



**HAL**  
open science

# Comment adapter à chaque élève l'enseignement de la proportionnalité en gardant un objectif commun à la la classe ?

Honorine Salé

## ► To cite this version:

Honorine Salé. Comment adapter à chaque élève l'enseignement de la proportionnalité en gardant un objectif commun à la la classe ?. Education. 2023. dumas-04250242

**HAL Id: dumas-04250242**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04250242>**

Submitted on 19 Oct 2023

**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.

# MASTER 2 MEEF

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

Mention **Premier degré**

*Année universitaire 2022 - 2023*

**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE :**

**DIFFERENCIER L'ENSEIGNEMENT DE LA  
PROPORTIONNALITE AU CYCLE 3**

**SEMESTRE 4  
SESSION 1**

Prénom et Nom de l'étudiant : **Honorine Salé**

Site de formation : **INSPE ARRAS**

Nom de l'enseignant : **Madame Françoise Chenevotot**

**Section 6**

## Remerciements

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma reconnaissance à ma directrice de mémoire, Madame Françoise Chenevotot, et la remercie pour sa bienveillance, sa patience et sa disponibilité, pour son suivi tout au long de l'année, pour ses conseils qui m'ont permis de faire évoluer mon mémoire de façon positive mais également ma pratique ainsi que ses nombreuses relectures. Merci de m'avoir accordé tout ce temps.

Je tiens également à remercier les enseignantes du séminaire « Enseigner et apprendre les mathématiques à l'école » à l'INSPE d'Arras, Madame Antonietta Demuro et Madame Mangiante qui m'ont beaucoup appris lors de ces deux années, je les remercie pour leurs précieux conseils et de m'avoir accordé du temps pour répondre à mes questions.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers ma directrice, Madame Karine Leclercq et mes collègues qui ont toujours fait en sorte de m'arranger et m'accompagner pour la mise en œuvre de ma séquence. Leurs conseils ainsi que leur bienveillance m'auront été d'une grande aide.

Et je tiens à témoigner toute ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la rédaction de mon mémoire et qui m'ont apporté leur soutien. Leurs encouragements m'ont été d'une grande aide. Merci donc à ma famille, à mes amis.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
<b>CADRE THEORIQUE</b> .....	<b>6</b>
I. QU'EST-CE QUE DIFFERENCIER ? .....	6
a) <i>Prémices et définition de la différenciation pédagogique.</i> .....	6
b) <i>La différenciation comme réponse à l'hétérogénéité des classes : pourquoi différencier ?</i> .....	7
c) <i>Les différentes formes et leviers de la différenciation : comment différencier ?</i> .....	8
1. La différenciation par les procédures. ....	9
2. La différenciation par les supports. ....	10
3. La différenciation par les variables didactiques. ....	11
4. La différenciation par les contenus.....	11
d) <i>Les conditions nécessaires à la différenciation du point de vue de l'enseignant et de l'élève.</i> .....	12
II. POINT DE VUE MATHEMATIQUE ET DIDACTIQUE SUR LA PROPORTIONNALITE .....	14
a. <i>Définition de la proportionnalité.</i> .....	14
b. <i>La proportionnalité dans les programmes et documents ressources.</i> .....	14
c. <i>Procédures de résolution de problèmes et moyens de représentation.</i> .....	16
d. <i>Les difficultés des élèves.</i> .....	18
<b>PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES A TESTER</b> .....	<b>20</b>
<b>CADRE METHODOLOGIQUE</b> .....	<b>22</b>
I. INTRODUCTION.....	22
II. RECUEIL DE DONNEES.....	23
III. LE TRAITEMENT DE DONNEES .....	26
IV. CHOIX METHODOLOGIQUES.....	27
<b>RESULTATS DE L'EXPERIMENTATION ET ANALYSE DES DONNEES</b> .....	<b>30</b>
I. DIFFERENCIER PAR LES PROCEDURES (HYPOTHESE 1).....	30
a) <i>Contexte et déroulé</i> .....	30
b) <i>Analyse</i> .....	31
i. Analyse a priori .....	31
ii. Analyse a posteriori .....	39
iii. Les procédures disponibles.....	46
II. DIFFERENCIER PAR LE SUPPORT DES ENONCES (HYPOTHESE 2). ....	47
a) <i>Contexte et déroulé</i> .....	47
b) <i>Analyse</i> .....	48
III. DIFFERENCIER PAR LE TEMPS DES APPRENTISSAGES (HYPOTHESE 3). ....	53
a) <i>Contexte et déroulé</i> .....	53
b) <i>Analyse</i> .....	53
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>57</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>59</b>
Annexe 1 : Fiche - Séquence sur la proportionnalité – CM2 – Honorine Salé. ....	59
Annexe 2 : Grille d'entretien – Honorine Salé. ....	60
Annexe 3 : Grille d'analyse « type » des procédures des élèves – Honorine Salé. ....	61
Annexe 4 : Questionnaire ressenti différenciation par les supports des énoncés – Honorine Salé. ....	63
Annexe 5 : Questionnaire élève ressenti fin de séquence – Honorine Salé. ....	64
Annexe 6 : Évaluation diagnostique, problèmes choisis et analysés.....	65
Annexe 7 : Évaluation sommative, problèmes choisis et analysés.....	67
Annexe 8 : Grille d'analyse des procédures des élèves complétée – Honorine Salé. ....	69
Annexe 9 : Retranscription d'un entretien avec l'élève 2 sur le problème 2 – 23 mars 2023 .....	70
<b>TABLE DES PHOTOS</b> .....	<b>70</b>
<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	<b>71</b>

## Introduction

---

Dans le cadre de la validation du master Métier de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation, je souhaiterais travailler sur le thème de **l'hétérogénéité et de la différenciation pédagogique en mathématique**. Je m'intéresse plus particulièrement à la différenciation pédagogique mise en place par les enseignants pour enseigner la proportionnalité souvent source de difficultés pour les élèves, dans le domaine nombres et calculs au cycle 3.

Lors de mes stages, je me suis rendue compte de l'importance de la différenciation pédagogique, qui est un sujet complexe pour les enseignants puisqu'on peut se demander *comment différencier ses interventions tout en gardant un objectif commun à la classe* ? C'est une pratique pédagogique souvent évoquée en cours au sein de l'INSPE ou dans mes lectures mais qui pourtant, est bien trop peu appliquée dans les classes. La raison est la complexité de sa mise en œuvre pour les enseignants : il faut anticiper les erreurs possibles, les difficultés envisagées, cela prend du temps et de l'investissement ainsi qu'une réflexion, puis des questionnements : *où ? Quand ? Comment ? Pour quels élèves ?* C'est pourquoi, j'ai décidé de me pencher sur ce sujet, me permettant ainsi de découvrir les aspects de cette pratique, ses apports et ses limites mais surtout afin de développer un recul assez important de façon à avoir moins d'a priori et de crainte à mettre en place la différenciation au sein de ma classe lorsque je serai professeure et de permettre aux élèves rencontrant des difficultés de progresser.

La différenciation pédagogique est donc pour moi primordiale dans un contexte où l'hétérogénéité au sein des classes est une réalité : ceci permettant de ne laisser aucun élève en situation d'échec et de prendre en compte les difficultés de chacun. Cette pratique offre par ailleurs une occasion aux élèves d'avancer et de progresser même lorsqu'ils sont face à des difficultés. De plus, l'un des principes de l'école est l'égalité des chances, il est donc nécessaire de donner toutes les chances de réussite scolaire à tous les élèves quelles que soit leurs capacités, tout en gardant un objectif commun à la classe.

*Mais qu'est-ce que la différenciation pédagogique ? Et comment est-elle mise en place dans l'enseignement des mathématiques ? Particulièrement lors de séances de proportionnalité ?* La différenciation pédagogique ne consiste pas à donner un exercice plus simple (rentrant ainsi dans le

sur étayage) mais c'est surtout adapter son enseignement en fonction des difficultés que les élèves peuvent rencontrer afin de répondre au mieux à leurs besoins d'apprentissage. L'enseignant se doit donc de ne pas traiter tous les élèves de la même façon puisque chaque élève est différent notamment dans ses acquis, ses intérêts, ses comportements, ils n'apprennent pas au même rythme. L'enseignant met donc en place divers moyens et procédures d'enseignement tout en permettant la réussite éducative, c'est-à-dire la réussite de la classe.

Les recherches permettront de constituer un cadre théorique. Dans un premier temps, il s'agira de s'intéresser à ce qu'est la différenciation et la proportionnalité d'un point de vue des mathématiques et didactique. Puis dans un second temps, de présenter l'expérimentation menée ainsi que ses résultats.

## Cadre théorique

---

### 1. Qu'est-ce que différencier ?

Dans cette partie, nous allons voir ce qu'est différencier en classe avec un bref rappel historique puis en définissant la notion de différenciation pédagogique et pourquoi on la pratique. Ainsi découleront les différentes formes de différenciation et les conditions nécessaires à la différenciation pour que celle-ci soit efficace.

#### a) Prémices et définition de la différenciation pédagogique.

La pédagogie différenciée est un concept qui ne date pas de notre siècle, mais qui remonte au début du XX<sup>ème</sup> siècle. En effet, cette idée est née chez Hélène Parkhurst, une américaine qui décide dans son école de montrer la nécessité de différencier en fonction du niveau mais aussi de la « personnalité » des élèves à partir de tests individualisés et en supprimant les classes. Elle tire de cette expérience des avantages et des inconvénients bien intéressants dont quelques-uns que je citerai ici : l'individualisation de l'enseignement permettrait de s'adapter aux rythmes et cursus de chacun et diminuerait la perte de temps. En revanche, elle observe une perte du sens des activités scolaires et un enfermement de chacun dans une catégorisation définitive : les « lents », les « moyens », les « rapides ». Viennent ensuite d'autres expériences, suivant les traces de Hélène Parkhurst, celle de Carl Washburne en Angleterre en 1922 qui individualise peu à peu les apprentissages grâce aux plans de travail et au tutorat des aînés sur les plus jeunes. Ou encore celle de Robert Dottrens en 1972 à Genève qui met en place des fiches de travail créées par ses soins grâce à l'identification au préalable des besoins propres de chaque élève. C'est ainsi que Célestin Freinet commence à développer des techniques donnant du sens aux apprentissages scolaires où l'enfant investit l'activité et coopère avec ses pairs.

Toutefois, ces pratiques restent minoritaires dans l'école française. Ce n'est qu'à partir des années soixante-dix que le besoin de différenciation se fait ressentir car le contexte économique et social amène à un accroissement du niveau de qualification et par conséquent une démocratisation de l'École. C'est pourquoi, les classes sont devenues très hétérogènes avec des différences d'origine sociale et de niveau scolaire, créant de ce fait une difficulté aux professeurs qui avaient l'habitude

d'avoir des classes relativement homogènes et prêtaient peu attention aux élèves en difficulté. La différenciation pédagogique semble alors une solution afin de gérer l'hétérogénéité des classes et la difficulté des professeurs et ainsi lutter contre l'échec scolaire.

À partir du constat de la nécessité de différencier, on observe un développement des pratiques pédagogiques de différenciation. Il existe différentes définitions de la différenciation pédagogique mais nous nous appuyerons dans ce rapport sur celle de Louis Legrand qui la définit en 1995 comme « l'ensemble des actions et des méthodes diverses susceptibles de répondre aux besoins des apprenants » (Legrand, 1995, p.76) Au sein de cette définition, nous pouvons comprendre qu'il n'existe pas une seule procédure pour différencier, que la différenciation se fait au cas par cas, en fonction de l'élève et non de la classe, que les moyens utilisés peuvent être multiples et se présenter sous différentes formes, sous différentes actions. Cette démarche consiste donc à en finir avec l'approche classique de l'enseignement : la pédagogie frontale où les élèves ont « la même leçon, les mêmes exercices pour tous » (Philippe Perrenoud, 1997, p.98).

b) La différenciation comme réponse à l'hétérogénéité des classes : pourquoi différencier ?

Une façon de justifier l'importance de différencier son enseignement est de mettre en avant la singularité de chacun des élèves en partant des sept postulats de Richard W. Burns :

**Les 7 postulats de Richard W. Burns, 1972 (Astolfi, 1995, p. 46) :**

« Il n'y a pas deux apprenants qui apprennent de la même manière.

Il n'y a pas deux apprenants qui apprennent à la même vitesse.

Il n'y a pas deux apprenants qui soient prêts à apprendre en même temps.

Il n'y a pas deux apprenants qui utilisent les mêmes techniques d'étude.

Il n'y a pas deux apprenants qui résolvent les problèmes de la même manière.

Il n'y a pas deux apprenants qui possèdent le même profil d'intérêt.

Il n'y a pas deux apprenants qui soient motivés pour atteindre les mêmes buts. »

Richard Burns, dès 1972, met le doigt sur les différences entre les élèves pour leurs apprentissages et qui sont toujours d'actualité.

On part d'abord d'un constat celui de l'hétérogénéité intimement liée aux inégalités entre élèves : ils n'ont pas tous les mêmes connaissances, la même richesse de vocabulaire ni les mêmes stratégies d'apprentissage. Ils n'ont pas non plus les mêmes valeurs ni les mêmes modes de pensée sur l'importance de l'école par exemple en fonction de leur milieu familial : si l'école est valorisée et



importante. Les inégalités sociales jouent également un rôle important, avec un accès différent au matériel. Ceci se rajoutant aux motivations de chacun à apprendre et aux représentations de soi ainsi qu'aux caractéristiques psychologiques : leur rythme, leur curiosité, leur énergie, leur personnalité... Denis Butlen dans son article de 1992, caractérise l'élève en difficulté comme ayant un « *manque de capitalisation* », c'est-à-dire une difficulté à mémoriser le vocabulaire et les propriétés voire à retenir le cours, rendant les connaissances anciennes moins fiables et un manque de méthodes (puisqu'ils ont des difficultés à les retenir). De plus, « *l'élève en difficulté n'identifie pas les enjeux des situations didactiques* » (Butlen, 1992, p.29), il n'anticipe donc pas ses actions, ni ses formulations et ne pense pas l'exercice ou la situation en termes d'apprentissage, les phases d'institutionnalisation ne sont alors pas bénéfiques pour lui. C'est la raison pour laquelle l'enseignant se doit d'absolument prendre conscience de tous les éléments cités ci-dessus dans son enseignement, de poser un « diagnostic » sur chacun afin de garantir une meilleure réussite pour tous car c'est lui qui a la plus grande influence sur leur apprentissage (CFORP, 2004, p.16).

Par conséquent, la différenciation pédagogique se présente comme une réponse pour gérer cette hétérogénéité et aider tous les élèves quel que soit leur niveau de difficulté. Cette démarche permet à chacun d'accéder à des connaissances ciblées tout en respectant leurs rythmes et leurs compétences. Enfin, adapter son enseignement c'est aussi lutter contre le décrochage scolaire, chaque élève doit se sentir capable de réussir et compris, considéré par l'enseignant, tout en assurant une égalité des acquis de base.

c) Les différentes formes et leviers de la différenciation : comment différencier ?

Cette partie s'intéressera particulièrement à la question « Comment différencier ? », faisant référence à : comment les enseignants dans leur classe, adaptent-ils leur pratique et leur pédagogie aux besoins de chacun des élèves ?

Après que l'enseignant ait posé un « diagnostic » sur les besoins de ses élèves, la différenciation pédagogique sous différentes formes peut être mise en place, s'appuyant sur divers leviers que l'on peut combiner ou non. Mais dans un premier temps, il est nécessaire de distinguer les deux formes de différenciation pédagogique : la **différenciation successive** et la **différenciation simultanée** (MEN, 2016).

- a) **La différenciation successive** : cette démarche s'appuie sur des situations d'apprentissage, des outils et des supports, ainsi que des interactions qui sont variés afin

de laisser le choix à chaque élève de trouver la façon de travailler qui lui convient le mieux. Cette démarche se met en place pour l'ensemble de la classe (contrairement à la simultanée). Nous pensons par exemple au recours au texte, à l'image et au son ou encore l'explication magistrale, la recherche individuelle ou encore par petits groupes...

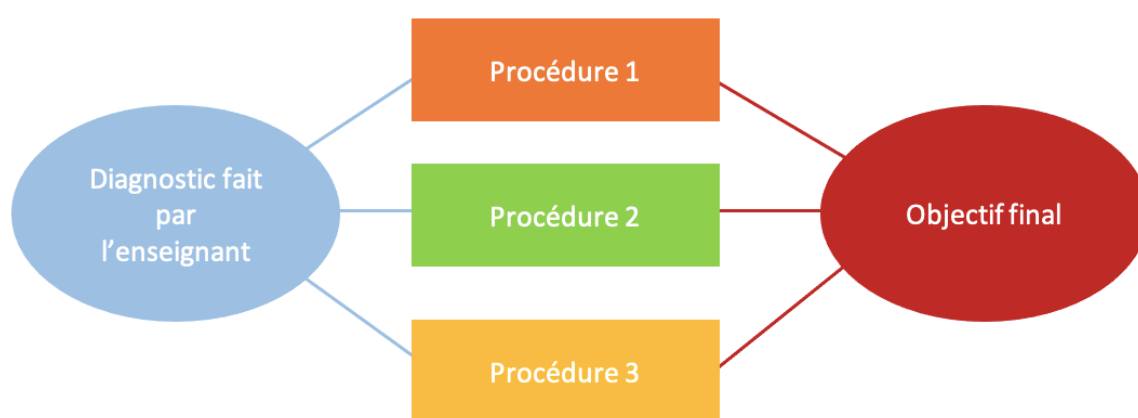
- b) **La différenciation simultanée** : quant à elle, cette démarche nécessite l'identification au préalable des besoins des élèves par l'enseignant, soit à l'aide d'évaluations diagnostiques soit par l'observation et par la conception de situations d'apprentissage puis une organisation de la classe « *adaptée à la réussite individuelle de chaque élève* » (MEN, 2016, p.2). Elle consiste donc à ce que les élèves individuellement ou en groupe travaillent simultanément sur différentes tâches qui répondent à leurs besoins tout en gardant les mêmes objectifs de formation. C'est le cas des plans de travail personnalisés, d'ateliers tournants, de groupes d'entraide ou de besoin. L'enseignant, dans cette démarche, jouera sur différents paramètres didactiques et pédagogiques tout en tenant compte des aptitudes et besoins de ses élèves, en réalisant différents parcours d'apprentissage.

