

Dans quelle mesure la personnalisation des énoncés des problèmes lors d'échanges entre élèves va-t-elle permettre d'augmenter le nombre de réponses réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques ?

Auteur : Dourte, Mathilde

Promoteur(s) : Fagnant, Annick

Faculté : Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

Diplôme : Master en sciences de l'éducation, à finalité spécialisée en enseignement

Année académique : 2018-2019

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/6586>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Dans quelle mesure la personnalisation des énoncés
des problèmes lors d'échanges entre élèves va-t-elle
permettre d'augmenter le nombre de réponses
réalistes lors de la résolution de problèmes
problématiques ?

Sous la direction de Mme A. Fagnant

Lectrices : A. Baye
A. Auquière

Mémoire présenté par Dourte Mathilde (s122558)
en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences de l'Éducation

Année académique 2018 – 2019

Dans quelle mesure la personnalisation des énoncés
des problèmes lors d'échanges entre élèves va-t-elle
permettre d'augmenter le nombre de réponses
réalistes lors de la résolution de problèmes
problématiques ?

Sous la direction de Mme A. Fagnant

Lectrices : A. Baye
A. Auquière

Mémoire présenté par Dourte Mathilde (s122558)
en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences de l'Éducation

Année académique 2018 – 2019

Remerciements

J'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont aidée dans la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, je tiens à remercier ma promotrice, Madame Fagnant, pour sa disponibilité, ses conseils et son aide tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Mes vifs remerciements vont aux enseignants et aux élèves qui ont accepté de participer à cette recherche.

Je remercie également Madame Baye et Madame Auquière pour leur lecture attentive.

Enfin, j'adresse ma gratitude la plus sincère à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire. Je souhaite particulièrement remercier mon père, Jean-Pol Dourte, pour son aide précieuse à la relecture et à la correction de mon mémoire.

Table des matières

| | |
|---|----------|
| 1. Introduction..... | 3 |
| 2. Partie théorique | 5 |
| I. Qu'est-ce que la résolution de problèmes ? | 6 |
| • Qu'est-ce qu'un problème ? | 6 |
| • Quelle est la démarche de résolution de problèmes ? | 7 |
| • Qu'est-ce qu'un problème problématique ? | 8 |
| II. Que disent les recherches scientifiques à propos de la résolution de problèmes problématiques par les élèves ? | 9 |
| • La mise entre parenthèses du sens..... | 9 |
| • Les démarches superficielles | 11 |
| • Pourquoi les élèves négligent-ils leurs connaissances du monde réel ? | 12 |
| • Comment expliquer les croyances erronées des élèves concernant la résolution de problèmes ? | 15 |
| III. Quelles sont les dispositifs déjà expérimentés afin d'augmenter le réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques ? | 20 |
| • Utilisation d'avertissements | 20 |
| • Utilisation d'illustrations | 22 |
| • Modification de la culture de classe, de l'environnement d'apprentissage des mathématiques. | 25 |
| • Situation proche du monde réel..... | 28 |
| • Adaptation de l'énoncé du problème afin de le rendre plus authentique | 32 |
| • Reformulation des problèmes par les élèves et interactions entre élèves | 35 |
| IV. Focus sur les reformulations et personnalisations des énoncés des problèmes et sur les interactions entre élèves | 36 |
| • Etude de Mellone et al. (2017) : l'effet de la reformulation et des interactions en dyades sur le raisonnement réaliste lors de la résolution de problèmes | 36 |
| • Les reformulations et personnalisations des problèmes standards..... | 38 |
| • Mise en relation des études sur les reformulations et personnalisations..... | 42 |
| • Communication entre élèves | 43 |
| V. Que conclure ? | 44 |

| | |
|--|------------|
| 3. Partie pratique | 46 |
| I. Question de recherche..... | 46 |
| II. Hypothèses de recherche | 46 |
| III. Méthodologie..... | 49 |
| • Echantillon | 49 |
| • Design en deux parties | 49 |
| • Répartition des élèves dans les quatre conditions | 51 |
| • Matériel : questionnaires utilisés | 52 |
| • Données recueillies et traitements envisagés | 54 |
| IV. Présentation des résultats..... | 58 |
| • Analyse de l'échantillon | 58 |
| • Présence de réalisme dans les réponses des élèves lors de la partie 1 | 58 |
| • Effet des conditions sur le pourcentage de réponses réalistes en partie 1 | 62 |
| • Analyse des personnalisations rédigées par les élèves | 67 |
| • Effet des personnalisations sur le réalisme dans les réponses données en partie 1 (codage 1/0/9) | 74 |
| • Présence de réalisme dans les réponses des élèves lors de la partie 2 | 76 |
| • Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 | 77 |
| V. Interprétation et discussion des résultats | 81 |
| • Le réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques (RI et RD) | 81 |
| • Les personnalisations réalisées par les élèves : effet sur le réalisme en partie 1 et caractérisation..... | 83 |
| • Catégorisation des réponses réalistes et non réalistes, en fonction de notre codage en sous-catégories | 89 |
| • Le réalisme présent dans les réponses des élèves lors de la seconde partie..... | 90 |
| 4. Limites | 92 |
| 5. Conclusion et perspectives | 93 |
| 6. Bibliographie..... | 95 |
| 7. Table des illustrations..... | 99 |
| 8. Annexes | 102 |

1. Introduction

Selon les Socles de compétences (1999, p. 7), définissant les compétences de base pour tous les réseaux de la FWB, « c'est par la résolution de problèmes que l'élève développe des aptitudes mathématiques, acquiert des connaissances profondes et se forge une personnalité confiante et active ». La résolution de problèmes est une pierre angulaire de notre système éducatif, elle est à la base de l'enseignement des mathématiques.

Dans le cadre de ce mémoire, la thématique abordée est celle de la résolution de problèmes problématiques. Ces problèmes sont dits problématiques car ils sont inhabituels et demandent aux élèves de faire preuve d'un raisonnement réaliste afin de les résoudre. Il ne suffit pas de réaliser des opérations mathématiques avec les nombres présents mais bien d'utiliser ses connaissances du monde réel (Verschaffel & De Corte, 2008). Les problèmes problématiques sont à opposer aux problèmes standards. Effectivement, ces derniers peuvent être résolus « d'une manière indiscutable en appliquant des opérations arithmétiques avec les nombres fournis. » (Verschaffel & De Corte, 2008, p. 157).

En guise d'exemple d'un problème problématique, nous pouvons citer le problème du bus, régulièrement évoqué et issu de la première recherche de Verschaffel, De Corte et Lasure datant de 1994, « *450 soldats doivent être transportés à leur camp d'entraînement. Chaque bus de l'armée peut accueillir 36 soldats. Combien de bus sont nécessaires ?* » Pour résoudre ce problème, il faut prendre en considération ses connaissances du monde réel. Il ne faut pas s'arrêter à la réponse « 12,5 bus » (résultant de la division de 450 par 36) mais bien aller un pas plus loin en imaginant la situation réelle et ainsi se rendre compte qu'un bus ne peut pas être coupé en deux. Par conséquent, la réponse réaliste à ce problème sera « 13 bus » et non un nombre décimal ou encore « 12 bus », solution laissant 18 soldats sans moyen de transport.

La plupart du temps, les élèves résolvent les problèmes problématiques sans tenir compte du monde réel et mettent le réalisme de côté. Dans l'étude initiale de Verschaffel et al. (1994), seulement 17 % des élèves de cinquième et sixième primaire ont fait preuve de réalisme. Ainsi, les élèves mettent le sens entre parenthèses lorsqu'ils résolvent ce type de problème. En effet, « on observe une forte tendance de la part des étudiants à négliger toute prise en considération de la réalité » (Van Dooren, Verschaffel, Greer, De Bock, & Crahay, 2010, p. 173).

Différents dispositifs ont été mis en place afin d'aider les élèves à faire preuve de plus de réalisme dans leurs démarches de résolution de problèmes problématiques. Néanmoins, comme nous le

verrons par la suite, les études portant sur l'utilisation d'illustrations ou d'avertissements n'ont pas été concluantes. D'autres études ont des résultats plus prometteurs : celles portant sur la modification de l'environnement d'enseignement/apprentissage des mathématiques, sur l'adaptation des énoncés des problèmes pour les rendre plus authentiques ou encore en proposant les problèmes dans un contexte plus proche de la vie réelle.

À l'instar des dispositifs cités ci-dessus, notre recherche a pour objectif de trouver un moyen d'aider les élèves à faire preuve de réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques, c'est-à-dire à prendre en compte les éléments réels de la situation. Pour cela, nous nous basons principalement sur l'étude de Mellone, Verschaffel et Van Dooren datant de 2017. Ces chercheurs ont testé l'effet des reformulations des énoncés des problèmes problématiques lors d'interactions entre élèves. Il en ressort des résultats mitigés en fonction des problèmes. Ce qui nous a donné envie d'aller plus loin.

En effet, au lieu de faire « simplement » reformuler les énoncés par les élèves, notre dispositif est basé sur la personnalisation, c'est-à-dire la réécriture du problème en le reformulant, en modifiant/ajoutant des éléments personnels afin de rendre la situation du problème proche de sa vie quotidienne. Plusieurs études ayant porté sur la personnalisation des problèmes ont mis en avant qu'il était intéressant d'ajouter des informations en lien avec la situation afin de permettre aux élèves de mieux résoudre les problèmes. Néanmoins, ces résultats ont été obtenus pour des personnalisations de problèmes standards réalisées par les chercheurs (Davis-Dorsey, Ross, & Morrisson, 1991). Dans le cadre de notre recherche, ce sont les élèves, seuls ou en dyades, qui vont devoir personnaliser des problèmes problématiques. Notre objectif est ainsi de permettre aux élèves de se représenter mentalement la situation réelle du problème et, par conséquent, de le résoudre avec réalisme.

Ces différents éléments nous amènent à nous pencher sur l'impact de la personnalisation réalisée en dyades sur le nombre de réponses réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques. Notre question de recherche est la suivante : « *Dans quelle mesure la personnalisation des énoncés des problèmes lors d'échanges entre élèves va-t-elle permettre d'augmenter le nombre de réponses réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques ?* ».

2. Partie théorique

Dans cette partie théorique, nous allons aborder différents éléments concernant les problèmes problématiques et passer en revue diverses études réalisées à ce sujet.

Tout d'abord, nous nous intéressons à ce qu'est la résolution de problèmes. Pour cela, nous tentons de répondre à trois questions : « Qu'est-ce qu'un problème ? », « Quelle est la démarche de résolution de problèmes ? » et « Qu'est-ce qu'un problème problématique ? ».

Nous profitons de la deuxième partie pour mettre en évidence ce que disent diverses recherches scientifiques concernant la résolution de problèmes problématiques par les élèves. Ainsi, nous abordons la tendance des élèves à mettre le sens entre parenthèses lors de la résolution de problèmes problématiques ainsi que leurs démarches superficielles. Après cela, nous tentons de mettre en évidence ce qui explique pourquoi les élèves ne prennent pas en compte leurs connaissances du monde réel. Le dernier point porte sur les raisons qui expliquent l'existence des croyances erronées des élèves à propos de la résolution de problèmes. Cela s'articule autour de deux axes : la nature des problèmes présentés aux élèves et les croyances, connaissances et approches des enseignants à propos de la modélisation mathématique.

Le troisième point a pour objectif de relever les techniques portant sur l'amélioration de la résolution de problèmes problématiques déjà expérimentées. Nous nous intéressons aux études tentant de favoriser l'utilisation des connaissances du monde réel dans la résolution de problèmes problématiques. Tout d'abord, nous abordons l'utilisation d'avertissements. Ensuite, celle d'illustrations. Après cela, les dispositifs visant la modification de la culture de classe sont examinés. Nous présentons également plusieurs études portant sur le fait de rendre la situation de résolution de problèmes plus proche du monde réel et d'autres sur l'adaptation des énoncés des problèmes afin de les rendre plus authentiques. Nous terminons ce point par une étude concernant les reformulations des énoncés des problèmes par les élèves.

Le quatrième point se centre sur l'étude de Mellone et al. de 2017, dans le prolongement de laquelle s'inscrit notre étude. Nous abordons cette étude en détail ainsi que d'autres portant sur la reformulation et la personnalisation des problèmes et sur la communication entre élèves.

Notre conclusion reprend les éléments présentés durant l'ensemble de la revue de littérature afin de mettre en évidence notre question de recherche.

I. Qu'est-ce que la résolution de problèmes ?

Avant toute chose, il nous paraît intéressant d'expliciter ce qu'est un problème de manière générale. Ensuite, nous allons définir ce qu'est la démarche de résolution de problèmes. Nous terminerons ce point en précisant ce que sont les problèmes problématiques.

- **Qu'est-ce qu'un problème ?**

Selon Houdement (2011, p. 67), « les problèmes sont à la fois la source et la finalité des connaissances mathématiques ». En effet, les deux finalités de la résolution de problèmes sont précisées par Fagnant et Vlassis (2010, p. 50) : « développer l'apprentissage des mathématiques par la résolution de problèmes et développer l'apprentissage de démarches et de processus de résolution de problèmes ». Les problèmes peuvent servir à « développer chez les élèves la capacité de savoir quand et comment appliquer les mathématiques de manière efficace dans de nombreuses situations problématiques rencontrées au quotidien. » (Verschaffel & De Corte, 2008, p. 154).

Les problèmes consistent à « problématiser une réalité, évoquée par l'énoncé, pour obtenir une réponse mettant en jeu des mathématiques » (Houdement, 2011, p. 68). De manière plus précise, Verschaffel et al. (2000, cités par Van Dooren et al., 2010, p. 172) avancent que les problèmes sont des « descriptions verbales de situations problématiques qui, présentées en contexte d'apprentissage scolaire, adressent une question aux élèves, question qui trouve sa réponse dans l'exécution d'une ou plusieurs opérations arithmétiques appliquées sur les données numériques mises à disposition des élèves par l'énoncé du problème. » Leur but est d'amener la réalité du monde à l'école, de « faire entrer la réalité dans les classes » afin de permettre aux élèves de gérer les situations de la vie quotidienne grâce à leurs compétences mathématiques (Van Dooren et al., 2010, p. 172).

Dans le cadre de la présente recherche, nous nous intéressons aux problèmes d'application et non aux situations-problèmes. Lors de la résolution de problèmes d'application, les élèves doivent mobiliser « des connaissances mathématiques acquises préalablement pour faire face aux situations qui leur sont proposées » (Fagnant, à paraître, p. 4). Le but est de permettre le réinvestissement des connaissances afin de leur donner du sens et d'étendre leurs contextes d'utilisation (Fagnant & Vlassis, 2010, p. 51). Les situations-problèmes, quant à elles, ont pour but « d'introduire de nouvelles connaissances » (Fagnant & Vlassis, 2010, p. 51). En outre, les situations-problèmes se déroulent en début d'apprentissage alors que les problèmes d'application apparaissent plus tard (Fagnant & Vlassis, 2010). Selon Verschaffel et De Corte (2008, p. 154), les problèmes d'application amènent les élèves à développer la « capacité de savoir quand et

comment appliquer les mathématiques de manière efficace dans de nombreuses situations problématiques rencontrées au quotidien et au travail. » En d'autres termes, les problèmes d'application ont pour objectif de préparer les élèves aux situations de la vie quotidienne nécessitant des compétences mathématiques (Van Dooren et al., 2010).

- **Quelle est la démarche de résolution de problèmes ?**

Afin de résoudre des problèmes, l'élève doit passer par différentes phases. L'ensemble de celles-ci forment la « modélisation mathématique », c'est-à-dire le processus complexe permettant la résolution de problèmes du monde réel grâce à l'application des mathématiques (Van Dooren et al., 2010, p. 168). Le cycle de la modélisation mathématique tel que mis en évidence par Verschaffel, Greer et De Corte en 2000, comprend 6 phases (Van Dooren et al., 2010). Celles-ci sont reprises sur la figure 1.

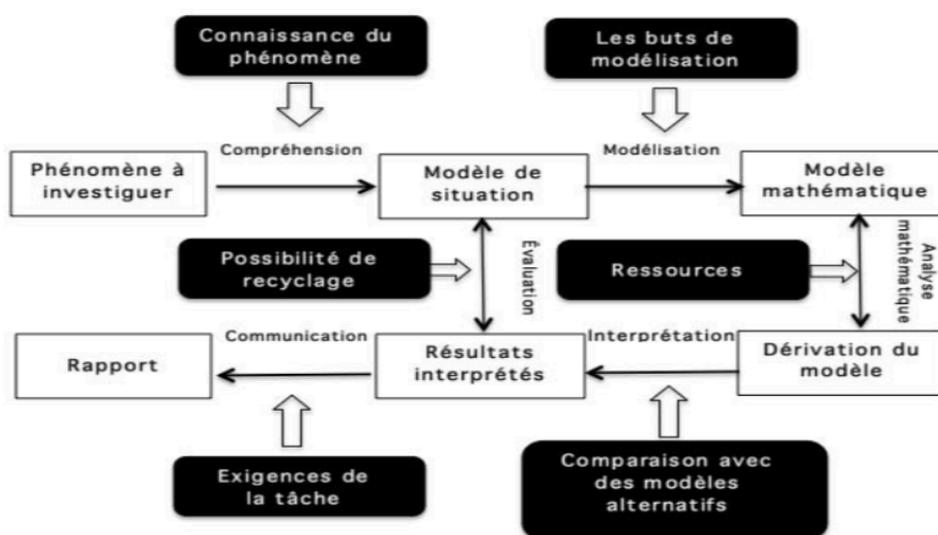


Figure 1 : Vision élaborée du processus de modélisation (Verschaffel et al., 2000, cités par De Corte, 2012, p. 8).

La première phase est celle de la compréhension du phénomène. Elle conduit à un modèle de situation du problème à résoudre, qui décrit les éléments et les relations de la situation (Van Dooren et al., 2010). L'élève se crée ainsi une représentation mentale du problème. La construction du modèle de situation peut-être « médiatisée par des représentations externes » mettant en évidence les variables importantes et les relations entre celles-ci (Fagnant, 2003, p. 31). Ensuite, la phase de modélisation consiste à construire et/ou utiliser un modèle mathématique de la situation. Dans la phase suivante, celle de l'analyse mathématique, le modèle mathématique permet d'exécuter des opérations mathématiques afin d'aboutir à des résultats (Van Dooren et al., 2010). Durant l'étape d'interprétation, les résultats sont interprétés pour arriver à une solution convenant à la situation réelle. Ensuite, l'étape de l'évaluation consiste à vérifier l'adéquation du résultat mathématique avec le modèle de situation créé au départ. La question « la solution obtenue a-t-elle du sens ? » est à se poser (Fagnant, à paraître, p. 2). Si la réponse est non, le cycle

peut redémarrer. Enfin, la dernière étape est celle de la communication du résultat (Van Dooren et al., 2010). Verschaffel et De Corte (2008) précisent que des retours en arrière sont possibles car le processus est circulaire.

La phase de compréhension est primordiale car elle aboutit au modèle de situation (Van Dooren et al., 2010). Lors de cette phase, l'élève doit mobiliser ses connaissances du monde réel pour comprendre au mieux la situation présentée. Selon Van Dooren et al. (2010, p. 176), « le souci de coller à la réalité doit être permanent. » En effet, si tel n'est pas le cas, l'élève va développer une démarche superficielle. Cela correspond à la mise en place de la modélisation mathématique de manière incorrecte, en négligeant certaines étapes (Van Dooren et al., 2010). Ce point sera explicité plus en détail par la suite.

En ce qui concerne l'étape d'évaluation, celle-ci peut-être mise en parallèle avec « le contrôle » cité par Houdement (2014). Cette auteure indique que les élèves peuvent réaliser des contrôles de différentes natures : contrôle sémantique et contrôle pragmatique. Le premier consiste en « l'interprétation de la situation du problème » en lien avec la « représentation que l'élève se fait de la situation (Coquin-Viennot & Moreau, 2007 ; Vergnaud, 1997 ; cités par Houdement, 2014, p. 15). Le contrôle pragmatique consiste en la régulation du résultat par la connaissance de la réalité évoquée par le texte du problème (Houdement, 2014).

- **Qu'est-ce qu'un problème problématique ?**

En 1994, Verschaffel et al. distinguent deux types de problèmes : les problèmes standards et les problèmes problématiques (Dewolf, Van Dooren & Verschaffel, 2017). Les premiers, appelés « S-items », sont des problèmes classiques car, pour les résoudre, il suffit de réaliser une opération mathématique avec les nombres du problème (Dewolf et al., 2017). Par exemple : « *un homme coupe une corde à linge de 12 mètres en morceaux de 1,5 mètres chacun. Combien de morceaux obtiendra-t-il ?* » (Verschaffel & De Corte, 2008). La réponse « 8 morceaux » est trouvée par le calcul « $12 : 1,5 = 8$ ». Pour résoudre les seconds, appelés « P-items », il faut prendre en considération la situation du monde réel (Dewolf et al., 2017). Un exemple régulièrement cité et issu de la première recherche de Verschaffel et al. de 1994 est celui de la corde : « *Un homme veut une corde assez longue pour l'étendre entre deux piquets séparés de 12 mètres, mais il n'a que des morceaux de corde de 1,5 mètres de long. Combien de ces morceaux doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde qu'il puisse étendre entre les deux piquets ?* »

Afin de résoudre au mieux un problème problématique, il faut utiliser ses connaissances du monde réel pour réaliser un modèle de situation correct. Les problèmes problématiques peuvent

conduire à différentes réponses pouvant être réalistes (RR) ou non réalistes (NR) (Verschaffel et al., 1994). La différence réside dans l'utilisation des connaissances du monde réel et de considérations réalistes. Ainsi, les réponses non réalistes sont le simple résultat d'une opération mathématique faite avec les nombres en présence, sans commentaire à propos de la nature problématique du problème ni aucune considération de la vie réelle remettant en doute l'opération réalisée (Dewolf et al., 2017). À l'inverse, les réponses réalistes sont celles qui prennent en compte le monde réel. Cela peut être une réponse numérique, le fait d'indiquer que le problème est insoluble ou encore une réponse numérique incorrecte avec un commentaire réaliste (Dewolf et al., 2017).

Si l'on reprend le problème problématique de la corde, une solution non réaliste serait celle d'un élève qui se contenterait de réaliser l'opération « $12 : 1,5 = 8$ cordes », sans prendre en compte les nœuds à réaliser entre les cordes ou encore la longueur de corde nécessaire pour faire le tour des deux piquets. À l'inverse, un élève produisant une réponse réaliste pourrait réaliser cette même opération avec un commentaire réaliste faisant référence aux nœuds et/ou aux piquets. Il indiquerait donc qu'il faut plus de 8 cordes mais qu'il est impossible de donner une réponse exacte (Verschaffel et al., 1994). Pour le problème du « bus¹ », cité en introduction, la réponse réaliste est « 13 bus ». En effet, l'opération « $450 : 36 = 12,5$ » doit être analysée au regard de la situation réelle. Ainsi, la réponse « 12,5 bus » n'est pas correcte car un nombre décimal de bus est impossible, un bus ne peut pas être coupé en deux. La réponse réaliste est « 13 bus » car il faut prendre un bus supplémentaire (qui sera à moitié rempli) pour pouvoir transporter l'ensemble des soldats (Verschaffel et al., 1994).

II. Que disent les recherches scientifiques à propos de la résolution de problèmes problématiques par les élèves ?

De manière générale, il a été mis en évidence que les élèves résolvent les problèmes sans se baser sur leurs connaissances du monde réel (Verschaffel & De Corte, 2008). Dans cette partie, nous allons aborder plus précisément comment les élèves résolvent des problèmes problématiques. Ensuite, nous nous attarderons sur les raisons qui expliquent pourquoi les élèves fonctionnent de la sorte.

- **La mise entre parenthèses du sens**

La mise entre parenthèses du sens correspond à « la tendance des élèves à ignorer la réalité contextuelle et à exclure leurs connaissances du monde réel lorsqu'ils traitent des problèmes

¹ « 450 soldats doivent être transportés à leur camp d'entraînement. Chaque bus de l'armée peut accueillir 36 soldats. Combien de bus sont nécessaires ? » (Verschaffel et al., 1994).

verbaux » (De Corte, 2012, p. 1). En d'autres termes, les élèves ne font pas appel à leurs connaissances de la vie quotidienne lorsqu'ils ont à résoudre des problèmes problématiques et produisent alors des réponses non réalistes. Selon De Corte (2012, p. 2), cela fait déjà longtemps que « la pratique actuelle des problèmes verbaux dans l'enseignement ne stimule pas du tout chez les élèves une véritable inclination à la modélisation mathématique, c'est-à-dire à traiter les énoncés comme étant des descriptions de certaines situations du monde réel devant être modélisées mathématiquement. »

Initialement, deux études ont abordé la mise entre parenthèses du sens par les élèves lors de la résolution de problèmes. Une des premières études de ce champ de recherche a été réalisée par Verschaffel, De Corte et Lasure en 1994. Celle-ci avait pour but d'étudier l'approche des apprenants vis-à-vis de la résolution de problèmes. Cette équipe de recherche a confronté les élèves à des problèmes problématiques afin de voir si ceux-ci les résolvaient en tenant compte de leurs connaissances du monde réel et s'ils produisaient des réponses réalistes ou non (Verschaffel et al., 1994). Concrètement, ces chercheurs ont demandé à 75 élèves de fin de primaire de résoudre individuellement dix paires de problèmes : dix problèmes standards et dix problèmes problématiques parallèles (Verschaffel et al., 1994). Les problèmes étaient mélangés afin que l'item-S et l'item-P de chaque paire ne soient pas présentés immédiatement l'un à la suite de l'autre. Deux versions du test ont été créées avec un ordre différent des problèmes pour exclure les effets d'ordre. Les 75 élèves ont répondu à ce test durant un cours de mathématiques habituel.

Les réponses des élèves ont été codées en réponses réalistes et non réalistes, comme vu précédemment. Il ressort de cette étude que les élèves traitent de la même manière les items standards et les items problématiques. En effet, tant pour les problèmes standards que pour les problèmes problématiques, les élèves réalisent une opération mathématique sans tenir compte de la situation réelle du problème. Seulement, 17% des réponses produites étaient réalistes (127 réponses réalistes sur 750) (Verschaffel et al., 1994). La conclusion de cette étude est que la plupart des élèves négligent leurs connaissances de la vie de tous les jours lorsqu'ils sont confrontés à des problèmes problématiques, ce qui amène des raisonnements non réalistes (Verschaffel et al., 1994).

La seconde étude portant sur la présence de réalisme dans les réponses des élèves est celle de Greer datant de 1993. La méthodologie employée ainsi que les résultats obtenus sont les mêmes que ceux de Verschaffel et al. de 1994 (Mellone et al., 2017). Très peu de considérations réalistes ont pu être mises en évidence. Ces deux études ont été répliquées dans plusieurs pays et les résultats indiquent également que les élèves mettent le sens entre parenthèses lorsqu'ils résolvent

des problèmes problématiques. Selon Depaepe, De Corte et Verschaffel (2015), le pourcentage moyen de réponses réalistes aux items problématiques à travers les études varie de 12 % à 30 %. Pour exemple, lors de leur étude de 1997, Yoshida, Verschaffel et De Corte ont comparé les résultats des élèves flamands et des élèves japonais. Il en ressort que, comme les élèves flamands, les élèves japonais ont tendance à négliger le réalisme lors de la résolution de problèmes (Yoshida et al., 1997).

- **Les démarches superficielles**

Lorsqu'ils sont confrontés à des problèmes problématiques, les élèves mettent entre parenthèses le sens et utilisent des démarches de résolution superficielles. Ainsi, ils n'analysent pas en profondeur la situation présentée et ne la mettent pas en relation avec leurs connaissances de la vie réelle (Fagnant, 2008). En ce qui concerne la modélisation mathématique, la démarche superficielle correspond à la « mobilisation d'un modèle mathématique, correct par ailleurs, appliqué en vertu d'indices de surface [...] et la communication du résultat des calculs sans retour sur l'énoncé ou la situation-problème afin de vérifier si la réponse proposée a du sens par rapport à la question posée ou si elle est réaliste » (Van Dooren et al., 2010, p. 174).

Nous pouvons faire le lien avec le schéma de la modélisation mathématique présenté précédemment. Lorsque les élèves utilisent une démarche superficielle, ils ne passent pas par toutes les étapes de la modélisation mathématique. Cela peut se voir sur la figure 2.

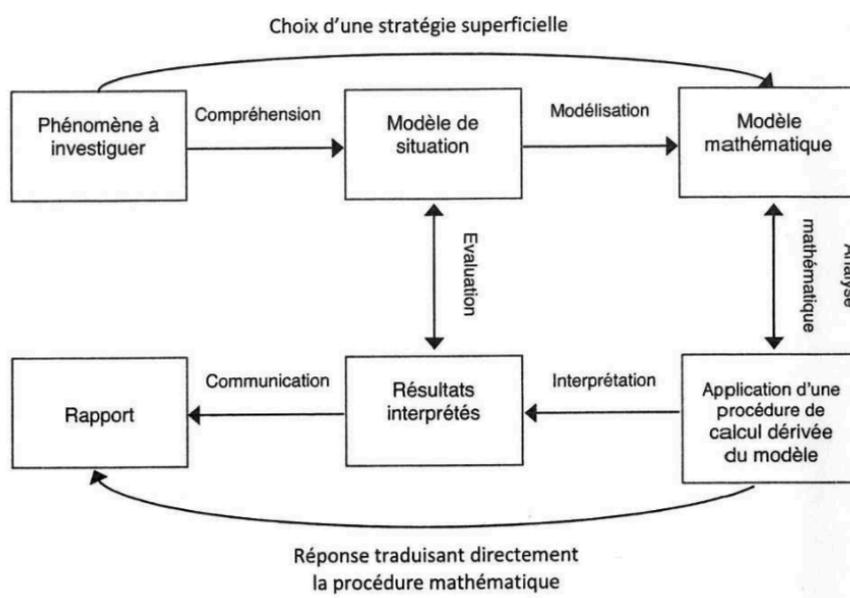


Figure 2 : Démarche superficielle en matière de modélisation mathématique (Verschaffel et al, 2000, p. 13, cités par Van Dooren et al., 2010, p. 175).

L'étape de construction d'un modèle de situation n'est pas toujours réalisée (De Corte, 2012). En effet, vu que les élèves ne comprennent pas réellement la situation, ils ne réalisent pas de modèle de situation. En se basant sur des « indices de surface », ils élaborent un modèle mathématique sans utiliser leurs connaissances du monde réel (Van Dooren et al., 2010, p. 174). Ils se contentent de réaliser une opération mathématique. Selon Wyndhamn et Säljö (1997), lorsque les élèves sont habitués à résoudre des problèmes stéréotypés, il devient plus facile pour eux de

résoudre le problème que de comprendre la solution et la raison pour laquelle elle s'adapte au problème.

De plus, les phases d'interprétation et d'évaluation des résultats sont ignorées. En effet, les élèves ne vérifient pas si leur réponse correspond au problème posé (en lien avec le modèle de situation) et si elle est en accord avec le réalisme de la situation (Van Dooren et al., 2010). Selon Houdement (2014), certains élèves oublient le contexte dès le calcul terminé. Par conséquent, ils ne réalisent pas de contrôle en lien avec la situation du problème. Les élèves restent dans les nombres, ne les qualifient pas, ne les conceptualisent pas (Houdement, 2014).

Le seul fait de passer une des étapes de la démarche de modélisation mathématique peut impliquer une démarche superficielle. Ainsi, il ne faut pas nécessairement combiner le passage de plusieurs étapes pour réaliser une démarche superficielle (Van Dooren et al., 2010).

Il nous semble intéressant de donner des exemples concrets de la démarche superficielle en lien avec la résolution de problèmes problématiques. Tout d'abord, les élèves n'utilisent pas leurs connaissances du monde réel pour analyser la situation du problème et ne construisent pas de modèle de situation. Ils passent directement à l'opération mathématique qu'ils auraient utilisée face à un problème standard de même structure et résolvent le problème de manière non réaliste. Si l'on prend le problème de « la corde² », la création d'une représentation mentale du problème est importante : imaginer les deux poteaux et les petits morceaux de 1,5 m à attacher ensemble pour créer une grande corde. Cela permet aux élèves d'utiliser leur connaissance du monde réel qui porte sur le fait que la longueur de deux morceaux de corde noués ensemble n'est pas égal à la somme de leurs longueurs (Verschaffel et al., 1994). Pour les phases d'interprétation et d'évaluation, il est primordial que les élèves vérifient leur réponse afin de voir si elle est réaliste, si elle est en accord avec la situation réelle du problème. Lors d'un raisonnement non réaliste, cette étape est également passée et la réponse communiquée est alors non réaliste.

- **Pourquoi les élèves négligent-ils leurs connaissances du monde réel ?**

Tout d'abord, il est important de signaler que les réponses non réalistes des élèves ne sont pas dues à un quelconque déficit cognitif (Schoenfeld, 1991, cité par Depaepe et al., 2015). La cause se situe au niveau des croyances qu'ont les élèves à propos des mathématiques et des problèmes. En effet, selon Verschaffel et al. (2000, cités par Depaepe et al, 2015), cette attitude non réaliste des élèves est due à leurs croyances sur les problèmes qu'ils intègrent implicitement,

² « Un homme veut une corde assez longue pour l'étendre entre deux piquets séparés de 12 mètres, mais il n'a que des morceaux de corde de 1,5 mètres de long. Combien de ces morceaux doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde qu'il puisse étendre entre les deux piquets ? »

progressivement et tacitement en raison des « règles du jeu » de la résolution de problèmes. C'est le fait de se retrouver dans la culture scolaire des mathématiques qui induit le développement d'hypothèses erronées chez l'élève (Van Dooren et al., 2010).

Verschaffel et al. (2000, cités par Fagnant, 2008, pp. 65-66) utilisent, dans le cadre de la résolution de problèmes, l'expression « word problem schemata » pour décrire les « connaissances et les croyances à propos de différents aspects de la résolution de problèmes tels que le but et le rôle des problèmes, la structure typique des problèmes et un certain nombre de règles implicites, de présupposés et d'accords inhérents au 'jeu' de la résolution de problèmes. » Cette théorie peut être mise en lien avec d'autres plus générales, comme celle du « contrat didactique » de Brousseau (1997, cité par Greer, Verschaffel & De Corte, 2003). Il s'agit de « l'ensemble des comportements de l'enseignant attendus par l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève attendus par l'enseignant » (Brousseau, 1997, cité par Lemonidis, Panagiotopoulos & Nikolantonakis, 2009, p. 198). Il représente les droits et les devoirs implicites des élèves et de l'enseignant à propos de ce qu'il se passe en classe, il régit les comportements de chacun. Cela peut également être mis en lien avec « les normes socio-mathématiques » (Yackel & Cobb, cités par De Corte, 2012, p. 5).

Lorsqu'il y a une rupture de ces contrats cachés, les élèves produisent des réponses indépendamment de leurs connaissances du monde réel (Fagnant, 2003). Selon Wyndhamn et Säljö (1997), une approche stéréotypée de résolution de problèmes est axée sur la syntaxe des mathématiques plutôt que sur les significations des éléments décrits. Cela signifie que, lorsque les élèves sont amenés à résoudre des problèmes problématiques, ils suivent des règles et utilisent des symboles mathématiques sans analyser s'ils peuvent être utilisés dans le contexte réel du problème. En d'autres termes, les élèves résolvent correctement les problèmes standards et échouent lors de la résolution des problèmes problématiques, nécessitant une réflexion portant sur la situation réelle du problème (Wyndhamn & Säljö, 1997). La raison de cette approche stéréotypée de résolution peut se situer au niveau du contrat de communication (Wyndhamn & Säljö, 1997). D'abord, l'enseignant présente ce qui doit être acquis et ensuite, les élèves réalisent les tâches de résolution de problèmes. Cette attitude stéréotypée, résultat d'un ensemble de pratiques pédagogiques, implique que la réponse correcte est plus importante que son argumentation. Par conséquent, les étudiants semblent tout à fait enclins à accepter des réponses déraisonnables ou absurdes aux problèmes (Wyndhamn & Säljö, 1997).

Selon Reusser & Stebler (1997a), les élèves développent différentes règles et hypothèses en raison de leur immersion dans la culture scolaire et la pratique des mathématiques à l'école. Ainsi, la résolution de problèmes est liée à son contexte de présentation et de fonctionnement, c'est-à-dire

aux croyances, valeurs, attentes, pratiques et stratégies qui régissent ce qui se passe en classe (Reusser, 1988 ; Staub & Reusser, 1995, cités par Reusser & Stebler, 1997a). Reusser & Stebler (1997a, pp. 324-325) citent différents exemples de croyances relevant du « contrat didactique » :

- « Supposer que chaque problème présenté par un enseignant ou un manuel a du sens.
- Ne pas remettre en question l'exactitude ou l'exhaustivité des problèmes.
- Supposer qu'il n'y a qu'une seule réponse "correcte" à chaque problème.
- Donner une réponse à tous les problèmes présentés.
- Utiliser tous les nombres qui font partie du problème afin de calculer la solution.
- Si une opération mathématique fonctionne sans reste, penser être sur la bonne voie.
- Si un problème est perçu comme indéterminé, équivoque ou insoluble, opter pour une interprétation logique compte tenu des informations contenues dans le texte du problème et de ses connaissances des opérations mathématiques.
- Si un problème est incompris, examiner les mots clés ou les problèmes précédemment résolus afin de déterminer une opération mathématique. »

Face aux problèmes souvent proposés aux élèves (standards et routiniers), ces différentes croyances n'empêchent pas de produire des réponses correctes. Néanmoins, face aux problèmes problématiques, celles-ci amènent les élèves à mettre en place une démarche superficielle. Par exemple, la croyance indiquant que chaque problème a toujours une solution pousse les élèves à toujours donner une réponse, même si certains problèmes problématiques sont insolubles ou ne permettent pas de donner une réponse précise. En guise d'exemple, nous pouvons citer le problème de « la corde », dont la réponse réaliste est une estimation (plus de 8 morceaux) étant donné qu'il est impossible de donner une réponse exacte. La croyance que nous citons peut donc empêcher les élèves de donner cette réponse réaliste. Un autre exemple est celui du problème de « l'école » : « *Le centre sportif est situé à 17 km de l'école et la gare est située à 8 km de l'école. À quelle distance le centre sportif et la gare sont-ils situés l'un de l'autre ?* ». La réponse réaliste est un intervalle (entre 9 et 25km) car les emplacements des différents bâtiments ne sont pas mentionnés. Ainsi, en se focalisant sur la croyance qu'un problème doit avoir une et une seule réponse déterminée, les élèves produisent des réponses non réalistes, en ne donnant qu'une des réponses possibles. Il est primordial que les élèves dépassent ces croyances et prennent en compte leurs connaissances du monde réel afin d'analyser la situation du problème.

- **Comment expliquer les croyances erronées des élèves concernant la résolution de problèmes ?**

Deux aspects sont mis en avant pour expliquer l'existence des croyances erronées des élèves concernant la résolution de problèmes. Le premier est la nature des problèmes auxquels ils sont habituellement confrontés et le second concerne la manière dont les enseignants conçoivent les problèmes et dont ils les abordent lors de leurs cours de mathématiques (Mason & Scrivani 2004 ; Verschaffel et al. 1999, cités par Depaepe et al., 2015).

1) La nature des problèmes présentés aux élèves

Selon Depaepe et al. (2015), le type de problèmes présentés aux élèves provoque des croyances erronées à propos de la résolution de problèmes. De manière générale, les problèmes présentés aux élèves sont stéréotypés et de nature irréaliste. Les problèmes stéréotypés sont des problèmes pouvant être résolus pas la simple application d'une ou plusieurs opérations arithmétiques (Davis-Dorsey et al. 1991; Gravemeijer 1997, cités par Depaepe et al., 2015). En outre, l'utilisation des stratégies superficielles permet de résoudre « correctement » les problèmes habituellement présentés (Verschaffel et al., 2000, cités par Fagnant, 2008). Reusser et Stebler (1997a) décrivent les caractéristiques de ces problèmes. En général, il suffit de réaliser une opération avec les nombres du problème pour trouver la bonne réponse, chaque donnée présentée étant utile. Chaque problème proposé a toujours une solution. De plus, ces problèmes ne demandent pas aux élèves d'utiliser leurs connaissances du monde réel. Ces auteurs terminent en indiquant que, souvent, les problèmes ne sont que des équations mal déguisées (Reusser & Stebler, 1997a). Les contextes présentés sont pauvres et les données parfois peu réalistes ce qui implique le fait que les élèves voient le contexte comme un « habillage » inutile pour la résolution (Verschaffel et al., 2000, cités par Fagnant, 2008). De plus, très peu de problèmes sont liés à la vie quotidienne des élèves (Gerofsky, 1997 ; Palm, 2002, cités par Depaepe et al., 2015).

Néanmoins, Depaepe et al. (2015) nuancent ces informations en indiquant que les problèmes proposés aux élèves ont changé durant ces quinze dernières années. Ils avancent que les problèmes deviennent de plus en plus réalistes et plus proches des expériences de vie des élèves. L'idée que les problèmes soient irréalistes dans les manuels de mathématiques ne rend pas justice à la réalité des classes de mathématiques d'aujourd'hui (Depaepe et al., 2015). Par exemple, dans une étude comparant les problèmes entre un ancien et un nouveau manuel scolaire, les résultats indiquent que les nouveaux problèmes sont plus authentiques. Cependant, ils ne demandent pas une véritable prise en compte des connaissances de la vie réelle (Gkorus et al., 2013, cités par Depaepe et al., 2015). Depaepe et al. (2015) précisent que peu de problèmes sont de nature

problématique, la plupart des problèmes sont encore stéréotypés dans le sens où ils requièrent simplement l'application d'opérations mathématiques simples avec les données de l'énoncé.

Nous pouvons faire le lien avec les problèmes proposés aux élèves de la FWB. Lors des évaluations externes non certificatives de 2014, un échantillon d'enseignants a dû répondre à un questionnaire à propos de la fréquence à laquelle ils proposent différents types de problèmes à leurs élèves (FWB, 2015). Ce questionnaire est inspiré de celui utilisé par Fagnant et Burton (2009) dans le cadre de leur étude sur les pratiques et les croyances des enseignants luxembourgeois. Les résultats présentés dans les pistes didactiques de la FWB (2015) indiquent que les problèmes régulièrement proposés sont de type « standard ». Ce sont des problèmes où il faut utiliser toutes les données pour résoudre le problème, où différentes sous-questions sont posées. À l'inverse, très peu de problèmes problématiques sont soumis aux élèves. En effet, moins de 20 % des enseignants déclarent proposer des problèmes impossibles à résoudre ou nécessitant « la consultation de sources d'informations complémentaires » (FWB, 2015, p. 10).

Vlassis, Mancuso et Poncelet (2014) ont trouvé des résultats similaires pour les problèmes proposés par les enseignants luxembourgeois. En effet, il ressort de leur étude menée auprès de 154 enseignants que ceux-ci s'intéressent aux problèmes non routiniers mais ont davantage tendance à soumettre des problèmes routiniers à leurs élèves. Les problèmes non routiniers sont des problèmes dont « la solution n'apparaît pas d'emblée et dont la résolution ne consiste pas en l'application d'une procédure qui vient d'être vue en classe » (Diezman, 2002 ; Elia, van den Heuvel-Panhuizen & Kolovou, 2009 ; NCTM, 2000, cités par Vlassis et al., 2014, p. 147).

Le fait d'être majoritairement confronté à des problèmes standards amène les élèves à développer les croyances erronées citées précédemment. Si les problèmes proposés se résolvent toujours en utilisant toutes les données du problème, lorsque les élèves sont confrontés à un problème problématique, ils tentent de le résoudre en réalisant une opération avec les nombres présents, sans se préoccuper du réalisme de la situation. Un exemple souvent cité est celui de l'âge du capitaine : « *Il y a 26 chèvres et 10 moutons sur le bateau. Quel est l'âge du capitaine ?* » proposé par les chercheurs de l'IREM de Grenoble (1980, cités par Van Dooren et al., 2010, p. 173). La réponse irréaliste la plus fréquente est « 36 ans », résultat de l'addition de 26 et 10. Quand les élèves sont confrontés à des problèmes stéréotypés, ils mettent en œuvre différentes routines fonctionnant pour ces problèmes standards (auxquels ils sont habitués). Même si celles-ci ne fonctionnent pas pour les problèmes problématiques, ils appliquent ces routines sans réfléchir aux spécificités des problèmes (Van Dooren et al., 2010).

Dans une de leurs études, Reusser et Stebler (1997a) ont demandé à 439 élèves de résoudre des problèmes standards et problématiques et de répondre à un questionnaire à propos de leur expérience de classe concernant la résolution de problèmes insolubles ou indéterminés. Leurs résultats indiquent que les élèves qui déclarent avoir déjà été confrontés à des problèmes insolubles ou ambigus produisent une proportion plus grande de réponses réalistes que ceux qui n'y ont jamais été confrontés. Cela montre l'importance des problèmes proposés aux élèves dans la création des croyances à propos de ceux-ci.

Afin d'éviter des croyances erronées et des démarches superficielles, il faudrait proposer des problèmes différents, parfois impossibles à résoudre (Reusser & Stebler, 1997a). Van Dooren et al. (2010) indiquent qu'il faut soumettre aux élèves des problèmes qui mettent en échec les stratégies superficielles de résolution. C'est-à-dire proposer des problèmes acceptant des réponses indéterminées ou des problèmes dont la résolution ne nécessite pas la combinaison de toutes les données de l'énoncé.

2) Les croyances, les connaissances et les approches des enseignants à propos de la modélisation mathématique

Les croyances des enseignants et la manière dont ils traitent les problèmes impactent également la manière dont les élèves résolvent les problèmes problématiques (Verschaffel & De Corte, 2008). Greer et al. (2003, p. 278) avancent que la plupart des enseignants partagent la conviction que des considérations réalistes ne devraient pas compliquer les « vraies » mathématiques que les problèmes sont censés évoquer [traduction libre]³. D'un côté, les enseignants déclarent évaluer positivement les problèmes permettant des connexions avec la vie réelle mais, d'un autre côté, ils dénigrent les éléments narratifs ajoutés aux problèmes pour les rendre plus réalistes mais qui ne sont pas nécessaires à la résolution (Depaepe et al., 2015).

Selon Depaepe et al. (2015), les enseignants utilisent rarement des informations situationnelles lors de la résolution de problèmes dans leur classe, même lorsque des problèmes non routiniers sont abordés. Les enseignants laissent aux élèves peu de possibilités d'exercer une véritable modélisation mathématique (Depaepe et al., 2015). Les élèves ont peu d'opportunités de comprendre en profondeur la situation du problème, le modèle mathématique et les relations mathématiques entre les données car l'enseignant réalise peu d'interventions à ce sujet. L'attention de ce dernier est plutôt tournée vers le produit (le résultat) que vers le processus (la démarche de résolution) (Verschaffel et al., 2000, cités par Fagnant, 2008). Selon Chapman (2006,

³ "[...] our strong impression is that most teachers share the belief that realistic considerations should not complicate the "real" mathematics that word problems are intended to evoke." (Greer et al., 2003, p. 278).

cité par Depaepe et al., 2015), c'est l'approche « *paradigmatic* » qui est valorisée par les enseignants. Celle-ci est axée sur le modèle mathématique et ne tient pas compte du contexte. Elle est opposée à l'approche « narrative », plutôt basée sur les aspects réalistes de la situation du problème.

Selon Verschaffel, De Corte et Borghart (1997), les croyances présentent chez les élèves se retrouvent chez les enseignants. Effectivement, les résultats de leur étude, réalisée sur 332 futurs enseignants flamands, indiquent que plus de la moitié des réponses fournies à des problèmes problématiques sont non réalistes (seulement 48 % de RR). Ainsi, même si ce pourcentage est supérieur à celui des élèves de fin de primaire (entre 15 et 20 %), plus de la moitié des futurs enseignants résolvent les problèmes sans considérer la réalité du contexte.

Dans le cadre de cette étude, les futurs enseignants devaient également noter des réponses données par les élèves (note de 0, de 1/2 ou de 1) (Verschaffel et al., 1997). Dans les résultats, il apparaît que les réponses non réalistes obtiennent plus souvent la note maximale que les réponses réalistes. Par conséquent, les réponses stéréotypées et non réalistes données face aux problèmes problématiques sont mieux évaluées que les réponses réalistes basées sur des considérations contextuelles (Verschaffel et al., 1997). 89 % des futurs enseignants ayant répondu de manière non réaliste lors de la première partie ont noté « 1 » les réponses non réalistes des élèves, celles-ci correspondant aux réponses qu'ils ont eux-mêmes données. En revanche, il est assez surprenant que même les enseignants ayant répondu de manière réaliste lors de la première partie de l'étude évaluent plus positivement les réponses non réalistes que les réponses réalistes. En effet, seulement 33,5 % des futurs enseignants ayant précédemment fait preuve de réalisme donnent la note de « 0 » pour les réponses non réalistes alors qu'ils donnent la note de « 1 » pour les réponses réalistes dans 85,4 % des cas (Verschaffel et al., 1997). Le fait que les futurs enseignants aient tendance à tout de même accorder des points pour les réponses non réalistes (1 ou 1/2) indique une certaine tolérance envers le manque de réalisme des élèves (Verschaffel et al., 1997). Pour expliquer cette clémence envers les réponses non réalistes, les enseignants avancent que de tels problèmes non standards et « mal structurés » sont sans importance et même préjudiciables à l'enseignement de la résolution de problèmes à l'école primaire (Verschaffel et al., 1997).

En outre, Verschaffel et al. (1997) ont pu évaluer l'impact de la confrontation aux réponses réalistes. Il est intéressant de souligner que les enseignants ayant répondu de manière non réaliste à la première partie de l'étude n'ont pas découvert le caractère problématique de certains problèmes lorsqu'ils ont été confrontés aux réponses réalistes d'un élève fictif. Ainsi, dans 80 % des cas, les futurs enseignants donnent la cote de « 1 » pour les NR et la cote de « 0 » pour les RR

(Verschaffel et al., 1997). Cela met en évidence la puissance et la résistance de la tendance qu'ont les futurs enseignants à mettre de côté le réalisme (Verschaffel et al., 1997).

Selon Verschaffel et son équipe (1997), on ne peut pas conclure que les connaissances et les croyances des enseignants à propos du rôle des connaissances du monde réel dans l'interprétation et la résolution des problèmes sont la cause directe de la mise entre parenthèses du sens par les élèves. Néanmoins, ces dernières ont un impact sur le comportement pédagogique des enseignants et, par conséquent, sur les processus d'apprentissage de leurs élèves (Fennema & Loef, 1992 ; Thompson, 1992, cités par Verschaffel et al., 1997).

Des résultats similaires à ceux trouvés par Verschaffel et ses collaborateurs ont été trouvés par Lemonidis et al. (2009) lors de leur étude sur 162 enseignants grecs en fonction. Cette étude était similaire à la première partie de l'étude de Verschaffel et al. de 1997. De la même manière, l'issue de la recherche concernant, cette fois, des futurs enseignants chypriotes fut également semblable (Lemonidis, 2007). En effet, ceux-ci mettent de côté leurs connaissances de la vie quotidienne lors de la résolution de problèmes problématiques.

Concernant l'enseignement des stratégies de résolution de problèmes, les pistes didactiques de la FWB (2015) mettent en avant que les enseignants ont tendance à proposer/enseigner des stratégies superficielles à leurs élèves (80% des enseignants de cinquième primaire interrogés). En guise d'exemple, les enseignants préconisent de repérer les données chiffrées ou encore de repérer les mots clés qui indiquent quelles opérations réaliser alors que ces techniques ne fonctionnent pas pour tous les problèmes. À l'inverse, elles renforcent des croyances erronées.

Fagnant et Burton (2009) ont également travaillé sur les croyances et les pratiques déclarées des enseignants et sur les pratiques projetées des futurs enseignants luxembourgeois. Il ressort de leur recherche que les futurs enseignants déclarent projeter une pratique générale plus novatrice que les enseignants en fonction, eux étant plutôt axés vers une pratique d'enseignement traditionnelle (Fagnant & Burton, 2009). Les enseignants en fonction proposent peu de problèmes ouverts ou peu familiers et ne mettent pas en avant les travaux de groupe. Concernant l'enseignement des stratégies de résolution de problèmes, comme en FWB, des stratégies superficielles sont enseignées. Ainsi, 72 % des enseignants interrogés conseillent à leurs élèves de fonctionner grâce aux mots-clés, stratégie qui ne requiert pas une réelle analyse du problème (Fagnant & Burton, 2009). Ces auteurs ont également souligné une corrélation importante et significative entre les pratiques générales d'enseignement déclarées et les croyances générales relatives aux mathématiques et à leur enseignement.

III. Quelles sont les dispositifs déjà expérimentés afin d'augmenter le réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques ?

Les études portant sur les problèmes problématiques mettent en évidence la tendance des élèves à produire des réponses non réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques. En effet, les résultats trouvés dans les études initiales de Verschaffel et al. en 1994 en Flandre et ceux de Greer en 1993 en Irlande du Nord, ont été confirmés dans plusieurs études réalisées dans d'autres pays, comme par exemple le Japon (Yoshida et al., 1997) ou la Suisse (Reusser & Stebler, 1997a). Le taux de réponses réalistes est souvent inférieur à 20 %. Différentes recherches interventionnistes ont alors tenté de voir quels dispositifs pouvaient fonctionner pour améliorer les considérations réalistes (Verschaffel & De Corte, 2008).

Nous allons passer en revue ces diverses études et revenir sur leurs résultats. Tout d'abord, nous allons nous intéresser à l'utilisation d'avertissements. Ensuite, à la présence d'illustrations. Après cela, nous allons aborder le changement de la culture de classe. Nous présenterons également plusieurs études portant sur le fait de rendre la situation de résolution de problèmes plus proche du monde réel et d'autres à propos de l'adaptation des énoncés des problèmes afin de les rendre plus authentiques. Pour terminer, nous exposerons brièvement l'étude de Mellone et al. (2017) portant sur la reformulation des problèmes et les interactions entre élèves. Cette dernière sera abordée plus en détail dans le point 4 car notre recherche s'inscrit dans son prolongement.

- **Utilisation d'avertissements**

Pour commencer, nous allons présenter trois études portant sur le fait d'avertir les élèves du caractère problématique des problèmes proposés, de manière plus ou moins précise.

Dans l'étude de Yoshida et al. de 1997, déjà mentionnée précédemment, les chercheurs ont testé l'impact d'un avertissement général des élèves du grade 5 à propos du caractère problématique de certains problèmes. Il a également été demandé aux élèves d'expliquer pourquoi ils considéraient certains problèmes comme problématiques (Yoshida et al., 1997). La mention suivante apparaissait au début du test des élèves « *Ce test contient plusieurs problèmes difficiles ou impossibles à résoudre car ils ne sont pas clairs. Si vous rencontrez de tels problèmes, écrivez-le et expliquez pourquoi vous pensez que vous n'êtes pas capables de résoudre ce problème.* » [traduction libre]⁴ (Yoshida et al., 1997, p. 334). Conformément aux hypothèses des chercheurs, les résultats indiquent que cet avertissement a un

⁴ « The test contains several problems that are difficult or impossible to solve because of certain unclarity or complexities in the problem statement. When you encounter such a problem, please write down and explain why you think that you are not able to solve the problem. » (Yoshida et al., 1997, p. 334).

léger impact positif sur le nombre de réponses réalistes, mais celui-ci est non significatif (Yoshida et al., 1997). Le fait d'avertir une fois en début de test les étudiants n'est pas efficace.

Reusser et Stebler (1997a) ont réalisé une étude concernant l'utilisation de connaissances du monde réel en lien avec le contexte dans lequel les problèmes étaient présentés. Ils ont testé l'effet de la modification de la formulation de certains problèmes en ajoutant une phrase contextuelle censée mettre les élèves en garde à propos d'une éventuelle difficulté du problème. En guise d'exemple, nous pouvons citer cette alerte liée au problème de la corde : « *Réfléchis bien avant de répondre !* » [traduction libre]⁵ (Reusser & Stebler, 1997a, p. 319). Trois conditions d'instruction différentes ont été mises en place : condition 1 : pas de changement, condition 1A : ajout d'une phrase contextuelle, condition 2 : ajout de questions d'évaluation à propos du problème (difficulté de compréhension et solvabilité) et condition 3 : même chose qu'en condition 2 avec un avertissement général en début de test « *Faites attention ! Certains des problèmes suivants ne sont pas aussi simples qu'ils en ont l'air. En fait, il y a des problèmes dans le carnet dont la résolution est très discutable.* » [traduction libre]⁶ (Reusser & Stebler, 1997a, p. 319). L'échantillon de cette recherche était composé de 112 élèves suisses de grade 7 (13 ans). Les problèmes testés étaient standards (6) et problématiques (10, identiques à ceux de Verschaffel et al., 1994). Il ressort de cette étude qu'il n'y a pas d'impact des conditions 1, 2 et 3 (Reusser & Stebler, 1997a). Cela signifie que l'avertissement général n'entraîne pas une augmentation des réponses réalistes. À l'inverse, le fait d'ajouter une phrase d'alerte directement à la suite du problème (1A) a une influence modérée et significative sur le réalisme des réponses des élèves (Reusser & Stebler, 1997a). Ainsi, les alertes spécifiques, liées de manière individuelle à chaque problème, produisent un effet sur les réponses réalistes des élèves.

Plus récemment, en 2014, l'utilisation d'avertissements a aussi été examinée par Dewolf et ses collaborateurs. L'étude fut menée auprès de 402 élèves turcs de 10 à 11 ans et ensuite avec 233 élèves flamands de 10 à 11 ans. Des paires d'items standards et problématiques leur ont été présentées dans quatre conditions : avertissement et illustration, avertissement sans illustration, illustration sans avertissement et ni avertissement ni illustration. L'avertissement consistait en une alerte orale et écrite sur la première page du test à propos du fait que le test pouvait comprendre des problèmes difficiles. Les élèves ont été invités à être attentifs aux problèmes et à écrire, en plus de leurs réponses, d'éventuels commentaires. Une version courte de l'avertissement était également inscrite en haut de chacune des pages du test. Les résultats nous indiquent que les

⁵ « Think about it carefully before you answer! » (Reusser et Stebler, 1997a, p. 319).

⁶ « