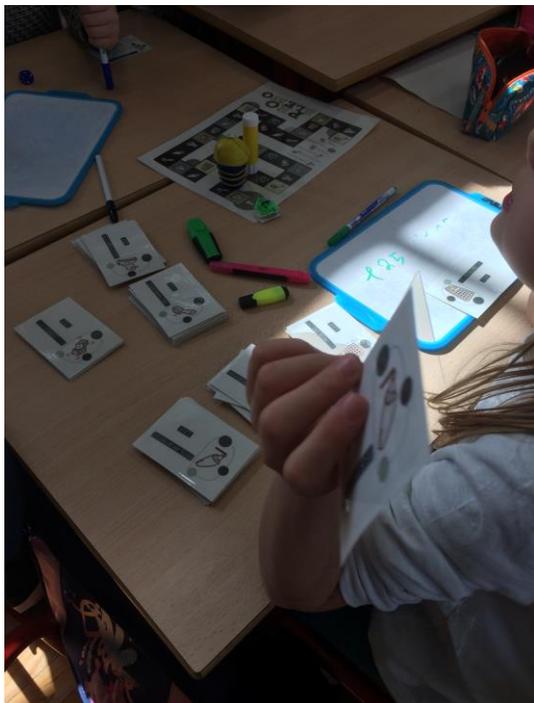
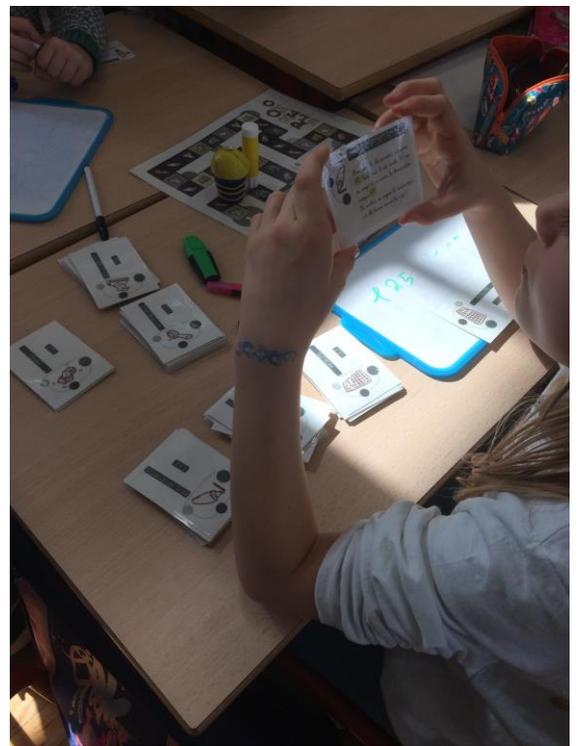
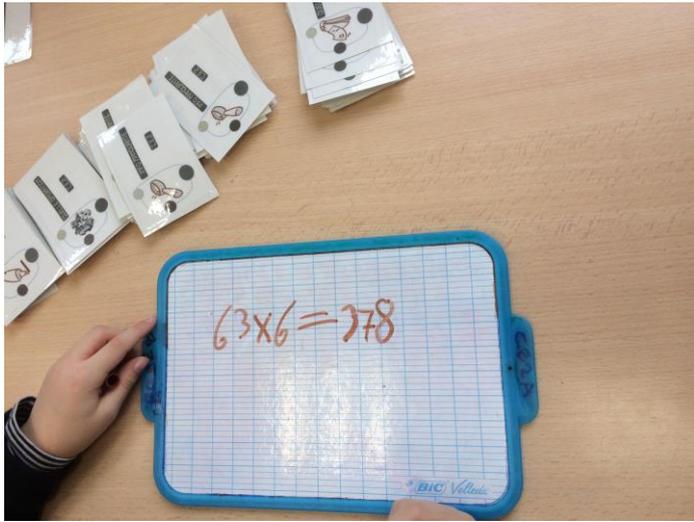
Annexe 13 :

59
 14
 10
 $18-24$

59

garçon. Problème 77

Annexe 15 :



BIBLIOGRAPHIE

- Résumé de la conférence du Cnesco « Différenciation pédagogique : comment adapter l'enseignement pour la réussite de tous les élèves? »
- B. SARRAZY – Les hétérogénéités dans l'enseignement des mathématiques (2002) p.1 à 7
- Alexia FORGET- Définition de la différenciation pédagogique (Conférence CNESCO)
- Evelyne TOUCHARD - La différenciation pédagogique comment faire? / La résolution de problème cycle 2 et 3 / La différenciation pédagogique en mathématique
- Roland GOIGOUX - Quels dispositifs retenir pour la mise en œuvre de l'aide personnalisée ?
- Eric BATTUT et Daniel BENSIMHON - Comment différencier la pédagogie cycle 2 et 3 – RETZ
- Françoise DUQUESNE-BELFAIS - Résoudre des problèmes mathématiques.
- DAROCZ, WOLSKA, MEURERS, & NUERK,(2015). Word problems : a review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in Psychology* p. 22 à 31
- G. VERGNAUD - Typologie des problèmes additifs et multiplicatifs
- Pierre COLIN et Christian REDOUTE - Défi maths CE2 volume 2– RETZ
- Jean-Luc CARON - « Résolution de problème CE2 » - RETZ
- Bulletin officiel spécial n°3 du 26 avril 2018 - La résolution de problèmes à l'école élémentaire