Ces deux définitions nous amènent à expliciter les divers leviers ou paramètres (*figure 2*) sur lesquels l'enseignant peut jouer pour réaliser la différenciation dans son enseignement de la proportionnalité.

### **1. La différenciation par les procédures.**

Lors de mes lectures notamment de Roland Charnay et de Nathalie Pfaff, ce paramètre est particulièrement développé. Pour définir, une procédure c'est ce que les élèves vont faire pour réaliser un exercice, c'est-à-dire le chemin que les élèves vont utiliser pour réaliser un exercice, il y a souvent plusieurs procédures pour un unique exercice. Il s'agit ici, pour différencier, que l'enseignant valorise et accepte que « *chacun réponde avec sa propre solution, ses propres procédures* » (R. CHARNAY, 1995, p.18). Ainsi, les activités conçues par l'enseignant permettent à chacun « *d'apporter sa propre solution en faisant appel à ses propres procédures* » (MEN, 2016, p.3). Pour cela il faut ouvrir le questionnement en vue de laisser les élèves utiliser leurs méthodes propres. De plus, cette démarche offre l'occasion de confronter les différentes solutions avec des échanges et des débats contrairement à la correction classique qui consiste à « *valider la solution experte* » (MEN, 2016, p.3) et à ne pas

imposer une procédure à connaître et à reproduire. En proportionnalité notamment, l'enseignant pourrait (comme dans l'exemple de Nathalie Pfaff) instaurer un coût à des indices qui permettront de résoudre la situation de proportionnalité donnée, mais le but étant de dépenser le moins d'argent. L'indice le plus cher est celui qui permet de trouver le plus rapidement possible la solution, sans pour autant être la meilleure solution. Le but est de faire émerger différentes stratégies de résolution de problème (*figure 1*).



*Figure 1 : Différenciation par les procédures.*

## **2. La différenciation par les supports.**

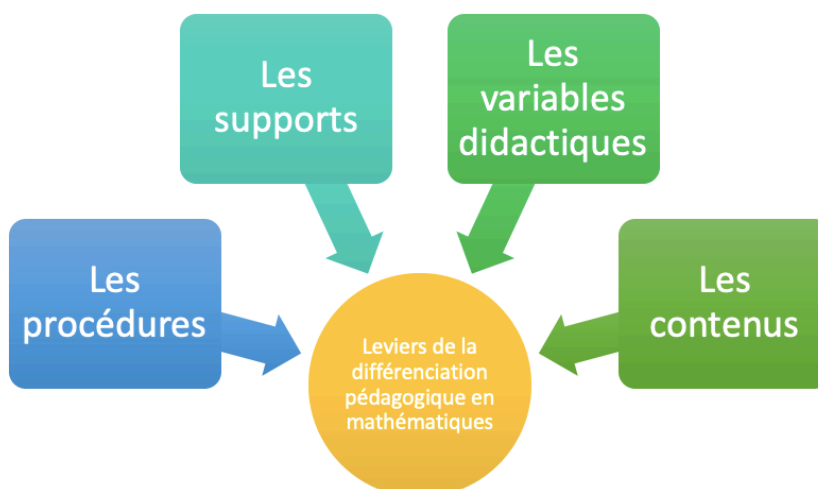
Comme précédemment énoncé, les élèves n'arrivent pas avec les mêmes acquis notamment en termes de lecture ou d'expression écrite. Certains élèves rencontrent des difficultés lors de la lecture de la consigne par exemple ou de la compréhension de celle-ci. C'est pourquoi il est important pour l'enseignant de faire varier les supports d'information et de communication, tels que des images, des dessins ou encore des schémas, des vidéos... Tout cela, dans le but de bien expliciter les énoncés et les consignes et de vérifier une bonne compréhension, indispensable pour les élèves les plus fragiles. En proportionnalité, il serait intéressant dans un premier temps de lire l'énoncé une première fois seul puis à voix haute tous ensemble, pour faire ressortir les difficultés que les élèves rencontrent. Puis par la suite, mettre un code couleur sur l'énoncé qui pourrait mener à une meilleure compréhension et donc une chance de plus de réussite.

### 3. La différenciation par les variables didactiques.

Une variable didactique est un élément qui va possiblement modifier le processus de résolution des élèves. Dans ce paramètre de différenciation, la situation de référence et l'objectif visé sont les mêmes pour toute la classe, ce qui va changer ce sont les valeurs données dans l'activité : par exemple, le type des nombres (décimaux, entiers, fractions) donnés dans l'énoncé ; le coefficient de proportionnalité simple ou complexe (entier, décimal, fraction) ; si le coefficient de proportionnalité ou le rapport de linéarité sont mis en évidence (par des aides du type : bulles, flèches, tableau déjà établi ou des données simples) ; ou même du contexte du problème c'est-à-dire si l'énoncé peut être schématisé ou expérimenté. Toutes ces variables peuvent donc jouer sur la compréhension de l'exercice et sur l'acquisition des compétences voulues.

### 4. La différenciation par les contenus.

Le contenu peut être défini comme étant les connaissances ou habiletés que l'élève doit apprendre et utiliser pour acquérir une compétence visée. Pour différencier les contenus, l'enseignant peut faire varier pour une même tâche les textes, il peut également réexpliquer une notion à des élèves qui n'ont pas compris ou pousser la réflexion pour les élèves plus avancés. L'enseignant peut également mettre en place des contrats d'apprentissage, c'est-à-dire ce qu'attend l'enseignant envers un élève et vice-versa, ou encore permettre aux élèves de travailler avec des logiciels différents. En proportionnalité, l'énoncé peut être modifié, de sorte qu'il soit mieux compris pour certains ou encore plus complexe pour d'autres.



*Figure 2 : Récapitulatif des divers leviers de différenciation en mathématiques, ici appliqués en proportionnalité.*

d) Les conditions nécessaires à la différenciation du point de vue de l'enseignant et de l'élève.

Comme il a été énoncé dans l'introduction, différencier pour l'enseignant est chose complexe. En effet, il ne doit pas entrer dans une forme de cercle vicieux qui n'est pas du tout bénéfique pour les élèves. Denis Butlen distingue deux types de cercles vicieux :

- **La simplification des situations** : l'enseignant va simplifier de lui-même le problème posé pour éviter un risque d'échec et donc l'abandon de l'élève. Il va également poser des questions intermédiaires dont la réponse ne traite pas du problème général mais seulement d'une partie de celui-ci. Il peut aussi décider de choisir les algorithmes de résolution pour qu'ils soient plus simples et qu'ils fassent appel à des règles ou des opérations ne demandant pas de réflexion de la part de l'élève.

De ce fait, l'élève ne va absolument pas percevoir le problème dans sa globalité, ceci amenant à une accentuation des difficultés et à un appauvrissement des apprentissages.

- **La dévolution du problème** : définie par Guy Brousseau en 1998 comme un « *acte par lequel l'enseignant fait accepter à l'élève la responsabilité d'une situation d'apprentissage [...] et accepte lui-même les conséquences de ce transfert* ». Lorsqu'un élève est en difficulté, il rencontre souvent des difficultés à faire les activités en autonomie, mais ne veut pas travailler avec ses pairs. C'est donc à l'enseignant qu'il va faire appel pour l'aider, lui expliquer. En revanche, si ce dernier ne vient pas vers lui, il peut faire preuve d'agressivité qui se traduira par un abandon. Or, tout le concept de la dévolution est basé sur le contraire : c'est-à-dire que l'élève doit remplir sa tâche non pas pour faire plaisir à son enseignant, mais « *doit y être forcé par les contraintes de la situation* » (BUTLEN, 1991, p.31).

Pour l'enseignant, il faut donc éviter d'entrer dans ces deux cercles vicieux pour que la différenciation soit efficace. Pour ce qui en est des élèves, trois conditions sont nécessaires pour qu'elle soit bénéfique pour eux :

- **La motivation** : un écrivain australien, Peter J. Davies, a écrit en 1937 que « *la motivation est, pour l'esprit, semblable à de la nourriture. Une assiette seule ne suffit pas* ». Ici, on comprend bien que la motivation est le moteur de tout acte dans la vie de chacun d'entre nous. C'est pourquoi à l'école, la motivation est primordiale. Pour que les élèves soient motivés il faut donner du sens aux apprentissages : en proposant des activités, des situations qui ont du sens et qui sont surtout adaptées, permettant ainsi de les motiver et de leur donner envie

quelles que soient leurs compétences.

La motivation est donc essentielle pour développer l'autonomie. Sans elle, l'entrée dans l'apprentissage est plus délicate, tout comme l'autonomie et donc la différenciation.

- **L'autonomie** : les élèves dans une classe doivent faire preuve d'autonomie afin que la différenciation pédagogique se fasse dans les meilleures conditions, et ceci passe par une bonne organisation spatiale de la classe. Mettre en place des sous-espaces de travail permettra de donner un gain d'autonomie aux élèves puisqu'ils sauront où se diriger pour tel type d'activité. L'enseignant pourra proposer simultanément différentes activités puis pourra plus facilement se diriger vers les élèves en difficulté.
- **La coopération** entre élèves est un « *ensemble de situations où des personnes apprennent à plusieurs et agissent ensemble* » (BLANCHARD, 2017). Elle se caractérise par des « *situations d'aide, d'entraide, de tutorat et travail en groupe* » (CONNAC, 2013). La coopération serait donc une mesure pour répondre à la diversité des élèves dans une classe et serait indispensable afin qu'ils développent des habiletés sociales qui sont l'aide, le travail en groupe, en équipe, les jeux coopératifs, leviers de la différenciation.

Nous avons vu dans cette partie que la différenciation pédagogique est une notion assez ancienne mais qui est née d'un constat : celui de l'hétérogénéité des élèves. Ainsi, nous avons pu répondre aux questions pourquoi et comment différencier en se basant sur les 7 postulats de Burns et sur les différents types et leviers de la différenciation pédagogique qui permettent à l'enseignant d'adapter son enseignement à chacun des élèves en jouant sur des aspects particuliers. De la même façon, nous avons pu dégager des conditions qui permettent de mettre en place une différenciation pédagogique qui est efficace pour l'enseignant et pour les élèves.

Cette première approche a donc traité une partie de mon sujet qui est la différenciation. Mais dans cette recherche, nous parlons de la différenciation pédagogique dans l'enseignement de la proportionnalité. C'est pourquoi nous traiterons dans la seconde partie de la proportionnalité sous les points de vue mathématique et didactique.

## *II. Point de vue mathématique et didactique sur la proportionnalité*

Tout d'abord, il semble important de donner une définition de la proportionnalité, de sa place dans les programmes et les documents ressources ainsi que des différentes procédures de résolution de problèmes relevant de la proportionnalité et les moyens de représentation de celle-ci. Puis, pour terminer, nous présenterons les difficultés des élèves face à cette notion mathématique.

### a. Définition de la proportionnalité.

La proportionnalité est un concept qui a une relation particulière avec les nombres et les grandeurs. Il est donc défini que deux suites de nombres sont dites proportionnelles lorsqu'elles sont reliées entre elles et que l'on peut passer de l'une à l'autre en multipliant ou en divisant par un même nombre non nul. Ce nombre est alors appelé coefficient de proportionnalité. Pour les élèves, c'est souvent une notion qui a du sens, puisqu'elle peut être utilisée au quotidien pour des recettes par exemple, ou encore des remises sur des prix mais qui pose certaines difficultés que nous verrons dans une prochaine partie.

### b. La proportionnalité dans les programmes et documents ressources.

La proportionnalité est une notion essentielle dans l'apprentissage des mathématiques et s'inscrit dans la durée. La première fois qu'elle apparaît dans les programmes de l'école c'est en 1970 mais sans mettre en avant les propriétés de linéarité.

Dans un premier temps, il est important de dire que la proportionnalité est une notion qui met en lien pratiquement tous les domaines du socle commun, puisqu'elle permet de développer des compétences et d'acquérir des connaissances transversales.

Tout d'abord, cette notion participe au **domaine 1** du socle commun, puisqu'elle contribue à la maîtrise de la langue française par le biais d'activités qui permettent de s'exprimer et d'utiliser les langages mathématiques notamment lorsque les élèves verbalisent les procédures utilisées et utilisent un langage mathématique adapté ceci entraînant un élargissement du répertoire lexical.

Elle participe également au **domaine 2** du socle commun puisque la proportionnalité mobilise le traitement et l'organisation d'informations qui sont ensuite mises sous des formats appropriés

(tableau, graphique), puis ça permet également une organisation du travail personnel, en identifiant un problème et en s'engageant dans une démarche de résolution et de mobilisation des connaissances nécessaires.

Mais encore, la proportionnalité est mobilisée dans le **domaine 4**, puisqu'elle permet de mettre en place une démarche scientifique, c'est-à-dire une démarche d'investigation en modélisant une situation. Et aussi, parce que l'élève résout des situations de proportionnalité qui touchent à différentes grandeurs : géométriques (volume, aire, ...), économiques (prix, nuitées, ...).

Enfin, elle est présente aussi dans le **domaine 5** du socle commun puisque la proportionnalité mobilise les pourcentages et leur maîtrise est un « *outil indispensable pour comprendre les représentations du monde et l'activité humaine* » (MEN, 2016, p.2).

Les problèmes de proportionnalité sont considérés dans le guide de Résolution de problèmes au cours moyen (MEN, 2022) comme étant des problèmes multiplicatifs en une étape puisqu'ils nécessitent une unique multiplication entre un rapport et une grandeur. C'est pourquoi, on peut dire qu'au cycle 2, les élèves commencent à rencontrer des situations de proportionnalité « *dans le cadre de la résolution de problèmes multiplicatifs* » (MEN, 2016, p.1), ce sont donc des situations qui font appel à la propriété de linéarité multiplicative et qui les préparent à reconnaître des situations de proportionnalité. En revanche, dans les programmes de cycle 2 de 2021, il n'est jamais explicité que la proportionnalité est étudiée. Ce n'est qu'à partir du cycle 3 et donc en CM1 que les premières situations de proportionnalité sont proposées en privilégiant des problèmes qui mettent en jeu des nombres entiers et qui font appel aux propriétés de linéarité (additive et multiplicative). C'est progressivement en CM2 que les procédures du type passage à l'unité ou calcul du coefficient de proportionnalité sont mobilisées et combinées entre elles. À partir du CM2, des problèmes impliquant des échelles ou des vitesses constantes émergent et la notion de pourcentage également au milieu du cycle pour arriver à l'application d'un taux de pourcentage à la fin du cycle. Ainsi, les procédures exigibles en CM2 (*figure 3*) sont les propriétés de linéarité, le coefficient de proportionnalité et le



passage à l'unité, contrairement au CM1 qui laisse plutôt place aux propriétés de linéarité.

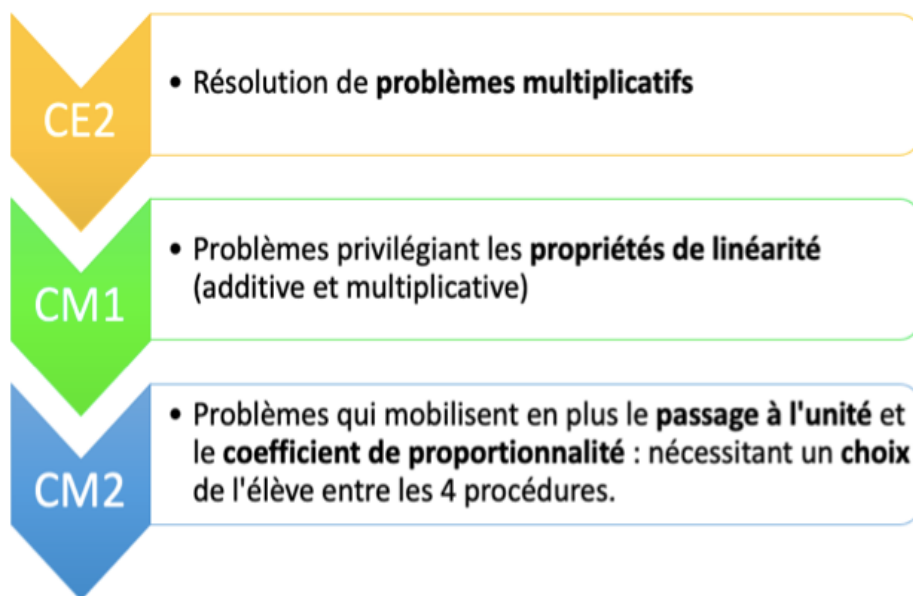


Figure 3 : Progression des procédures utilisées du CE2 au CM2 d'après MEN, 2022.

c. Procédures de résolution de problèmes et moyens de représentation.

Pour résoudre ces problèmes de proportionnalité il existe différentes procédures de résolution à l'école primaire qui vont être énoncées juste après. Pour cela nous nous baserons sur l'exemple suivant :

« Amandine a acheté 8 barres de chocolat toutes identiques et au même prix. Elle a payé 10 euros. Combien aurait-elle payé si elle en avait acheté 12 ? ».

- **Le coefficient de proportionnalité** : quand deux grandeurs sont proportionnelles, le coefficient de proportionnalité est le nombre qui quand on le multiplie à l'une des valeurs donne la deuxième.

Pour calculer le coefficient de proportionnalité, il faut effectuer le calcul suivant :  $10 \div 8 = 1,25$ . Puis pour trouver le prix des 12 barres de chocolat, multiplier la valeur que l'on a par le coefficient de proportionnalité, ce qui donne :  $12 \times 1,25 = 15$ . Alors, si Amandine avait acheté 12 barres de

<b>Nombre de barres de chocolat</b>	8	12
<b>Prix des barres de chocolat</b>	10	15

chocolat, elle aurait payé **15 €**.

- **Le passage à l'unité** : elle consiste à retrouver la valeur pour une unité.

Dans l'exemple précédent, cela revient à se demander « Combien coûte une barre de chocolat ? » et se dire que si 8 barres de chocolats coûtent 10€ alors une barre de chocolat doit coûter 8 fois moins cher, cela revient à effectuer le calcul suivant :  $10 \div 8 = 1,25$ , c'est-à-dire diviser le prix de 8 barres de chocolat par 8. 1 barre de chocolat coûte donc **1€25**.

Ainsi, 12 barres de chocolats coûtent 12 fois plus cher, cela revient à multiplier le prix d'une barre de chocolat par 12, soit le calcul :  $1,25 \times 12 = 15€$ .

- **Les propriétés de linéarité multiplicative et additive** : ici, on va utiliser la multiplication ou la division pour la première et l'addition ou la soustraction pour la seconde puis prendre une valeur pour trouver une autre. Dans notre exemple précédent, un élève pourrait :

Diviser par 2 le prix des 8 barres de chocolat pour obtenir le prix de 4 barres de chocolat, soit  $10 \div 2 = 5$ . 4 barres de chocolat coûtent donc 5€. Comme ici il cherche le prix pour 12 et qu'il sait que 12 c'est  $4 \times 3$ , alors il va multiplier le prix de 4 barres de chocolat par 3, soit :  $5 \times 3 = 15€$ .

Si on voulait représenter dans un tableau la linéarité multiplicative, voilà à quoi ça ressemblerait :

<b>Nombre de barres de chocolat</b>	4	8	12
<b>Prix des barres de chocolat</b>	5	10	15

Enfin, pour la linéarité additive, dans le tableau nous voyons très bien qu'il existe un rapport entre les 3 données. C'est-à-dire que  $8 + 4 = 12$ . C'est ainsi, que l'on peut utiliser la propriété de linéarité additive c'est-à-dire additionner deux données déjà présentes pour en trouver une troisième. Ici, on a le prix de 4 barres de chocolats et le prix de 8 barres au chocolat, si on additionne ces deux données, on va pouvoir trouver le prix pour 12 barres de chocolats.

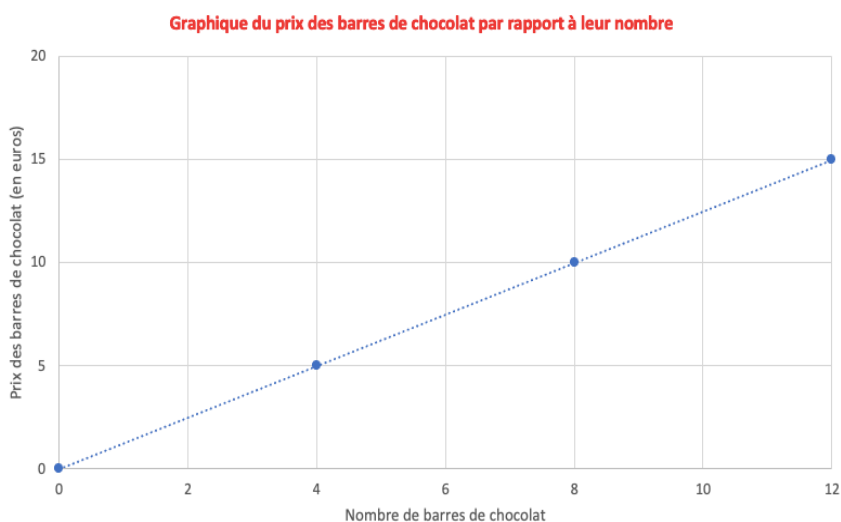
Soit  $5 + 10 = 15€$ . L'élève trouve ainsi le prix de 12 barres de chocolat par l'intermédiaire de la propriété de linéarité additive.

Les élèves vont donc choisir parmi ces procédures à condition qu'ils sachent reconnaître les situations de proportionnalité : c'est la raison pour laquelle l'enseignant se doit, pour donner du sens à la

proportionnalité de les confronter à des situations de non-proportionnalité également.

Pour ce qui en est des moyens de représentation, il est important de ne pas systématiser la représentation sous forme de tableau (donné ci-dessus), mais de les laisser schématiser par exemple. En effet, il existe d'autres moyens de représentation, que les élèves pourraient rencontrer au cours de leur scolarité :

- *La représentation graphique* : on reconnaît une situation de proportionnalité si les points sont alignés sur une droite qui passe par l'origine du repère. Pour notre exemple, la représentation graphique ressemblerait à ceci :



- *Les couples de points* : à partir de la représentation graphique, un couple  $(x, y)$  (où  $x$  est l'axe horizontal et  $y$  l'axe vertical) correspond aux coordonnées d'un point de la droite  $(d)$ . Soit ici par exemple le couple  $(4,5)$  correspondant au prix de 4 barres de chocolat ; le couple  $(8,10)$  correspond au prix de 8 barres de chocolat et le couple  $(12,15)$  au prix de 12 barres de chocolat.

#### d. Les difficultés des élèves.

Les élèves lors de l'enseignement de la proportionnalité peuvent rencontrer des difficultés. Denis Butlen énonce dans son article de 1991 :

- Le « *manque de fiabilité dans les connaissances anciennes* », les connaissances anciennes ne sont pas assez solides pour s'y référer. Par exemple, s'il rencontre des difficultés avec les tables de multiplication, cela peut engendrer des erreurs de calcul, ou alors même une mauvaise disposition spatiale lorsque l'élève pose le calcul...
- L'élève « *n'identifie pas les enjeux des situations didactiques* », l'élève ne résout pas forcément le problème posé, puisqu'il n'y trouve pas de sens.
- L'« *usure rapide des situations proposées* » car l'élève n'est pas motivé et cela se traduit par

- une lassitude très rapide. Il n'est pas motivé car il ne se sent pas capable de réaliser l'exercice.
- Des difficultés « d'expression, de langage, de lecture », l'élève peut donc se retrouver dans une situation où il ne comprend pas l'énoncé, soit par manque de vocabulaire ou soit par une accumulation cognitive si l'énoncé met en avant plusieurs relations de proportionnalité, tel est le cas des recettes de cuisine.
  - L'élève peut également rencontrer des difficultés à trier les données de l'énoncé car les données n'ont pas la même grandeur (quantité / euros par exemple).
  - Enfin, il se peut que l'élève rencontre des difficultés à savoir si la situation est proportionnelle ou non : souvent ils pensent qu'elles y sont toutes quand il y a un tableau. Et il se peut aussi qu'il rencontre des difficultés à choisir la procédure de résolution adéquate et à la mettre en œuvre car cela nécessite une connaissance des nombres et de leur nature (entiers, décimaux...).

Dans cette partie, nous avons pu aborder la proportionnalité du point de vue didactique et mathématique. La proportionnalité est donc d'abord abordée sous forme de problèmes multiplicatifs au cycle 2 mais apparaît de façon concrète au cycle 3, avec une progression entre le CM1 et le CM2 qui se joue sur les types de procédures mobilisés dans les situations de proportionnalité. Ainsi, nous avons pu constater les difficultés que peuvent rencontrer les élèves lorsqu'ils sont face à des problèmes de proportionnalité.

Ce cadre théorique permet de mettre en avant la nécessité de différencier son enseignement en proportionnalité puisque cette notion est difficile à enseigner et ne repose pas sur une seule procédure de résolution mais plusieurs. Ainsi, nous pouvons maintenant poser la problématique de cette recherche et les hypothèses à tester.

## Problématique et hypothèses à tester

---

Pour donner suite à l'état de l'art et aux nombreuses lectures à ce sujet, nous nous intéresserons à l'importance d'adapter son enseignement de la proportionnalité pour chaque élève. La proportionnalité est une notion autour de laquelle une grande partie de l'apprentissage des mathématiques peut être pensé et organisé. Il est donc essentiel pour les élèves de la maîtriser. C'est à ce moment que la différenciation joue un rôle, puisqu'elle regroupe différentes procédures et moyens mis en œuvre par l'enseignant dans le but de faire réussir ses élèves mais sans oublier les objectifs communs à la classe. Il existe ainsi différentes variables pour différencier comme avoir recours à des outils qui peuvent être proposés à certains élèves qui éprouvent des difficultés (à condition que les outils soient préparés ou présents dans la classe et donc les difficultés anticipées). L'enseignant pourra également faire varier l'organisation de la classe à travers notamment la mise en place de groupes (de besoin ou hétérogènes) mais aussi par le temps en diminuant ou augmentant la durée de l'activité, en fixant un temps etc... Enfin, nous avons la possibilité de différencier par les supports en ajoutant un code couleur pour aiguiller la démarche en proportionnalité (pour la création de tableaux particulièrement) ou par l'énoncé en adaptant la difficulté de celui-ci, par l'ajout d'images pour que l'élève se fasse une idée visuelle de la situation problème donnée. Puis par les procédures, c'est-à-dire ne pas avoir un seul bon cheminement pour arriver au même résultat. C'est donc à ces dernières (différenciation par les temps d'apprentissage, le support des énoncés et les procédures) que nous allons particulièrement nous intéresser.

De cette manière, la problématique de ce travail de recherche est la suivante :

**Comment adapter à chaque élève l'enseignement de la proportionnalité en gardant un objectif commun à la classe ?**

Nous nous poserons les questions suivantes. De quel(s) type(s) sont les interventions pour l'enseignant ? Comment la différenciation est-elle mise en place en classe ? Y-a-t-il des spécificités à la proportionnalité ?

Puis quels sont les bénéfices pour les élèves en termes d'apprentissage et quelles sont les conditions de réussite ?

Selon cette problématique, j'ai élaboré des hypothèses, qui seront validées ou invalidées grâce au travail réalisé dans ce mémoire.

**1. Hypothèse 1 : différenciation par les procédures**

Si la différenciation lors de séances de proportionnalité intègre différentes procédures possibles pour un exercice (pas une seule procédure), alors les élèves progresseront davantage.

**2. Hypothèse 2 : différenciation par le support des énoncés**

Si on différencie en faisant varier les supports des énoncés, comme mettre un code couleur ou alors rajouter des illustrations, des schémas dans les énoncés, alors ça facilitera la compréhension des énoncés sur la proportionnalité par les élèves.

**3. Hypothèse 3 : différenciation par le temps des apprentissages.**

Si l'on met en place une différenciation lors de son enseignement de la proportionnalité, où chaque élève progresse à son rythme, alors les résultats seront meilleurs.

## Cadre méthodologique

---

### *1. Introduction.*

Notre recherche a pour objectif d'étudier comment un enseignant peut adapter son enseignement tout en gardant un objectif commun en différenciant par les procédures, par les supports des énoncés ou par les temps d'apprentissage en fonction des besoins des élèves. Pour mener à bien mes recherches j'ai pour ambition de mettre en place des dispositifs que j'énoncerai dans une première partie pour recueillir des données.

### *La classe*

La mise en pratique de ma recherche s'effectuera à l'école Henri Matisse de Carnières. Cette école est située en milieu rural avec des familles issues de milieux modestes.

Je suis actuellement alternante contractuelle dans cette classe dans laquelle je décharge la directrice tous les jeudis. C'est une classe de CM2 de vingt-cinq élèves (quatorze garçons et onze filles). Les élèves ont donc entre neuf et dix ans.

### *Profil des élèves*

Cette classe est marquée par une très grosse hétérogénéité avec trois, quatre élèves de très bon niveau, un certain nombre avec un niveau moyen et trois élèves avec de très grosses difficultés. J'ai par ailleurs un élève en situation de handicap et un élève dysgraphique qui ont une AESH mais qui n'ont pas forcément de difficultés scolaires, notamment en mathématiques. En revanche, j'ai deux élèves dyslexiques, trouble qui influe considérablement sur leur capacité à comprendre un énoncé mathématique.

Cette géographie de la classe s'étoffera à la suite de l'évaluation diagnostique, qui nous donnera une représentation des besoins et niveau de chacun en proportionnalité.

## II. Recueil de données.

Les hypothèses seront testées à partir d'une séquence d'apprentissage sur la résolution de problèmes de proportionnalité de neuf séances qui s'étendra sur les périodes 3, 4 et 5 ([annexe 1](#)) et qui suivra la progression suivante :

Tableau 1 : Progression de la séquence d'apprentissage

Numéro séance	Activité	Différenciation	Procédure mise en avant
1	Évaluation diagnostique		Toutes
2	Recherche		Linéarité additive
3	Entraînement et consolidation		Linéarité additive
4	Retrouver les autres méthodes		Linéarité multiplicative et passage à l'unité
5	Entraînement et consolidation		Toutes
6	Institutionnalisation : les trois méthodes de résolution de problème de proportionnalité rencontrées et réalisation d'affiches		Toutes
7	Travail en autonomie	Remédiation et consolidation	En fonction des élèves
8	Travail en autonomie	Remédiation et consolidation	En fonction des élèves
9	Évaluation sommative		Toutes

### 1. Pour la première hypothèse :

J'aimerais réaliser des entretiens avec deux ou trois élèves à profils variés qui, après la résolution de problèmes de proportionnalité, à l'aide de leurs productions et brouillons



expliciteront leur démarche et justifieront le choix de celle-ci. Le brouillon sera un outil supplémentaire pour voir le cheminement, les erreurs ou le changement de stratégie des élèves. Lors des entretiens, je m'aiderai d'une grille d'entretien ([annexe 2](#)) que j'aurai réalisé au préalable, ainsi je pourrai recueillir comment ils ont fait et pourquoi, voir leurs erreurs, leurs difficultés et leurs réussites face à un problème de proportionnalité ; les échanges lors de cet entretien avec les trois élèves seront conservés grâce à un enregistrement audio de nos conversations avec les élèves, ainsi j'aurai une trace précise de nos échanges.

Tout au long des différentes séances de résolution de problèmes, je veillerai à choisir des situations de recherche permettant la mise en œuvre de procédures diverses : des problèmes mettant en avant le passage à l'unité et d'autres qui font intervenir la linéarité additive et multiplicative. Pour éviter qu'un élève utilise une seule et unique procédure tout le temps, celle qui « marche à tous les coups », je veillerai, lors de l'entretien à faire réaliser le même exercice mais avec une autre procédure afin de m'assurer, à ce que toutes les procédures soient acquises.

Enfin, tout au long de la séquence, je prendrai note de la procédure utilisée par ces trois élèves pour chaque problème donné par le biais d'une grille d'analyse ([annexe 3](#)) afin de noter quelle procédure l'élève a utilisé et en tirer quelques observations sur les difficultés : erreurs de calcul, incompréhension (question, problème...), ceci m'aidera par la suite pour l'analyse de leurs productions.

## 2. Pour la seconde hypothèse :

Cette seconde hypothèse aura la particularité de concerner toute la classe. Je vais différencier en proposant des activités qui font varier les supports des énoncés : certains énoncés avec des illustrations, d'autres avec des couleurs, qui vont permettre d'étayer (ou non d'ailleurs) les élèves dans la compréhension des problèmes donnés. Grâce à l'évaluation diagnostique qui va être proposée en première séance de la séquence, j'aurai une cartographie de la classe qui va me permettre de viser les besoins des élèves et leur apporter l'aide et le support en conséquence. Les productions d'élèves pourront être un appui pour voir s'il y a une meilleure réussite tant sur la compréhension que la réalisation de l'exercice, grâce à ce type de

différenciation.

Puis par la suite, je souhaiterais donner à la classe un questionnaire ([annexe 4](#)), pour savoir comment les couleurs, les illustrations ou les schémas dans l'énoncé les ont aidés, en quoi et comment, s'ils y ont porté attention, ce qu'ils en ont pensé etc. Ces questionnaires seront ramassés afin d'avoir un retour sur cette différenciation mise en place, ils permettront d'en tirer quelques informations et données (quantitatives) qui vont être utiles dans la suite de cette recherche.

### 3. Pour la troisième hypothèse :

Je vais donc mettre en place une séquence d'apprentissage de neuf séances avec une différenciation au niveau du temps des apprentissages qui concernera les élèves qui rencontreront particulièrement des difficultés.

J'ai décidé de mettre en place une différenciation simultanée dans ma séquence, je déterminerai donc en fonction des résultats à l'évaluation diagnostique l'aide que je dois apporter en faisant varier les temps d'apprentissage. J'aimerais donc établir une progression différente en fonction des acquis de chacun, pour qu'ils aient tous le même objectif mais en avançant à leur rythme : le nombre de séances variera donc en fonction des besoins. Ceux qui sont le plus en difficulté auront deux séances d'entraînement, de consolidation supplémentaires par rapport aux autres. Le but étant ici de montrer l'intérêt du parcours adapté de ma séquence. Il serait intéressant de voir si la différenciation a été efficace, notamment si les objectifs ont été atteints pour chacun malgré le fait qu'ils aient avancé à leur rythme : les résultats des évaluations diagnostique et sommative seront certainement un marqueur de cette progression, il est donc important de les garder à des fins d'analyse.

Je souhaiterais proposer également un court questionnaire ([annexe 5](#)) pour évaluer le ressenti des élèves sur cette séquence d'apprentissage : pour voir ce qui leur a semblé efficace et ce qui l'aurait été moins, ce qu'ils ont apprécié dans cette démarche ou encore ce qui a permis de les faire progresser, comment ça a pu les aider à comprendre le problème, la question... Ces derniers me permettront donc de collecter des données statistiques intéressantes. Les fiches de préparation de mes séances quant à elles, seront données et commentées, puisque dans le

cadre d'une différenciation simultanée, il se peut qu'il y ait des changements d'une séance sur l'autre, ce qui sera intéressant à observer et à analyser.

### III. *Le traitement de données*

Ainsi, je vais énoncer la manière dont je vais traiter les différentes données qui vont être recueillies.

#### 1. *Pour la première hypothèse :*

Je réaliserai une analyse *a priori*, pour chaque exercice proposé en énonçant les types de procédures qui pourraient être mobilisés puis une analyse *a posteriori* avec les types de procédures qui ont réellement été utilisés par les élèves. Ma grille d'analyse m'aidera pour l'analyse *a posteriori* afin de voir d'une part, les types de procédures utilisés et d'autre part d'en tirer les apports et les limites ; les difficultés et les réussites. Elle sera par ailleurs également intégrée à ma recherche.

L'enregistrement audio des entretiens, sera retranscrit ce qui permettra de voir comment les élèves ont réfléchi, leur cheminement pour arriver à leur résultat. Ceci, pourra nous permettre de mettre en avant l'importance de la différenciation, notamment en comparant l'analyse *a priori* (procédure envisagée) et l'analyse *a posteriori* (procédure effective).

Enfin, lors de l'évaluation diagnostique, je vais proposer différents problèmes de proportionnalité qui mettent en jeu différentes procédures (linéarité additive, multiplicative, passage à l'unité). L'analyse des procédures des élèves me permettra donc d'identifier quelles sont les procédures utilisées, maîtrisées par les élèves. Ainsi, en comparaison avec l'évaluation sommative, je pourrai observer la disponibilité croissante (ou non d'ailleurs) des procédures acquises par les élèves.

#### 2. *Pour la seconde hypothèse :*

En lien avec le guide rose (MEN, 2022) « Résolution de problèmes mathématiques au cours moyen », j'étudierai l'impact (négatif ou positif) des illustrations sur la compréhension des énoncés en proportionnalité et les limites, à l'aide des réponses au questionnaire distribué. Le questionnaire me permettra de récolter des informations sur leur ressenti face à l'exercice et l'aide apportée (difficulté, ce qui les ont aidés, s'ils ont prêté attention ou non...). J'aimerais à partir de

ces données, réaliser des graphiques permettant de mettre en avant les différents apports de cette différenciation par les supports des énoncés, leur efficacité et limites.

### 3. Pour la troisième hypothèse :

Grâce à l'évaluation diagnostique réalisée en début de séquence et l'évaluation sommative réalisée en fin de séquence, je vais avoir accès à la progression des élèves, c'est-à-dire voir, surtout pour ceux qui étaient le plus en difficulté, s'ils ont acquis les compétences et si la notion est assimilée. Il serait intéressant de les comparer par une analyse quantitative par le biais notamment de graphiques qui montreraient l'évolution entre ces deux évaluations, les lacunes, les difficultés et les réussites. Ainsi, en lien avec les réponses aux questionnaires sur leur ressenti tout au long de la séquence, je vais pouvoir analyser l'efficacité de cette différenciation par les temps d'apprentissage et voir si elle a permis que les élèves avancent à leur rythme tout en ayant gardé l'objectif commun de la classe.

## IV. *Choix méthodologiques.*

Pour mener cette recherche et faciliter l'analyse, j'ai choisi d'étudier les réponses ainsi que les productions d'élèves de trois élèves à cinq problèmes de proportionnalité, qui seront énoncés ci-après. Ces élèves ont été choisis par rapport aux résultats qu'ils ont obtenus lors de l'évaluation diagnostique sur la proportionnalité. Il s'agit donc ici d'un élève en difficulté (appelé élève 1), un élève de niveau moyen (appelé élève 2) et un élève de bon niveau (élève 3).

J'ai également fait le choix, de donner un questionnaire à la classe entière afin d'avoir un retour global sur ma démarche de différenciation. Puis d'avoir des entretiens avec les élèves que j'ai eus en groupe de besoin et qui ont nécessité des séances de remédiations.

Selon moi, lors de la mise en œuvre de cette séquence, les élèves ont été face à de nombreuses difficultés, qu'ils me faisaient par ailleurs revenir. De mon côté, j'étais en confiance, j'avais les connaissances disciplinaires et didactiques nécessaires pour mener à bien cette séquence ; je savais où j'allais, pourquoi et de quelle manière.

Pour rappel, je réalise une séquence où j'ai avec moi un atelier de besoin avec des élèves en très

grande difficulté, ayant eu une note entre 1 et 5 à l'évaluation diagnostique, ils sont au nombre de cinq. J'ai donc décidé, afin de gérer au mieux l'organisation de la classe et que le travail soit bel et bien réalisé, de créer des groupes hétérogènes, afin que ceux qui sont le plus en réussite puissent aider les autres qui ont plus de difficulté. Ainsi, j'avais beaucoup plus de temps disponible pour aider au mieux les élèves en difficulté.

Au niveau des aides données, j'avais la chance d'avoir avec moi le service civique de l'école qui réalise des études d'ingénieur, il avait donc des connaissances disciplinaires en proportionnalité que je pouvais exploiter. Pour ce qui est de la didactique, nous avons pu en discuter avant chaque début de séance. De cette manière, mon service civique pouvait m'aider pour la gestion de la classe, veiller au travail des uns et des autres et répondre aux difficultés de certains. L'aide était donc principalement orale. J'ai par ailleurs mis en place avec eux, un code couleur (en référence à mon hypothèse 2, sur la différenciation par les supports des énoncés) pour les aider à mieux comprendre les énoncés, de la sorte, ils étaient en capacité de trier les données et ainsi éviter de les mélanger lors des calculs, ceci a été d'une grande aide pour beaucoup. De plus, certains des élèves comprenaient comment résoudre les situations de proportionnalité, mais étaient face à des difficultés lors des calculs. Pour centrer l'apprentissage sur la compréhension de la proportionnalité et sur les procédures, j'ai autorisé pour certains, l'utilisation de la calculatrice, les calculs ne représentant plus un obstacle pour eux.

Voici un tableau récapitulatif des types de procédures attendues pour les cinq problèmes étudiés. Elles peuvent être : linéarité additive notée LA ; linéarité multiplicative notée LM ; linéarité mixte notée LMX et enfin le passage à l'unité noté PU.

Ainsi, le tableau met en évidence les procédures les plus efficaces pour résoudre les différents problèmes adressés aux élèves. Il permettra par la suite d'analyser et d'interpréter les différentes données obtenues.

	Types de procédure			
	LA	LM	LMX	PU
Problème 1	<b>X</b>			
Problème 2		<b>X</b>		
Problème 3		<b>X</b>		
Problème 4				<b>X</b>
Problème 5			<b>X</b>	

*Tableau 2 : Tableau des problèmes donnés aux élèves en fonction du type de procédure.*

Je vous ai donc ici exposé le cadre méthodologique de ma recherche en vous présentant les trois hypothèses retenues ainsi que les données à recueillir, comment je vais les recueillir et ce que je vais en faire. Je vais donc dès à présent, vous présenter les résultats de l'expérimentation en classe puis l'analyse et l'interprétation des différentes données obtenues.

# Résultats de l'expérimentation et analyse des données

---

## 1. Différencier par les procédures (hypothèse 1).

Dans cette partie, nous allons voir le contexte et le déroulement de ma différenciation par les procédures et nous étudierons plus particulièrement les productions de trois élèves sur cinq problèmes qui seront énoncés dans l'analyse qui va suivre ainsi que les entretiens réalisés avec ces trois mêmes élèves.

### a) Contexte et déroulé

D'après le document d'accompagnement Éduscol « Résoudre des problèmes de proportionnalité au Cycle 3 » (MEN, 2016, p.2), il est conseillé de suivre la progression suivante : donner des problèmes qui utilisent les propriétés de linéarité dans un premier temps. Puis progressivement, donner des situations qui nécessitent de combiner des procédures à savoir linéarité additive et multiplicative et enfin le passage à l'unité. J'ai donc suivi ces recommandations pour établir la progression de ma séquence, une progression par des situations qui favorisent une procédure en particulier.

La séquence s'est donc déroulée en quatre temps (voir [annexe 1](#)). Dans une première phase, une évaluation diagnostique permettant d'identifier les procédures utilisées et maîtrisées par les élèves. Une deuxième phase mêlant recherche et entraînement puis une troisième phase d'institutionnalisation où de grandes affiches sont réalisées afin de faire une mémoire de classe avec tous les problèmes rencontrés et les procédures les plus adaptées. La séquence se terminant par une évaluation sommative.

J'ai donc donné à mes élèves une série d'exercices. Lors de la deuxième et quatrième séance, les exercices étaient notamment conçus pour inciter la recherche et l'emploi de la propriété de linéarité additive puis dans un second temps celle de la linéarité multiplicative et le passage à l'unité. La dernière séance d'entraînement permettant elle, de regrouper toutes les procédures étudiées au cours de cette séquence.

Deux entretiens ont été réalisés lors de ces deux séances de recherche permettant de mettre en

avant leur démarche, leurs difficultés. Enfin, lors du dernier entretien, j'ai veillé à faire réaliser le même exercice mais avec une autre procédure afin de m'assurer que l'élève ne maîtrise pas une seule et unique procédure.

b) Analyse

**i. Analyse a priori**

Le but de cette différenciation est donc d'intégrer différentes procédures possibles pour un exercice, pour que les élèves progressent davantage. Mais pour cela, il fallait auparavant que les élèves connaissent les différentes procédures de résolution qu'il existe. C'est donc lors de cette séquence que les élèves ont appris à utiliser les propriétés de linéarité additive, multiplicative et le passage à l'unité.

Afin de mettre en avant une seule et unique procédure pour favoriser la recherche de celle-ci dans mes séances, j'ai réalisé au préalable une analyse *a priori* des problèmes donnés. L'analyse *a priori* est « un outil professionnel d'aide à la décision nous permettant d'anticiper certaines réactions des élèves, d'orienter certains choix de l'enseignant » (Charnay, 2003).

Pour plus de clarté, l'analyse *a priori* suivra la trame suivante :

1. Objectif et nature du problème (d'après la classification du Guide Rose (MEN, 2021, p.18).
2. Variables didactiques ;
3. Procédures correctes possibles des élèves ;
4. Les difficultés possibles des élèves ;

Voici les problèmes donnés ainsi que l'analyse *a priori* que j'en ai faite.

**Problème 1** : Ce matin, Mila est allée au marché. Elle voit un stand de fruits où 3kg de pommes coûtent 3,60 € et 5kg coûtent 6 €. Combien va-t-elle payer si elle prend 8kg de pommes ?

**1. Objectif et nature du problème :**

L'objectif ici est de **trouver le prix pour 8kg de pommes** sachant que nous connaissons le prix de 3kg et de 5kg. Nous avons donc ici un problème en plusieurs étapes de type additif mettant en avant



la **propriété de linéarité additive**.

## 2. Variables didactiques :

- Le prix et le nombre de kg (les données) sont des variables didactiques influant soit la complexité de l'exercice soit le type de procédure utilisé. Si nous modifions les données, le type de procédure utilisé peut changer également : ici, le choix du nombre 8 favorise automatiquement une procédure en particulier.
- Le type des données est une variable didactique puisque mélanger des nombres décimaux et entiers complexifient la tâche.

## 3. Procédures correctes possibles des élèves :

Ici, le problème se réalise en deux étapes, mais toutes deux sollicitent l'utilisation de l'addition. Visiblement, il existe un rapport entre nos trois données, c'est-à-dire que  $3 + 5 = 8$ . C'est ainsi qu'ils peuvent utiliser la **propriété de linéarité additive** car on additionne deux données déjà présentes pour trouver une troisième. Nous connaissons le prix de 3kg de pommes et le prix de 5kg de pommes, si nous additionnons ces deux données, nous allons pouvoir trouver le prix pour 8kg de pommes. Soit  $3,60 + 6 = 9,60\text{€}$ .

## 4. Les difficultés possibles des élèves :

Les élèves peuvent rencontrer deux difficultés à savoir : la présence de données décimales qui peut provoquer des difficultés lors de la réalisation du calcul et des difficultés à identifier les grandeurs qui sont en relation dans la situation et donc les mélanger (additionner les kg avec les prix...).

**Problème 2** : Il faut 6 œufs pour faire une mousse au chocolat pour 9 personnes.  
Combien dois-je prévoir d'œufs si je veux faire cette mousse pour 45 personnes ?  
J'ai chez moi tout le chocolat dont j'ai besoin.

## 1. Objectif et nature du problème :

L'objectif ici est de **trouver le nombre d'œufs pour faire une mousse pour 45 personnes** sachant que nous connaissons le nombre d'œufs pour 9 personnes. Nous avons donc ici un problème en plusieurs étapes de type multiplicatif mettant en avant la **propriété de linéarité multiplicative**.

## 2. Variables didactiques :

- Le nombre d'œufs et le nombre de personnes (les données) sont des variables didactiques influençant la complexité de l'exercice et le type de procédure utilisé. Si nous modifions les données, le type de procédure utilisé peut changer également : ici, le choix des données 9 et 45 favorise une procédure en particulier.
- La taille des nombres est une variable didactique puisqu'ici cela fait référence à leurs prérequis : l'utilisation des tables de multiplication dont le rapport est relativement simple et visible (« 45 c'est combien de fois plus que 9 »).
- Au niveau de l'énoncé, il n'y a pas d'informations inutiles, nous aurions pu ajouter la quantité de chocolat nécessaire pour la réalisation de la mousse au chocolat pour 9 personnes sans demander dans la question la quantité de chocolat pour 45 personnes, ce qui aurait complexifié l'exercice (augmentation du nombre de données à disposition).

### 3. Procédures correctes possibles des élèves :

Ce deuxième problème peut se réaliser de trois façons différentes avec une procédure dite « experte ».

- La première est l'utilisation de **l'addition réitérée** lors de la première étape du problème, pour trouver le rapport entre 9 et 45 c'est-à-dire réaliser le calcul suivant :  $9 + 9 + 9 + 9 + 9 = 45$ . Les élèves vont donc par tâtonnement chercher combien de fois il y a 9 dans 45 et ceci en réalisant une addition. Et vont réaliser exactement pareil avec les œufs  $6 + 6 + 6 + 6 + 6 = 30$  ou alors se rendre compte qu'il y a 5 fois le même chiffre et donc réaliser une multiplication soit :  $6 \times 5 = 30$ .
- La deuxième est la résolution par **calcul multiplicatif** et plus particulièrement le **calcul à trou** et donc se demander :  $9 \times ? = 45$ . Lorsqu'ils ont trouvé le rapport avec ces deux données (ici 5), alors ils vont réaliser la multiplication suivante :  $6 \times 5 = 30$ .
- La dernière dite « experte », il existe un rapport entre nos deux données c'est-à-dire que  $9 \times 5 = 45$ . C'est ainsi que nous pouvons utiliser la **propriété de linéarité multiplicative** car nous savons que 45 personnes c'est 5 fois plus que 9 personnes. Ainsi, il va falloir 5 fois plus d'œufs et donc établir le lien entre le nombre d'œufs pour 9 personnes et pour 45 personnes soit :  $6 \times 5 = 30$ .

### 4. Les difficultés possibles des élèves :

Les élèves peuvent rencontrer des difficultés face à cette situation de proportionnalité, notamment car elle nécessite des prérequis qui sont les tables de multiplication afin de voir le lien direct entre les deux données. L'utilisation de l'addition répétée est une solution mais peut vite devenir fastidieuse (ici elle est possible car ce sont des petites données, mais avec des plus grandes données cela n'aurait pu avoir lieu). Mais aussi des difficultés à identifier les grandeurs qui sont en relation dans la situation proposée.

**Problème 3** : 4 compas coûtent 23 €. Quel est le prix de 12 compas ?

Tu peux réaliser un tableau pour répondre à cette question.

### 1. Objectif et nature du problème :

L'objectif ici est de **trouver le prix de 12 compas** sachant que nous connaissons le prix que coûtent 4 compas. Nous avons donc ici un problème en plusieurs étapes de type multiplicatif mettant en avant la **propriété de linéarité multiplicative**.

### 2. Variables didactiques :

- Le prix et le nombre de compas (les données) sont des variables didactiques influençant la complexité de l'exercice et le type de procédure utilisé. Si nous modifions les données, le type de procédure utilisé peut changer également : ici, le choix des nombres 4 et 12 favorise une procédure en particulier.
- La taille des nombres est une variable didactique puisqu'ici cela fait référence à leur prérequis : l'utilisation des tables de multiplication dont le rapport est relativement simple et visible (« 12 c'est combien de fois plus que 4 »).
- Le type de données, permettant de complexifier la tâche avec l'utilisation de données décimales.
- Suggérer un tableau leur permet d'organiser les données et éviter de mélanger les grandeurs.

### 3. Procédures correctes possibles des élèves :

Ce troisième problème peut se réaliser de trois façons différentes avec une procédure dite « experte ».

- La première est l'utilisation de **l'addition répétée** lors de la première étape du problème, pour trouver le rapport entre 9 et 45 c'est-à-dire réaliser le calcul suivant :  $4 + 4 + 4 = 12$ . Les élèves

vont donc chercher par tâtonnement combien de fois il y a 4 dans 12 et ceci en réalisant une addition. Et vont réaliser exactement pareil pour trouver le prix  $23 + 23 + 23 = 69\text{€}$  ou alors se rendre compte qu'il y a 3 fois le même chiffre et donc réaliser une multiplication soit :  $23 \times 3 = 69\text{€}$ .

- La deuxième est la résolution par **calcul multiplicatif** et plus particulièrement le **calcul à trou** et donc se demander :  $4 \times ? = 12$ . Lorsqu'ils ont trouvé le rapport avec ces deux données (ici 3), alors ils vont réaliser que le prix sera 3 fois plus cher et effectuer la multiplication suivante :  $23 \times 3 = 69\text{€}$ .
- La dernière dite « experte », il existe un rapport entre nos deux données c'est-à-dire que  $4 \times 3 = 12$ . C'est ainsi que l'on peut utiliser la **propriété de linéarité multiplicative** car on sait que 12 compas c'est 3 fois plus que 4 compas. Ainsi, nous allons payer 3 fois plus cher et donc établir le lien entre le prix de 4 compas et pour 12 compas soit :  $23 \times 3 = 69\text{€}$ .

#### 4. Les difficultés possibles des élèves :

Les élèves peuvent rencontrer des difficultés face à cette situation de proportionnalité, notamment car elle nécessite des prérequis qui sont les tables de multiplication afin de voir le lien direct entre les deux données. L'utilisation de l'addition répétée est une solution mais peut vite devenir fastidieuse (ici elle est possible car ce sont des petites données, mais avec des plus grandes données cela n'aurait pu avoir lieu). Mais aussi des difficultés à identifier les grandeurs qui sont en relation dans la situation proposée.

**Problème 4** : Sur une carte routière, 2 cm représentent 5 km sur le terrain. Sur cette carte, la distance entre deux villes est de 7 cm. Quelle est la distance réelle ?

##### 1. Objectif et nature du problème :

L'objectif ici est de **trouver la distance réelle entre deux villes** (en km) en sachant que 2cm représentent en réalité 5km sur le terrain. Nous avons donc ici un problème en plusieurs étapes de type multiplicatif mettant en avant la procédure de **passage à l'unité**. Par ailleurs, ce problème permet l'interdisciplinarité avec la géographie.

##### 2. Variables didactiques :

- Les cm et les km (les données) sont des variables didactiques influençant la complexité de l'exercice et le type de procédure utilisé. Si nous modifions les données, le type de procédure utilisé peut changer également : ici, le choix du nombre 7 favorise une procédure en particulier (passage à l'unité).
- Les grandeurs des données, nous pourrions également suggérer des conversions.
- Le type de données, permettant de complexifier la tâche avec l'utilisation de données décimales.

### **3. Procédures correctes possibles des élèves :**

Ici, le problème se réalise en deux étapes, une première nécessitant le passage à l'unité et la deuxième avec la réalisation d'une multiplication.

Cela revient donc à se demander « Quelle est la distance réelle de 1 cm sur la carte ? » et se dire que si 2 cm représentent en réalité 5 km cela revient à effectuer le calcul suivant :  $5 \div 2 = 2,5$ , c'est-à-dire diviser le nombre de km dans la réalité par le nombre de cm sur la carte. 1 cm représente donc 2,5 km dans la réalité.

Ainsi, pour trouver 7 km cela revient à multiplier les km en réalité pour 1 cm par 7, soit le calcul :  $2,5 \times 7 = 17,5 \text{ km}$ .

### **4. Les difficultés possibles des élèves :**

Les élèves peuvent rencontrer des difficultés face à cette situation de proportionnalité, notamment car la procédure de passage à l'unité est une procédure assez complexe qui s'apprend et qui se travaille. Elle nécessite l'utilisation de la division. De plus, les grandeurs utilisées sont de mêmes dimensions (cm/km), pouvant porter à confusion pour les élèves.

**Problème 5** : Pour réaliser des mini quiches pour 6 personnes, on a besoin de :

- 120 g de farine
- 150 g de jambon
- 3 œufs
- 60 cl de lait

a. Complète le tableau.

	Pour 6	Pour 18	Pour 2	Pour 8
Farine (en g)				
Jambon (en g)				
Lait (en cl)				
Nombre d'œufs				

### 1. Objectif et nature du problème :

L'objectif ici est de **réaliser une même recette mais pour 2, 8 et 18 personnes** sachant que nous connaissons uniquement les proportions pour 6 personnes. Nous avons donc ici un problème en plusieurs étapes de type additif et multiplicatif mettant en avant **les propriétés de linéarité mixte** (c'est-à-dire linéarité additive et multiplicative).

### 2. Variables didactiques :

- Le choix des données (le nombre de personnes) permet la mise en œuvre d'une procédure en particulier, les modifier permet de changer la procédure en jeu ou complexifier l'exercice.
- Le nombre de grandeurs (ingrédients) à traiter en même temps.
- Relation plus ou moins explicite avec les nombres : se rendre compte que 2 c'est 3 fois moins que 6 et donc effectuer une division ; 18 c'est 3 fois plus que 6 et donc effectuer une multiplication.
- Le type de données, permettant de complexifier la tâche avec l'utilisation de données décimales.
- Suggérer un tableau ou non leur permet d'organiser les données et éviter de mélanger les grandeurs.

### 3. Procédures correctes possibles des élèves :

Ce dernier problème fait appel à différentes procédures et synthétise les procédures de linéarité étudiées jusqu'à maintenant. Les élèves auraient également pu, pour toutes les colonnes du tableau, calculer les ingrédients pour 1 personne (passage à l'unité) et ainsi multiplier pour le nombre de personnes...

- Pour remplir la deuxième colonne du tableau les élèves peuvent :
  - Utiliser **l'addition réitérée** pour trouver le rapport entre 6 et 18 c'est-à-dire réaliser le calcul suivant :  $6 + 6 + 6 = 18$ , les élèves vont donc chercher par tâtonnement combien de fois il y a 6 dans 18 et ceci en réalisant une addition. Et vont réaliser exactement pareil pour trouver les différentes proportions des autres ingrédients soit pour la farine :  $120 + 120 + 120 = 360g$  et ainsi de suite. Ou alors se rendre compte qu'il y a 3 fois le même chiffre et donc réaliser une multiplication soit :  $120 \times 3 = 360g$ .
  - Utiliser la résolution par **calcul multiplicatif** et plus particulièrement le **calcul à trou** et donc se demander :  $6 \times ? = 18$ . Lorsqu'ils ont trouvé le rapport avec ces deux données (ici 3), alors ils vont se rendre compte qu'il faut 3 fois plus d'ingrédients pour 18 personnes et effectuer la multiplication suivante :  $120 \times 3 = 360g$  pour la farine.
  - Utiliser la méthode « experte », voir qu'il existe un rapport entre nos deux données c'est-à-dire que  $6 \times 3 = 18$ . C'est ainsi qu'ils peuvent utiliser la **propriété de linéarité multiplicative** soit :  $120 \times 3 = 360g$ .
  
- Pour remplir la troisième colonne du tableau les élèves peuvent :
  - Utiliser la propriété de linéarité multiplicative et voir qu'il existe un rapport entre 6 et 2 c'est-à-dire que  $6 \div 3 = 2$ . C'est ainsi qu'ils peuvent utiliser la **propriété de linéarité multiplicative** soit :  $120 \div 3 = 40g$ .
  - Utiliser la propriété de linéarité multiplicative et voir qu'il existe un rapport entre 18 et 2 -à-dire que  $18 \div 9 = 2$ . C'est ainsi qu'ils peuvent utiliser la **propriété de linéarité multiplicative** soit :  $360 \div 9 = 40g$ . À noter, que cette procédure est certainement celle la moins probable et qui sera la moins utilisée.
  
- Pour remplir la dernière colonne du tableau les élèves peuvent :
  - Utiliser **l'addition réitérée** pour trouver le rapport entre 8 et 2 c'est-à-dire réaliser le calcul suivant :  $2 + 2 + 2 + 2 = 8$ , les élèves vont donc chercher par tâtonnement combien de fois il y a 2 dans 8 et ceci en réalisant une addition. Et vont réaliser exactement pareil pour trouver les différentes proportions des autres ingrédients soit pour la farine :  $40 + 40 + 40 + 40 = 160g$  et ainsi de suite. Ou alors se rendre compte qu'il y a 4 fois le même chiffre et donc réaliser une multiplication soit :  $40 \times 4 = 160g$ .

- Utiliser la résolution par **calcul multiplicatif** et plus particulièrement le **calcul à trou** et donc se demander :  $2 \times ? = 8$ . Lorsqu'ils ont trouvé le rapport avec ces deux données (ici 4), ils vont donc utiliser la **propriété de linéarité multiplicative**, puisqu'ils vont se rendre compte qu'il faut 4 fois plus d'ingrédients pour 8 personnes que pour 2 et effectuer la multiplication suivante :  $40 \times 4 = 160g$  pour la farine.
- Se rendre compte qu'il existe un rapport entre les données du tableau, c'est-à-dire que  $6 + 2 = 8$ . C'est ainsi que l'on peut utiliser la **propriété de linéarité additive** car on additionne deux données déjà présentes pour trouver une troisième. Nous connaissons les proportions pour 6 personnes et pour 2 personnes, si on additionne ces deux données, on va pouvoir trouver les proportions pour 8 personnes. Soit  $120 + 40 = 160g$ .

#### 4. Les difficultés possibles des élèves :

Les élèves peuvent rencontrer des difficultés face à cette situation de proportionnalité, car elle met en jeu une diversité de procédures de résolution à savoir : linéarité additive, multiplicative et passage à l'unité. Ils peuvent donc rencontrer des difficultés à choisir ou utiliser une procédure de résolution ou même mélanger plusieurs procédures.

##### ii. Analyse a posteriori

Pour rappel, j'ai suivi grâce à ma grille d'analyse ([annexe 8](#)) et interrogé lors des entretiens pour cette partie trois élèves qui sont de niveaux différents : il s'agit d'un élève en difficulté (appelé élève 1), un élève de niveau moyen (appelé élève 2) et un élève de bon niveau (appelé élève 3).

- **Analyse du problème 1 :**

Pour le problème 1, il s'agissait d'un problème mettant en évidence la **propriété de linéarité additive**.

**Problème 1** : Ce matin, Mila est allée au marché. Elle voit un stand de fruits où 3kg de pommes coûtent 3,60 € et 5kg coûtent 6 €. Combien va-t-elle payer si elle prend 8kg de pommes ?

Pour résoudre ce problème, deux de mes élèves (élèves 1 et 3) sur les trois interrogés ont utilisé la



procédure de linéarité additive. Ils ont donc additionné les kg d'un côté et les euros de l'autre pour trouver le prix de 8 kg de pommes.

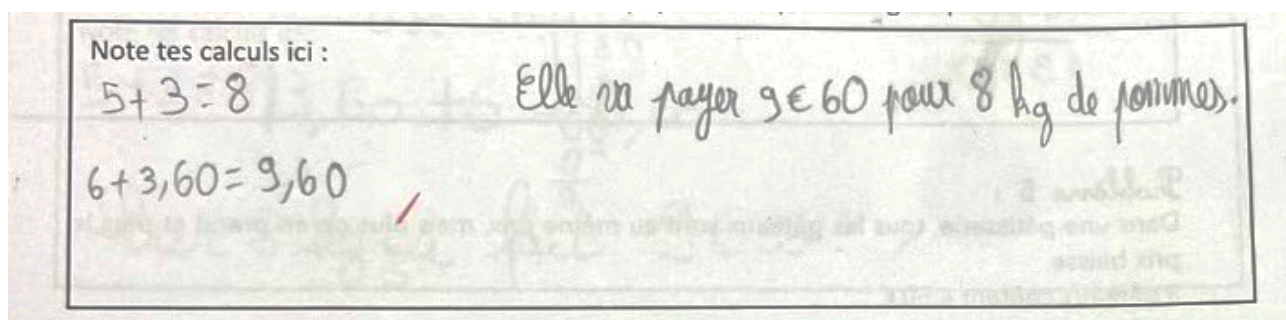


Photo 1 : Production de l'élève 3

Or, mon troisième élève (élève 2) a tenté une multiplication suivie d'une addition : dans un premier temps, il a donc multiplié le prix de 3 kg de pommes soit 3,60€ par 2 puis il a ajouté à son résultat 1,20, soit la moitié de 3,60. Il voulait donc pour trouver le prix de 8kg, trouver le prix pour 6 kg (en multipliant par 2) et ajouter le prix de 1,5 kg (la moitié de 3kg). Il s'est rendu compte qu'il n'était pas à 8 kg, mais à 7,5 kg. Lors de l'entretien, il m'a affirmé s'être rendu compte qu'il n'était pas à 8 kg, mais que c'était la réponse la plus proche qu'il ait trouvé.

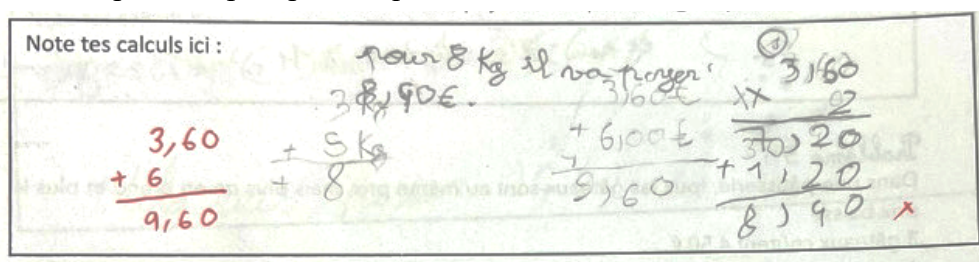


Photo 2 : Production de l'élève 2

L'élève 1 a par ailleurs commis une erreur de calcul lorsqu'il a posé l'addition. Il a placé le chiffre des unités (6) dans la colonne des centièmes, lui donnant une réponse erronée (voir photo 3).

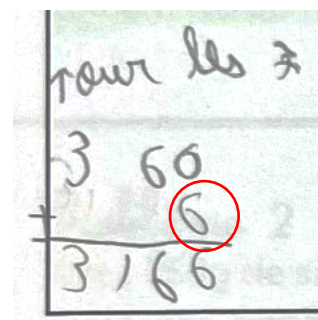


Photo 3 : Calcul erronée élève 1.

- **Analyse du problème 2 :**

Pour le problème 2, il s'agissait d'un problème mettant en évidence la **propriété de linéarité multiplicative**.

**Problème 2** : Il faut 6 œufs pour faire une mousse au chocolat pour 9 personnes.  
Combien dois-je prévoir d'œufs si je veux faire cette mousse pour 45 personnes ?  
J'ai chez moi tout le chocolat dont j'ai besoin.

Pour résoudre ce problème tous les élèves ont utilisé la linéarité multiplicative. Ils ont donc dans un premier temps vu le rapport entre les données 9 et 45, leur permettant ainsi de trouver combien d'œufs il leur faut, soit 5 fois plus.

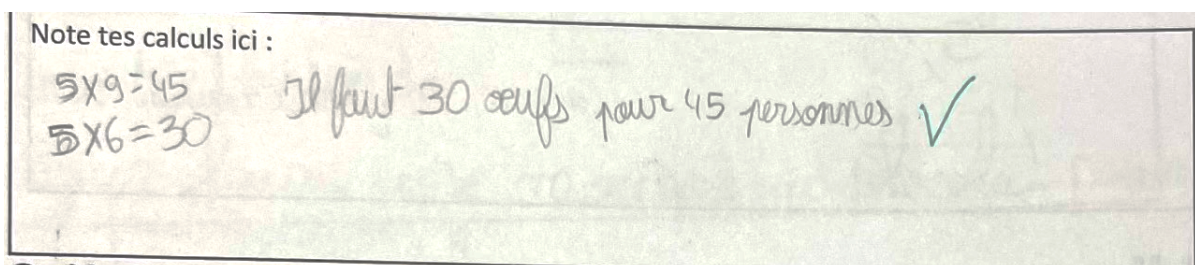


Photo 4 : Exemple de production d'élève (élève 3)

Cependant, j'ai pu constater sur le brouillon de l'élève 2, qu'au départ il a voulu multiplier le nombre d'œufs par le nombre de personnes ( $6 \times 9 = 54$ ). Lors de l'entretien ([annexe 9](#)), l'élève 2 m'a

affirmé qu'il ne savait pas vraiment comment s'y prendre au départ avec les données, mais qu'il s'est rendu compte que le résultat 54 ne l'amènerait à rien, surtout qu'il n'était pas en capacité de dire de quelle grandeur cette donnée était (personnes ? œufs ?), ce qui l'a amené à faire autrement.

- **Analyse du problème 3 :**

Pour le problème 3, il s'agissait d'un problème mettant en évidence la **propriété de linéarité multiplicative** également.

**Problème 3** : 4 compas coûtent 23 €. Quel est le prix de 12 compas ?

Tu peux réaliser un tableau pour répondre à cette question.

Pour résoudre ce problème tous les élèves ont utilisé la linéarité multiplicative. Ils ont donc dans un premier temps vu le rapport entre les données 4 et 12, leur permettant ainsi de trouver le prix pour 12 compas, c'est-à-dire 3 fois plus cher.

Tous ont réalisé un tableau et de façon correcte, permettant d'organiser correctement les données.

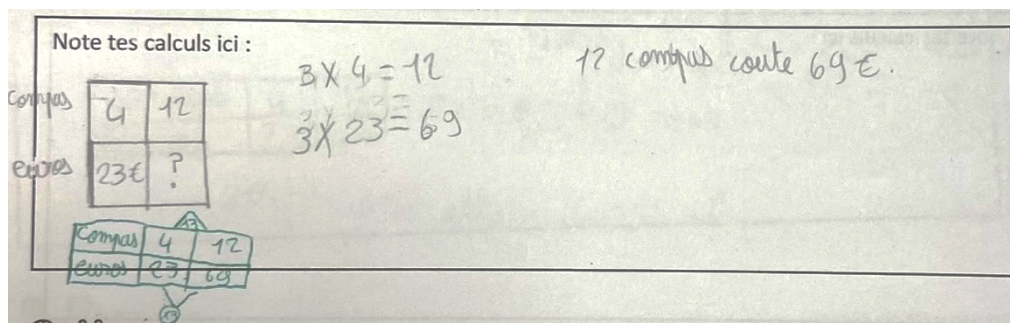


Photo 5 : Exemple de production d'élève (élève 3)

- **Analyse du problème 4 :**

Pour le problème 4, il s'agissait d'un problème mettant en évidence la procédure du **passage à l'unité**.

**Problème 4** : Sur une carte routière, 2 cm représentent 5 km sur le terrain. Sur cette carte, la distance entre deux villes est de 7 cm. Quelle est la distance réelle ?

Pour résoudre ce problème tous les élèves ont utilisé la procédure du passage à l'unité. C'est-à-dire calculer ce que représente en réalité 1 cm sur la carte routière, ils ont donc effectué le calcul suivant :  $5 \div 2 = 2,5 \text{ km}$ . En revanche, pour les élèves 1 et 2, il y a fallu étayer leur recherche pour qu'ils arrivent à comprendre qu'il fallait revenir à l'unité pour résoudre ce problème.

Pour l'élève 3, une logique un peu particulière est à relever :

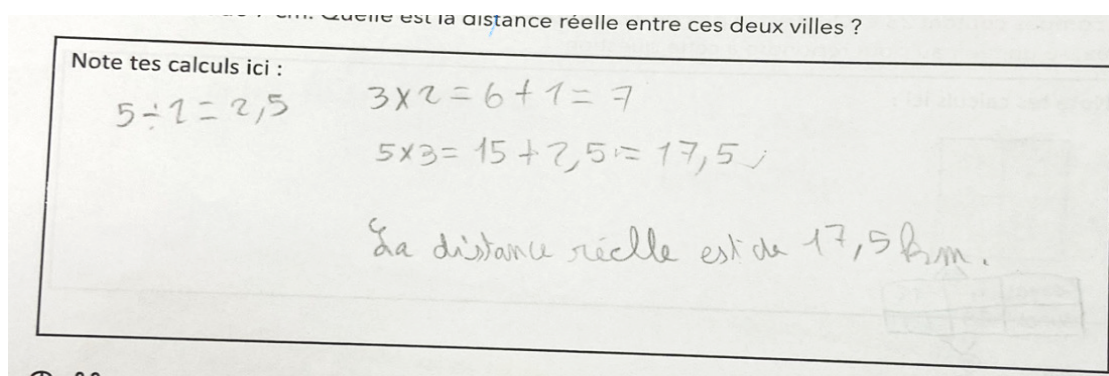


Photo 6 : Production de l'élève 3

Il s'est avéré que pour trouver la distance réelle, l'élève 3 a multiplié 2 cm par 3, ainsi il trouvait 6 cm et en ajoutant 1, il trouvait 7 cm.

Il savait donc que pour trouver la distance réelle il devait faire pareil avec 5 km et donc multiplier par 3, mais cela lui permettait d'avoir la distance réelle de 6 cm sur la carte routière. Grâce à son passage à l'unité, il connaît la distance réelle de 1 cm sur la carte routière, il a donc ajouté 2,5 aux 15 km, permettant ainsi de trouver le résultat.

- **Analyse du problème 5 :**

Pour le problème 5, il s'agissait d'un problème mettant en évidence la **propriété de linéarité mixte** (additive et multiplicative).

**Problème 5 :** Pour réaliser des mini quiches pour 6 personnes, on a besoin de :

- 120 g de farine · 150 g de jambon · 3 œufs · 60 cl de lait

a. Complète le tableau.

	Pour 6	Pour 18	Pour 2	Pour 8
Farine (en g)				
Jambon (en g)				
Lait (en cl)				
Nombre d'œufs				

De manière générale, uniquement l'élève 3 a réussi à réaliser l'exercice dans son intégralité. L'élève 2 a réussi à remplir la deuxième colonne mais pas les autres. Quant à l'élève 1, il a échoué pour cet exercice, lors de l'entretien, il m'a manifesté ses difficultés face à cet exercice, notamment par le nombre de données qui étaient présentes et les logiques à suivre.

- L'élève 3 pour trouver les proportions pour 18 personnes, a utilisé la propriété de linéarité multiplicative et a donc multiplié les données pour 6 personnes par 3 car c'est pour 3 fois plus de personnes. Pour 2 personnes, il a également utilisé la propriété de linéarité multiplicative et a divisé les données pour 6 personnes par 3. Et enfin, pour trouver les proportions pour 8 personnes, l'élève 3 a utilisé la propriété de linéarité additive et a additionné les données pour 6 et pour 2 personnes.

	Pour 6	Pour 18	Pour 2	Pour 8
Farine (en g)	120g ✓	360g ✓	40g ✓	160g ✓
Jambon (en g)	150g ✓	450g ✓	50g ✓	200g ✓
Lait (en cl)	60cl ✓	180cl ✓	20cl ✓	80cl ✓

Organise et note tes calculs ici :

*Photo 7 : Production de l'élève 3*

- L'élève 2 pour trouver les proportions pour 18 personnes, a utilisé la propriété de linéarité multiplicative et a donc multiplié les données pour 6 personnes par 3 car c'est pour 3 fois plus de personnes. À noter ici, que l'élève pour multiplier plus facilement, a retiré les centaines aux données et a commis plusieurs erreurs de calcul.

	Pour 6	Pour 18	Pour 2	Pour 8
Farine (en g)	120	350	<del>60</del> 90	<del>180</del> 160
Jambon (en g)	750	450	<del>75</del> 50	<del>210</del> 200
Lait (en cl)	60	1800	<del>900</del> 20	<del>2400</del> 80

Organise et note tes calculs ici :

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 3 \\ \hline 36 \end{array}$$

350g de farine pour 18 personnes

$$\begin{array}{r} 75 \times 60 \\ \times 3 \\ \hline 1800 \end{array}$$

1800 cl pour 18 personnes

$$\begin{array}{r} 75 \times 450 \\ \times 3 \\ \hline 900 \end{array}$$

900g de jambon pour 18 personnes

*Photo 8 : Production de l'élève 2*

D'après l'entretien réalisé avec cet élève, les réponses erronées dans le tableau sont dû au fait qu'il pensait qu'il fallait diviser par 2 les proportions pour 6 personnes pour trouver celles pour 2 personnes (inversion de la division et de la multiplication). Pour la dernière colonne, l'élève avait une bonne logique, c'est-à-dire additionner les données de la première colonne et la troisième mais l'élève avoue s'être rapidement perdue dans les données, lui donnant des réponses erronées.

### iii. Les procédures disponibles

En comparant l'évaluation diagnostique (document en [annexe 6](#)) et l'évaluation sommative (document en [annexe 7](#)), j'ai pu voir à travers l'analyse des procédures des élèves, quelles sont les procédures maîtrisées et utilisées par les élèves lors de l'évaluation diagnostique puis dans un second temps celles lors de l'évaluation sommative et donc la disponibilité croissante des procédures acquises par les élèves.

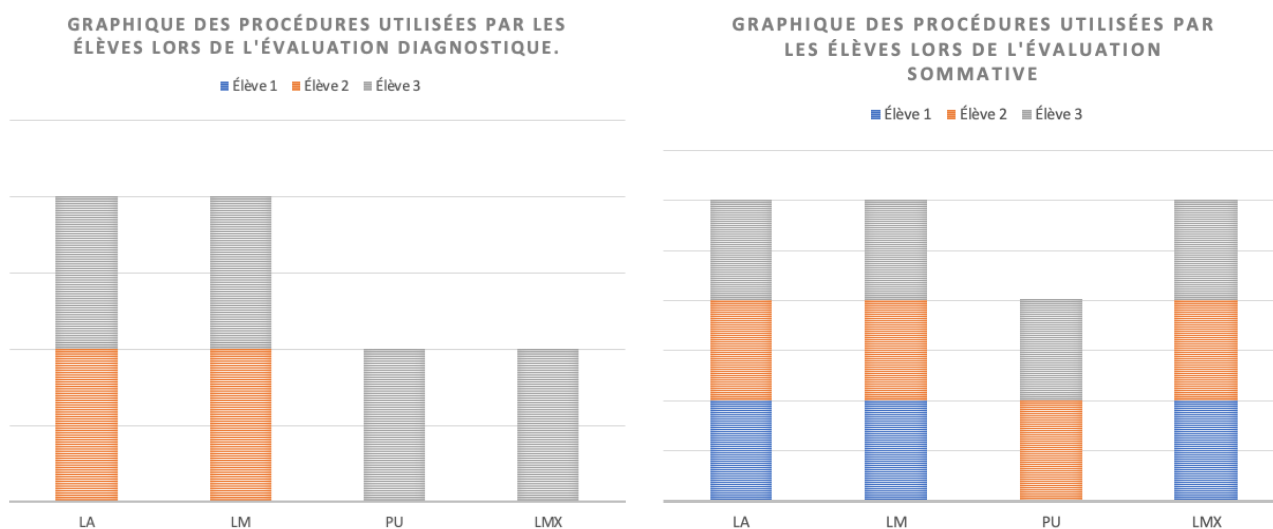


Figure 4 : Graphiques montrant la disponibilité croissante des procédures acquises par les élèves entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative.

Les graphiques ci-dessus représentent les procédures utilisées lors de l'évaluation diagnostique puis lors de l'évaluation sommative. De prime abord, nous pouvons remarquer une disponibilité croissante des procédures acquises par les élèves.

En effet, lors de l'évaluation diagnostique, uniquement l'élève 3 savait utiliser toutes les procédures et était le seul des trois élèves à maîtriser le passage à l'unité ainsi que la propriété de linéarité mixte. Quant à l'élève 2, uniquement les propriétés de linéarité additive et multiplicative étaient utilisées. L'élève 1 ne maîtrisait aucune des quatre procédures.

Lors de l'évaluation sommative, une augmentation est visible pour les élèves 1 et 2. L'élève 1, qui ne maîtrisait aucune des quatre procédures, s'est vu utiliser les propriétés de linéarité additive, multiplicative et mixte. Quant à l'élève 2, il a appris à utiliser la dernière procédure à savoir le passage à l'unité.

En somme, ces graphiques montrent la disponibilité croissante des procédures acquises par

les élèves. C'est évidemment en lien avec les résultats de l'évaluation sommative et la comparaison avec l'évaluation diagnostique que nous analyserons dans la troisième partie (cf. [partie III](#)), que ces graphiques pourront être confirmés.

Dans cette partie, nous avons donc vu à travers une analyse a priori et a posteriori, ainsi qu'une comparaison des procédures disponibles par les élèves, l'efficacité de cette différenciation. La progression de la séquence, par la mise en avant de différentes procédures à tour de rôle des séances a permis de faire acquérir aux élèves la pluralité des procédures de résolution qu'il existe, mais pas toutes, notamment pour l'élève 1, dont le travail doit encore être approfondi. Dorénavant, l'élève 2 et 3 sont en capacité d'utiliser la procédure de leur choix ce qui permet de les faire progresser davantage.

À présent, je vais vous exposer les résultats de ma mise en œuvre de la différenciation par le support des énoncés.

## *II. Différencier par le support des énoncés (hypothèse 2).*

Dans cette partie, nous allons voir le contexte et le déroulement de ma différenciation par le support des énoncés et nous étudierons plus particulièrement les résultats de l'évaluation diagnostique ainsi que l'efficacité de cette différenciation à travers les résultats du questionnaire donnés aux élèves.

### a) Contexte et déroulé

L'évaluation diagnostique a permis de me donner une cartographie de la classe, du niveau général des élèves en proportionnalité pour ainsi apporter la différenciation nécessaire au fur et à mesure de ma séquence. Les élèves étaient donc évalués sur les compétences suivantes :

- Résoudre des problèmes relevant de la proportionnalité.
- Mobiliser pour les traiter des formes de raisonnement spécifiques et des procédures adaptées, comme les propriétés de linéarité (additive et multiplicative).
- Mobiliser pour les traiter des formes de raisonnement spécifiques et des procédures adaptées : les propriétés de linéarité (additive et multiplicative), le passage à l'unité, le coefficient de proportionnalité.



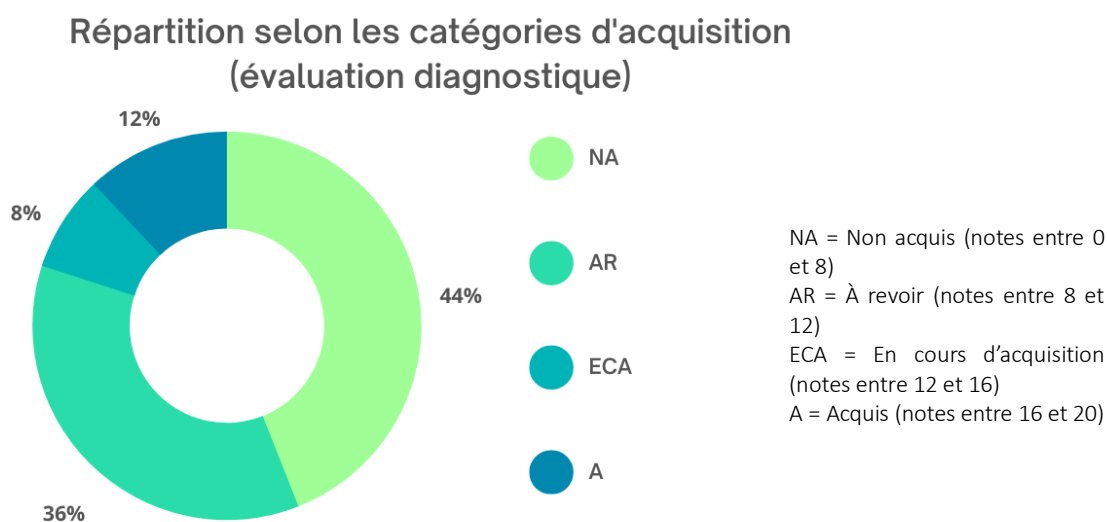
Lors de la mise en place de cette différenciation, j'ai laissé les élèves faire le choix entre une fiche d'exercices avec des illustrations et avec un code couleur et une fiche sans. Ainsi, c'était l'occasion pour moi d'analyser l'impact de cette différenciation sur la compréhension des énoncés et la compréhension générale des élèves face à une situation de proportionnalité.

En relation avec le questionnaire distribué aux élèves et le Guide Rose (MEN, 2016, p.70), nous allons pouvoir étudier l'impact des illustrations et du code couleur, si ça les a aidé ou non.

#### b) Analyse

L'évaluation diagnostique m'a en effet permis d'évaluer les connaissances des élèves en proportionnalité : de déceler leurs difficultés, leurs acquis, les procédures qu'ils maîtrisent et au contraire celles qui ne maîtrisent pas.

À la suite de celle-ci, j'ai recueilli des données synthétisées dans ce graphique :



*Figure 5 : Graphique représentant la répartition selon les catégories d'acquisition lors de l'évaluation diagnostique.*

Ce graphique nous permet de visualiser, de façon flagrante, le niveau des élèves en proportionnalité. En effet, nous avons donc presque la moitié soit 44% des élèves qui n'ont peu ou pas de connaissances en proportionnalité, c'est-à-dire qui ne sont pas en capacité de résoudre une situation de proportionnalité et d'utiliser une procédure adaptée en ce début de séquence. Puis, 36%

doivent revoir certains points en proportionnalité, ils ont quelques connaissances sur lesquelles s'appuyer. Pour ce qui est des 20% restants, 8% sont en cours d'acquisition et 12% ont acquis les compétences et sont donc aptes à résoudre des situations de proportionnalité, en utilisant une procédure adaptée.

De ce fait, l'évaluation diagnostique confirme les profils de mes élèves à savoir : une très grande hétérogénéité mais surtout un grand nombre d'élèves en difficulté en proportionnalité.

J'ai donc mis en place une différenciation par le support des énoncés, c'est-à-dire en intégrant aux énoncés des illustrations qualifiées « d'aidantes » (MEN, 2016, p.70) et un code couleur pour organiser les données.

Voici, le type d'illustrations et de code couleur que j'ai apporté aux élèves pour la réalisation des exercices de proportionnalité.

Énoncé du problème : 250g de sucre, je fais 5 petits bonhommes de pain d'épice. Avec 400g de sucre je fais 8 de ces bonhommes. Combien de sucre faut-il pour faire 3 bonhommes ? puis 13 bonhommes ?

La figure 7 représente l'illustration donnée pour ce problème

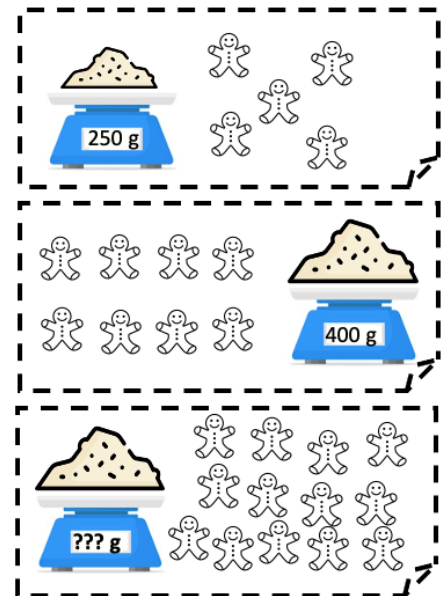


Figure 6 : Illustration de type "aidante".

**Problème 5 :**

Sur une carte routière, **2 cm** représentent 5 km sur le terrain. Sur cette carte, la distance entre deux villes est de **7 cm**. Quelle est la distance réelle entre ces deux villes ?

Figure 7 : code couleur sur un énoncé.

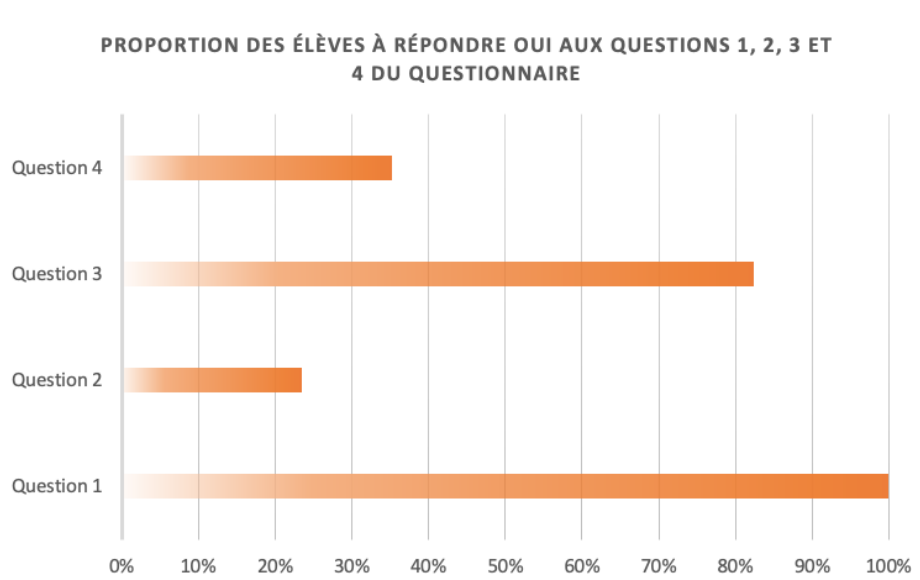
Ils avaient donc le choix entre des énoncés avec illustrations et code couleur ou sans. Lors de la première séance, ils ont été 17 à prendre la fiche d'exercices avec la différenciation soit 68%. Alors

que lors de la deuxième séance, il n'était plus que 11 soit 44% de la classe à prendre la fiche d'exercices avec illustrations. Au départ, les illustrations étaient attractives pour eux, ils ont donc pris, sans vraiment réfléchir à l'utilité de celles-ci. Lors de la deuxième séance la baisse peut être expliquée par le fait qu'ils n'ont pas trouvé d'intérêt à en avoir pour certains, sachant que les 11 élèves à l'avoir repris sont les mêmes qu'à la première séance.

Pour expliquer cela, j'ai distribué un questionnaire ([annexe 4](#)) aux 17 élèves qui ont pris cette fiche d'exercices avec différenciation, grâce aux données récoltées, je peux effectuer une analyse quantitative de l'efficacité de cette différenciation.

D'après le graphique (figure 8) à la question « as-tu remarqué que les exercices avaient des illustrations ? » (question 1), 100% des élèves ont répondu « oui ». Ils ont également remarqué que les exercices avaient des couleurs car 82% des élèves ont répondu « oui » à la question 3, à savoir : « as-tu remarqué que les exercices avaient des couleurs ? ». En revanche pour ce qui est de l'utilisation de cette différenciation, les avis sont bien moins tranchés. Pour la question « as-tu utilisé l'illustration pour t'aider à comprendre le problème ? » (question 2), seulement 24% soit 4 élèves ont répondu oui, ce qui veut dire que le reste n'a pas jugé utile de s'y référer. Et pour l'utilisation du code couleur (question 4), même constat, bien qu'un peu supérieur : 35% des élèves ont utilisé le code couleur pour comprendre le problème.

Figure 8 : Graphique représentant les proportions des 17 élèves à répondre « oui » aux questions 1, 2, 3 et 4 du questionnaire.



Ensuite pour ce qui en est de leur ressenti face à cette différenciation. D'après ces deux graphiques, nous pouvons déduire, que le code couleur (question 3a) a plus aidé et a été plus remarqué par les élèves que les illustrations (question 1a). Puisque seulement 29% des élèves admettent que ça les a aidé, contre 50% pour le code couleur.

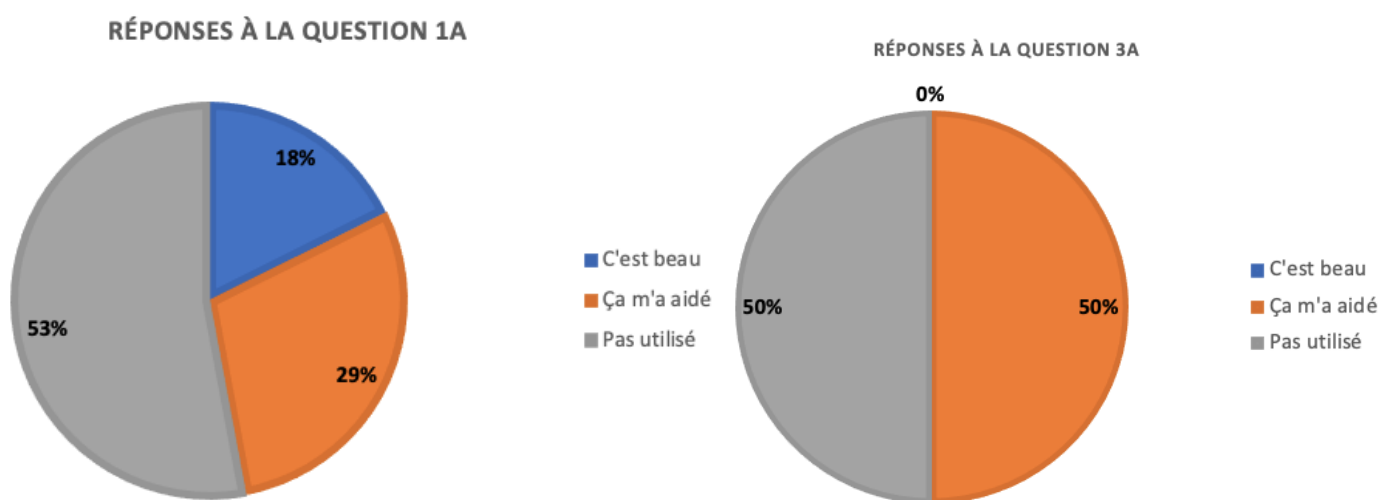


Figure 9 : Graphiques représentant le ressenti des élèves face à cette différenciation

Enfin, pour ce qui en est de l'utilisation des illustrations d'une part (questions 2a et 2b) et du code couleur d'autre part (question 4a et 4b).

Les élèves qui ont utilisé les illustrations pour comprendre le problème affirment à 75% que ça les a également aidés à résoudre le problème, notamment en comptant le nombre de pains d'épice, c'était plus visuel pour eux et plus clair.

Les élèves qui ont utilisé le code couleur pour comprendre le problème affirment à 67% (soit 4 élèves sur 6) que ça les a également aidés à résoudre le problème, notamment à 75% pour organiser leurs données (25% ne sachant pas pourquoi) (figure 10, ci-après).

### Réponses à la question 4b

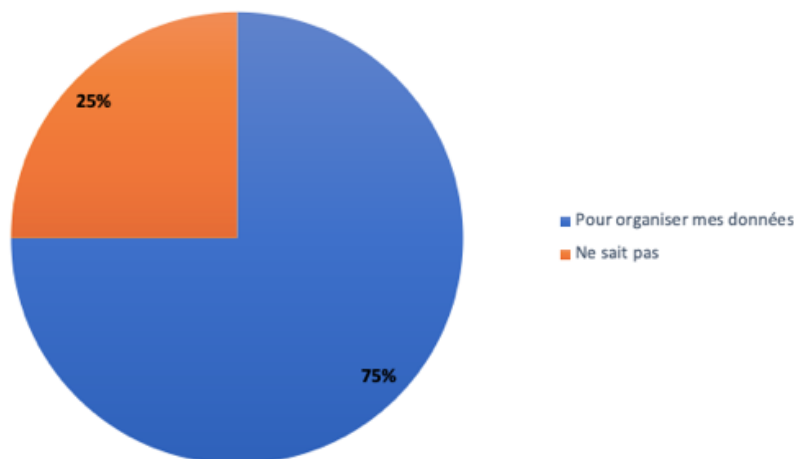


Figure 10 : Graphique représentant l'utilité de la différenciation par le code couleur

En somme, accompagner les problèmes d'une illustration n'a pas réellement d'impact sur la compréhension et sur la résolution des situations de proportionnalité. D'après le Guide Rose (MEN, 2016, p.71), ces illustrations représenteraient pour les élèves notamment les plus en difficulté, une « surcharge cognitive en multipliant les sources d'information » et donc complexifient.

À contrario, le code couleur a été pour beaucoup une aide assez conséquente et efficace. J'ai d'ailleurs retrouvé lors de l'évaluation sommative, des copies où les élèves avaient eux-mêmes créés un code couleur pour organiser leurs données et ne pas les mélanger, notamment lors des calculs.

Dans cette partie, nous avons donc vu à travers l'évaluation diagnostique, le niveau général des élèves en ce début de séquence. Puis, le ressenti et l'utilité de la différenciation par le support des énoncés, ses apports et ses limites par le biais des questionnaires et le Guide Rose.

À présent, je vais vous exposer les résultats de ma mise en œuvre de la différenciation par le temps des apprentissages.

Dans cette partie, nous allons voir le contexte et le déroulement de ma différenciation par le temps des apprentissages, c'est dans cette partie que nous allons comparer les résultats de l'évaluation diagnostique et de l'évaluation sommative afin d'observer la progression des élèves ainsi que l'efficacité de cette différenciation à travers les résultats du questionnaire donnés aux élèves.

### *III. Différencier par le temps des apprentissages (hypothèse 3).*

#### a) Contexte et déroulé

J'ai donc mis en place une séquence d'apprentissage de neuf séances avec une différenciation au niveau du temps des apprentissages qui concernait uniquement les élèves qui rencontraient des difficultés.

À la suite de l'évaluation diagnostique, j'ai établi une progression différente en fonction des acquis de chacun ainsi le groupe classe avait le même objectif mais avançait à des rythmes différents, le nombre de séances a donc varié en fonction des besoins. Deux séances de remédiation ont été prévues dans la séquence et réalisées pour les élèves en difficulté, ceux qui ne nécessitaient pas de séances supplémentaires ont eu un travail en autonomie, ainsi je pouvais me consacrer aux élèves en difficulté.

Ainsi, j'ai récolté des données lors de l'évaluation diagnostique et sommative, qui m'amène à réaliser une comparaison révélatrice de la progression des élèves, Puis en relation avec le questionnaire distribué aux élèves, nous allons pouvoir constater si les élèves ont avancé à leur rythme tout en ayant gardé l'objectif commun de la classe.

#### b) Analyse

La comparaison entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative m'a en effet révélée une évolution de leurs connaissances en proportionnalité et me permet donc de voir leur acquisition en termes de compétences et d'assimilation de la notion.

Mettons donc en parallèle ces deux évaluations représentées ci-après par deux graphiques. Nous pouvons constater une nette diminution du taux de « Non Acquis » passant de 44% à 28%, soit une diminution de 16% au profit donc des autres catégories d'acquisition qui elles se sont vues augmenter. En effet, le taux d'élèves « à revoir » est marqué par une augmentation de 6% par rapport à

l'évaluation diagnostique, celui « en cours d'acquisition » de 5% et enfin celui « acquis » de 5%.

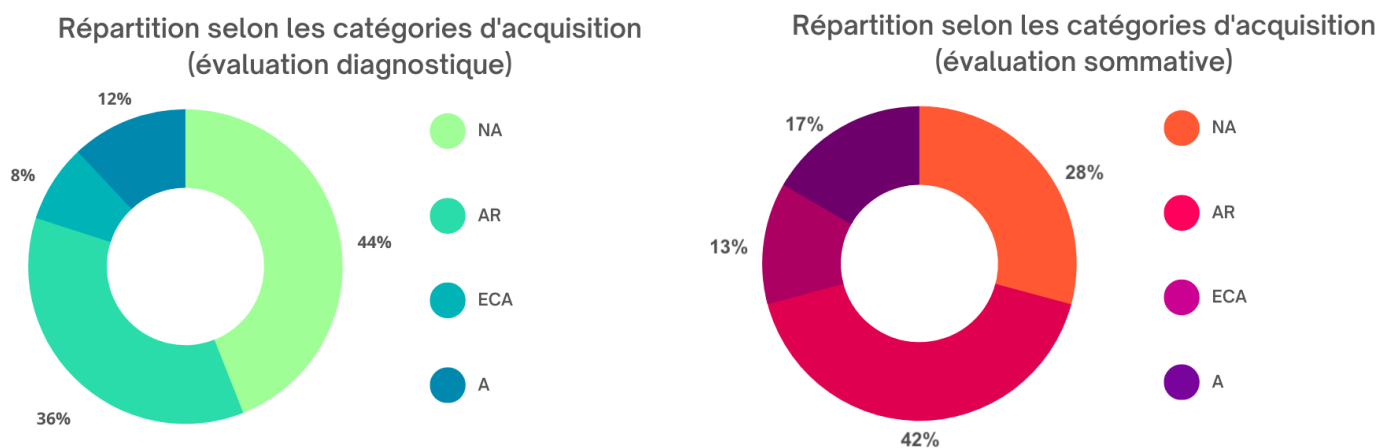
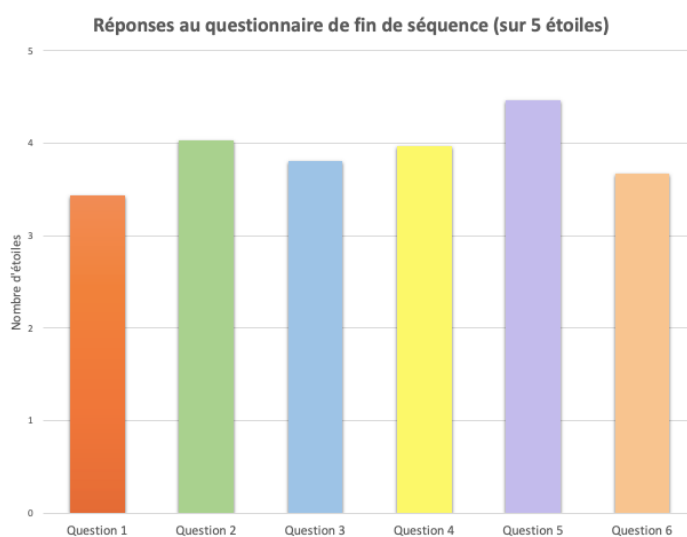


Figure 11 : Graphiques représentant la répartition selon les catégories d'acquisition lors de l'évaluation diagnostique (à gauche) et sommative (à droite).

Finalement, nous avons des élèves qui n'ont pas encore totalement acquis les compétences en proportionnalité mais qui ont progressé sur cette notion, et assimilés différentes procédures particulièrement les plus « faciles » (linéarités additive et multiplicative). En revanche, sept d'entre eux restent encore en grande difficulté lorsqu'ils sont face à une situation de proportionnalité. Mais cela reste une notion difficile à comprendre et à assimiler, qui se fait sur un temps long. Le travail se poursuivra donc avec le coefficient de proportionnalité et les pourcentages à la fin de la période 5.

En relation donc avec le questionnaire des élèves, j'ai recueilli leur ressenti par rapport à la séquence qui venait de se dérouler et constaté l'efficacité de cette différenciation.

Ce questionnaire présent en [annexe 5](#) est composé de six questions permettant de mettre en avant leur ressenti lors de cette séquence sur une échelle de 1 à 5 étoiles. Grâce au graphique, nous pouvons constater que c'est positif, les élèves se sont sentis pour la plupart capable de réaliser les problèmes (question 1) et que l'aide apportée leur a permis de progresser, comprendre et résoudre le problème et l'ont particulièrement appréciée (questions 2, 3, 4 et 5).



*Figure 12 : Graphique représentant les réponses au questionnaire de fin de séquence*

Dans cette partie, nous avons donc vu à travers la comparaison entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative, la progression des élèves en proportionnalité. Puis, le ressenti et l'utilité de la différenciation par le temps d'apprentissages, ses apports et ses limites par le biais des questionnaires.

Les séances de remédiations ont donc montré leurs effets par une petite progression des élèves en difficulté, mais restent néanmoins insuffisantes. La proportionnalité est une notion qui s'acquière sur un temps long et dont l'apprentissage doit être régulier et répétitif. Il faudra donc, pour la plupart des élèves réinvestir le travail commencé dans cette séquence.



## Conclusion

---

Pour conclure, ce mémoire avait pour objectif d'essayer d'apporter une réponse à la problématique suivante : **Comment adapter à chaque élève l'enseignement de la proportionnalité en gardant un objectif commun à la classe ?**

Pour se faire, les notions clés à savoir, différenciation pédagogique, hétérogénéité et proportionnalité ont été définies afin d'avoir un cadre théorique solide, permettant ainsi de comprendre le sujet dans sa globalité, l'objet enseigné et sa didactique étaient alors bien mieux maîtrisés.

À travers la mise en œuvre de cette séquence et les analyses réalisées, j'ai avancé dans la résolution de cette problématique. Cela m'a permis également de remettre en question ma pratique et de la faire évoluer. De plus, par le biais de différentes lectures et l'approfondissement des recherches j'ai pu mettre en place différentes formes de différenciation au sein d'une séquence et réaliser une progression adaptée prenant en compte la diversité de mes élèves, cela me permettant aussi de conscience que ceci passe par une connaissance au préalable de chaque élève, sur leurs difficultés, leurs acquis et leurs besoins.

J'ai donc pour assurer au mieux la réussite de mes élèves et dans un objectif commun réalisé une différenciation par les procédures (hypothèse 1), par le support des énoncés (hypothèse 2) et par le temps des apprentissages (hypothèse 3) dont l'efficacité n'est en rien généralisable, mais qui a pour certains, montré leur efficacité dans cette classe de CM2. Les élèves ont progressé et cela a permis également d'évoluer dans un climat de classe serein, les élèves avaient bien plus confiance en eux puisqu'ils pouvaient avancer à leur rythme.

Pour finir, ce mémoire m'aura donc permis d'appréhender une notion mathématique qui est une des plus difficile à enseigner, de développer des connaissances tant disciplinaires que didactiques. J'ai ainsi pris conscience que le métier de professeur, est un métier en constante évolution et où chaque année nous devons réadapter notre enseignement aux élèves que nous avons devant nous.

## Bibliographie

---

- BUTLEN D. & PÉZARD M. (1991). *Situations d'aide aux élèves en difficulté et gestion de classe associée*. Grand N n°50, p.29-58.
- BLANCHARD C. (2017), *La coopération, c'est politique !* Cahiers pédagogiques, URL : <https://www.cahiers-pedagogiques.com/la-cooperation-c-est-politique/>
- CFORP (2004), *Vers l'école de la réussite : une démarche continue pour assurer la réussite scolaire de tous les élèves*, Bibliothèque nationale du Canada, p.16, URL : <https://mrichard.telug.ca/telugDownload.php?file=2015/01/PED313-2.pdf>
- CHARNAY R., DOUAIRE J., GUILLAUME J.-C. & VALENTIN D. (1995). *Chacun, tous... différemment. Différenciation en mathématiques au cycle des apprentissages*. INRP, Rencontres Pédagogiques n°34, p.7-28.
- EDUSCOL (2015), *Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture*, URL, <https://www.education.gouv.fr/le-socle-commun-de-connaissances-de-competences-et-de-culture-12512>
- ÉDUSCOL (2016), *Ressources transversales : La différenciation pédagogique*, Mathématiques cycle 4, URL : <https://eduscol.education.fr/74/j-enseigne>
- ÉDUSCOL (2016), *Résoudre des problèmes de proportionnalité au cycle 3*, p.1-2.
- ÉDUSCOL (d'après le BOEN n°31 du 30 juillet 2020), *Programme du cycle 3, Volet 3, Mathématiques*, p.89-96 URL : [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/A-Scolarité\\_obligatoire/37/5/Programme2020\\_cycle\\_3\\_comparatif\\_1313375.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/A-Scolarité_obligatoire/37/5/Programme2020_cycle_3_comparatif_1313375.pdf)
- ÉDUSCOL (d'après le BOEN n°31 du 30 juillet 2020), *Programme du cycle 2*, p.58.
- MEN (2016), *La résolution de problèmes mathématiques en cours moyen* in *Les guides fondamentaux pour enseigner*, p.18 et p.70-71.
- ONTARIO (2007), *À l'écoute de chaque élève : grâce à la différenciation pédagogique*,

Association des enseignantes et des enseignants franco-ontariens, p.7-18 URL :  
[http://www.edu.gov.on.ca/fre/teachers/studentsuccess/a\\_ecoutepartiel.pdf](http://www.edu.gov.on.ca/fre/teachers/studentsuccess/a_ecoutepartiel.pdf)

- PFAFF N. (2003). *Différencier par les procédures : un exemple pour la proportionnalité au cycle 3*. Grand N n°71, 49-59.
- REUTER Yves, COHEN-AZRIA Cora, DAUNAY Bertrand *et al.*, (2013) « Dévolution », dans : *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*, sous la direction de REUTER Yves, COHEN-AZRIA Cora, DAUNAY Bertrand *et al.* Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, « Hors collection », p. 61-64. URL : <https://www-cairn-info.ressources-electroniques.univ-lille.fr/--9782804169107-page-61.htm>
- ROBBES B. (2009), *La pédagogie différenciée : historique, problématique, cadre conceptuel et méthodologie de mise en œuvre*, Conférence de janvier 2009, p.2-5.
- SIMARD A. (2012), *Fondements Mathématiques de la proportionnalité dans la perspective d'un usage didactique*, Petit x, p.51-62.

## Annexes

### Annexe 1 : Fiche - Séquence sur la proportionnalité – CM2 – Honorine Salé.

<b>TITRE DE LA SÉQUENCE :</b> Résolution de problèmes relevant de la proportionnalité		Niveau de classe : CM2		
<b>COMPÉTENCE (BO 2021) :</b> reconnaître et résoudre des problèmes relevant de la proportionnalité en utilisant une procédure adaptée : propriétés de linéarité (additive et multiplicative), passage à l'unité.		Domaine : mathématiques		
<p><b>PROGRESSION DE LA SÉQUENCE :</b>  <i>Nombre de séances : 9.</i></p> <p>Séance 1 : Évaluation diagnostique.</p> <p>Séance 2 : Recherche.</p> <p>Séance 3 : Entraînement et consolidation de la procédure.</p> <p>Séance 4 : À partir d'une procédure, retrouver les autres méthodes</p> <p>Séance 5 : Entraînement et consolidation.</p> <p>Séance 6 : Institutionnalisation : les trois méthodes de résolution de problème de proportionnalité rencontrées et réalisation affiches.</p> <p>Séance 7 : Remédiation et consolidation (différenciation)</p> <p>Séance 8 : Remédiation et consolidation (différenciation)</p> <p>Séance 9 : Évaluation sommative.</p>				
<b>PLAN DE SÉQUENCE DÉTAILLÉ :</b>				
N° Séance	Phase d'apprentissage	Objectif	Activité proposée	Modalité d'apprentissage
1	Évaluation diagnostique	Voir les différentes procédures des élèves ; les difficultés ; les acquis	Évaluation sur table, non notée	Individuel
2	Recherche	Résoudre des problèmes relevant de la proportionnalité en utilisant la procédure adaptée (linéarité additive)	Exercices de recherche qui mettent en avant la propriété de linéarité additive	Binôme

3	Entrainement	Résoudre une situation de proportionnalité Utiliser la propriété de linéarité additive	Exercices de proportionnalité mettant en avant la propriété de linéarité additive	Individuel
4	Recherche	Trouver l'autre procédure	Exercices mettant en jeu la linéarité multiplicative	Binôme
5	Entrainement	Utiliser la propriété de linéarité additive, multiplicative et introduire le passage à l'unité	Exercices mettant en jeu les 3 procédures	Individuel
6	Institutionnalisation	Réaliser des affiches Valider les nouveaux savoirs acquis Constituer une culture commune au sein de la classe (mémoire de classe)	Réaliser des affiches sur les différentes procédures en fonction des problèmes rencontrés (mémoire des problèmes)	Collectif
7	Remédiation	Revenir sur les difficultés Consolider les connaissances	Exercices qui mettent en jeu la/les procédure(s) non acquise(s) de l'élève	Groupe de besoin
8	Remédiation	Revenir sur les difficultés Consolider les connaissances	Exercices qui mettent en jeu la/les procédure(s) non acquise(s) de l'élève	Groupe de besoin
9	Évaluation sommative	Voir les progrès ; les difficultés ; les acquis	Évaluation sur table, notée	Individuel

## Annexe 2 : Grille d'entretien – Honorine Salé.

### Grille d'entretien avec élèves

Nom élève :

Date :

Séance n° :

Questions	Réponses	Observations
1. Est-ce que l'exercice t'a semblé difficile ?		

<p>2. Qu'est ce qui t'a posé problème / mis en difficulté ? (les mots difficiles ou vocabulaire, la situation de référence, la formulation de la question)</p>		
<p>3. Comment as-tu réalisé l'exercice ?</p>		
<p>4. Si changement de stratégie (brouillon visible), pourquoi as-tu changé de façon de faire ?</p>		
<p>5. Es-tu capable de me refaire l'exercice mais avec une autre procédure que l'on a vue ?</p>		

**Annexe 3 : Grille d'analyse « type » des procédures des élèves – Honorine Salé.**

*Grille d'analyse des procédures des élèves*

		Procédure utilisée			Type de différenciation
		Type de procédure	Résultat correct	Observations	
Élève 1	Problème 1				
	Problème 2				
	Problème 3				
	Problème 4				
Élève 2	Problème 1				

	<b>Problème 2</b>				
	<b>Problème 3</b>				
	<b>Problème 4</b>				
<b>Élève 3</b>	<b>Problème 1</b>				
	<b>Problème 2</b>				
	<b>Problème 3</b>				
	<b>Problème 4</b>				
<b>Élève 4</b>	<b>Problème 1</b>				
	<b>Problème 2</b>				
	<b>Problème 3</b>				
	<b>Problème 4</b>				

Légende :

**LA** = Linéarité additive

**LM** = Linéarité multiplicative

**PU** = Passage à l'unité

**LMX** = Linéarité mixte

**CC** = code couleur

**IL** = illustration

**PC** = procédures

**X** = aucune

**Annexe 4 : Questionnaire ressenti différenciation par les supports des énoncés –  
Honorine Salé.**

Questionnaire - différenciation par les supports des énoncés.

Nom :

Prénom :

Date :

1. As-tu remarqué que les exercices avaient des illustrations ?  oui  non

a. Si oui, qu'en as-tu pensé ?

C'est beau

Ça m'a aidé

Je les ai vus mais je ne les ai pas utilisés

2. As-tu utilisé l'illustration pour t'aider à comprendre le problème ?  oui  non

a. À le résoudre ?  oui  non

b. Si oui, comment ?

.....  
.....

3. As-tu remarqué que les exercices avaient des couleurs ?  oui  non

a. Si oui, qu'en as-tu pensé ?

C'est beau

Ça m'a aidé

Je les ai vus mais je ne les ai pas utilisés

4. As-tu utilisé les couleurs pour t'aider à comprendre le problème ?  oui  non

a. À le résoudre ?  oui  non

b. Si oui, comment ?

.....



**Annexe 5 : Questionnaire élève ressenti fin de séquence – Honorine Salé.**

*Questionnaire fin de séquence*

Nom élève :

Date :

Coloris le nombre d'étoiles en fonction de ton ressenti.

Exemple :

1<sup>ère</sup> question, 1 étoile = tu ne t'es pas senti capable de réaliser les problèmes, tu doutais de toi et de tes capacités // 5 étoiles = oui, je me sentais capable de réussir ou du moins d'essayer.

Non    Un peu    Oui

1. T'es-tu senti capable de réaliser les problèmes ?	☆ ☆ ☆ ☆ ☆
2. Est-ce que l'aide apportée t'a aidé à progresser ?	☆ ☆ ☆ ☆ ☆
3. Est-ce que l'aide apportée t'a aidé à comprendre le problème ?	☆ ☆ ☆ ☆ ☆
4. Est- ce que l'aide apportée t'a permis de résoudre le problème ?	☆ ☆ ☆ ☆ ☆
5. Est-ce que tu as apprécié cette aide ?	☆ ☆ ☆ ☆ ☆
6. Penses-tu savoir résoudre un problème de proportionnalité ?	☆ ☆ ☆ ☆ ☆

**Annexe 6 : Évaluation diagnostique, problèmes choisis et analysés.**

RECTO :


Nom : .....  
Prénom : .....  
Date : .....

Réviser les problèmes relevant de la proportionnalité dans chacun des trois domaines « nombres et calculs », « grandeurs et mesures » et « espace et géométrie ».  
Maîtriser pour les traiter des formes de raisonnement spécifiques et des procédures adaptées, comme les propriétés de linéarité (addition et multiplication).  
Maîtriser pour les traiter des formes de raisonnement spécifiques et des procédures adaptées : les propriétés de linéarité (addition et multiplication), le passage à l'inverse, le coefficient de proportionnalité.

Fiche  
ED1  
RÉSOLUTION  
DE PROBLÈMES

**RÉSOLUTION DE PROBLÈMES : PROPORTIONNALITÉ**

/ 20



○

**Exercice 1** | Parmi ces tableaux, lesquels sont des tableaux de proportionnalité ? /4

0	2	4	7	10
8	16	34	56	80

Vérification :  
 oui  
 non

20	150	240	500	1000
2	15	24	50	10

Vérification :  
 oui  
 non

7	11	16	20	50
49	77	112	140	350

Vérification :  
 oui  
 non

**Exercice 2** | Résous le problème suivant. /2

Adam et Solenn s'ennuient à l'arrière de la voiture de leurs parents. Pour s'occuper, en attendant à un feu rouge, ils comptent le nombre de fois où s'allume le clignotant de la voiture devant eux. Adam a compté qu'il s'allumait 35 fois en 25 secondes.  
Solenn a compté qu'il s'allumait 49 fois en 35 secondes.  
**Combien de fois va s'allumer ce clignotant en une minute ? Et en 10 secondes ?**

Note tes calculs ici :

VERSO :

**Exercice 3** : Résous le problème suivant.

/ 3

Arthur et Valentin sont partis au ski. Ils ont été étonnés du prix des remontées mécaniques. Ils nous disent que le prix des remontées mécaniques au ski est de 23 € par jour et par personne.

- c) Combien paieront les parents de Arthur et Valentin pour une personne pour quatre jours ?**  
**d) Combien paieront-ils pour toute la famille, c'est-à-dire quatre personnes pour une journée ?**

*Note tes calculs ici :*

**Exercice 4** : Résous le problème en t'aidant du tableau.

/ 2

En 5 jours, Mme. Salé parcourt 85 km sur le trajet de son travail.

**Quelle distance parcourt-elle en 7 jours ? En 12 jours ?**

Nombre de jours	5	7	12
Distance (en km)	85		

*Note tes calculs ici :*

**Exercice 5** : Résous le problème suivant.

/ 2

Plusieurs enfants jouent avec des Kapla, c'est un jeu de construction à base de planchettes en bois toutes identiques. Thomas a empilé 50 planchettes et a ainsi obtenu une tour de 39 cm de hauteur.

Lily a empilé 100 planchettes.

Léo a empilé 5 planchettes.

Inès a empilé 17 planchettes.

**Quelle est la hauteur des tours construites par chaque enfant ?**

*Note tes calculs ici :*

**Annexe 7 : Évaluation sommative, problèmes choisis et analysés.**  
RECTO :

Nom : .....  
Prénom : .....  
Date : .....

- Résoudre des problèmes relevant de la proportionnalité
- Mobiliser pour les traiter des formes de raisonnement spécifiques et des procédures adaptées, comme les propriétés de l'additivité (additive et multiplicative).
- Mobiliser pour les traiter des formes de raisonnement spécifiques et des procédures adaptées : les propriétés de l'associativité (additive et multiplicative), le passage à l'unité, le coefficient de proportionnalité.

Fiche E1

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

Évaluation

**RÉSOLUTION DE PROBLÈMES : PROPORTIONNALITÉ**

D	A+	A	PA	NA

**Exercice 1. Parmi ces problèmes, lesquels sont des problèmes de proportionnalité ?** /3

À 9 ans je mesure 1,45 m, combien vais-je mesurer à 18 ans ?  oui  non

Dans une tablette de chocolat il y a 24 carrés, combien il y aura de carrés dans 2 tablettes ?  
 oui  non

Un paquet de 1200 feuilles a une épaisseur de 135 mm. Un paquet de 500 de ces mêmes feuilles a une épaisseur de 54mm. Quelle serait l'épaisseur d'un paquet de 700 feuilles ?  
 oui  non

**Exercice 2 : Résous le problème suivant.** /2

Léo et Cécilia s'ennuient à la foire en attendant leur petite voisine qui fait un tour de manège. Pour s'occuper en attendant, ils comptent le nombre de fois où s'allume la lumière de la petite voiture sur laquelle leur voisine est installée.

Léo a compté qu'elle s'allumait 50 fois en 25 secondes.

Cécilia a compté qu'elle s'allumait 70 fois en 35 secondes.

**Combien de fois va s'allumer ce clignotant en une minute ? Et en 10 secondes ?**

Note tes calculs ici :

**Exercice 3 : Résous le problème suivant.** /4

Sofya et Maelyne sont partis au futuroscope. Elles nous disent que le prix d'une journée pour eux deux est de 120 euros.

VERSO :

- c) Combien Sofya va-t-elle payer pour elle seule mais pour quatre jours ?  
d) Combien vont-elles payées pour eux deux pour cinq journées ?

*Note tes calculs ici :*

**Exercice 4 : Résous le problème en t'aidant du tableau.**

/ 2

En 5 jours, Mme. Salé parcourt 25 km sur le trajet de son travail.

Quelle distance parcourt-elle en 7 jours ? En 12 jours ?

Nombre de jours	5	7	12
Distance (en km)	85		

*Note tes calculs ici :*

**Exercice 5 : Résous le problème suivant.**

/ 2

Pour réaliser des mini quiches pour 6 personnes, on a besoin de :

- 120 g de farine
- 150 g de jambon
- 3 œufs
- 60 cL de lait

⊕ Complète le tableau.

	Pour 6	Pour 18	Pour 2	Pour 8
Farine (en g)				
Jambon (en g)				
Lait (en cL)				
Nombre d'œufs				

*Note tes calculs ici :*

**Annexe 8 : Grille d'analyse des procédures des élèves complétée – Honorine Salé.**

*Grille d'analyse des procédures des élèves complétée*

		Procédure utilisée			Type de différenciation
		Type de procédure	Résultat correct	Observations	
Élève 1	Problème 1	LA	Oui	Erreur de calcul (placement des unités)	IL
	Problème 2	LM	Oui		CC
	Problème 3	LM	Oui		CC
	Problème 4	PU	Oui	Besoin d'étayage, difficulté à aller vers le passage à l'unité	CC + PC
	Problème 5	X	Non		IL + PC
Élève 2	Problème 1	LMX	Non	A tenté de se rapprocher du résultat. Tâtonnement.	IL
	Problème 2	LM	Oui		
	Problème 3	LM	Oui		
	Problème 4	PU	Oui	Besoin d'étayage, difficulté à aller vers le passage à l'unité	PC
	Problème 5	LM	Non (sauf la deuxième colonne)	Erreurs de calcul	PC
Élève 3	Problème 1	LA	Oui		
	Problème 2	LM	Oui		
	Problème 3	LM	Oui		
	Problème 4	PU	Oui	A d'abord cherché pour 6cm puis a ajouté l'unité (1cm)	PC
	Problème 5	LMX	Oui		PC

Légende :

**LA** = Linéarité additive

**LM** = Linéarité multiplicative

**PU** = Passage à l'unité

**LMX** = Linéarité mixte

**CC** = code couleur

**IL** = illustration

**PC** = procédures

**X** = aucune

## Annexe 9 : Retranscription d'un entretien avec l'élève 2 sur le problème 2 – 23 mars 2023

- **Enseignant** : Comment as-tu réalisé l'exercice ?
- **Élève** : On cherche combien il nous faut d'œufs pour faire 45 personnes, j'ai cherché dans la table de 5 qu'est ce qui faisait 45. Et euh.... pour moi  $9 \times 5$  ça fait 45.  
Et du coup j'ai multiplié par 5 le nombre d'œufs des 9 personnes et donc faire  $6 \times 5$  est égal à 30. Donc la phrase réponse c'est : je dois prévoir 30 œufs.
- **Enseignant** : Oui mais là, tu m'as multiplié des œufs avec des personnes ? Est-ce que c'est possible ?
- **Élève** : Non
- **Enseignant** : Pourquoi as-tu fait cela alors ?
- **Élève** : Pour le problème 1, je voulais faire comme on a 6 œufs pour faire de la mousse au chocolat pour 9 personnes, on sait combien il faut d'œufs... J'ai multiplié 6 par 9 au début mais j'ai pas compris mon résultat, il me servait à rien.

## Table des photos

Photo 1 : Production de l'élève 3 .....	40
Photo 2 : Production de l'élève 2 .....	40
Photo 3 : Calcul erronée élève 1 .....	41
Photo 4 : Exemple de production d'élève (élève 3).....	41
Photo 5 : Exemple de production d'élève (élève 3).....	42
Photo 6 : Production de l'élève 3 .....	43

Direction

365 bis rue Jules Guesde – BP 50458 – 59658 Villeneuve d'Ascq cedex  
inspe-lille-hdf.fr / 03 20 79 86 00

70

Photo 7 : Production de l'élève 3 .....	44
Photo 8 : Production de l'élève 2 .....	45

## Table des figures

Figure 1 : Différenciation par les procédures.....	10
Figure 2 : Récapitulatif des divers leviers de différenciation en mathématiques, ici appliqués en proportionnalité. ....	11
Figure 3 : Progression des procédures utilisées du CE2 au CM2 d'après MEN, 2022. ....	16
Figure 4 : Graphiques montrant la disponibilité croissante des procédures acquises par les élèves entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative. ....	46
Figure 5 : Graphique représentant la répartition selon les catégories d'acquisition lors de l'évaluation diagnostique. ....	48
Figure 6 : Illustration de type "aidante". ....	49
Figure 7 : code couleur sur un énoncé. ....	49
Figure 8 : Graphique représentant les proportions des 17 élèves à répondre « oui » aux questions 1, 2, 3 et 4 du questionnaire. ....	50
Figure 9 : Graphiques représentant le ressenti des élèves face à cette différenciation .....	51
Figure 10 : Graphique représentant l'utilité de la différenciation par le code couleur.....	52
Figure 11 : Graphiques représentant la répartition selon les catégories d'acquisition lors de l'évaluation diagnostique (à gauche) et sommative (à droite).....	54
Figure 12 : Graphique représentant les réponses au questionnaire de fin de séquence .....	55



## **Résumé :**

Dans un contexte où l'hétérogénéité au sein des classes est une réalité, l'enseignant se doit de prendre connaissance des difficultés de chacun et mettre en place divers moyens pour ne laisser aucun élève en situation d'échec et ceci passe par une adaptation de son enseignement. La différenciation pédagogique offre alors aux élèves l'occasion d'avancer et de progresser à leur rythme, avec comme mission pour l'enseignant de garder un objectif commun à la classe. Dans ce mémoire, la problématique donc est la suivante : **Comment adapter à chaque élève l'enseignement de la proportionnalité en gardant un objectif commun à la classe ?**

Ma recherche a pour objectif d'étudier comment un enseignant dans une classe de CM2 peut adapter son enseignement tout en gardant un objectif commun en différenciant par les procédures, par les supports des énoncés ou par le temps des apprentissages en fonction des besoins des élèves.

**Mots clés :** différenciation pédagogique, hétérogénéité, proportionnalité, procédures de résolution, cycle III.

## **Abstract:**

In a context where heterogeneity within classes is a reality, the teacher must be aware of the difficulties of each student and put in place various means to ensure that no student is left in a situation of failure. Pedagogical differentiation then offers students the opportunity to advance and progress at their own pace, with the teacher's mission being to maintain a common goal for the class. In this dissertation, the problematic is therefore the following: How to adapt the teaching of proportionality to each student while keeping a common objective for the class? My research aims to study how a teacher in a class of CM2 can adapt his teaching while keeping a common objective by differentiating by the procedures, by the supports of the statements or by the time of learning according to the needs of the pupils.

Key words: pedagogical differentiation, heterogeneity, proportionality, resolution procedures, cycle III.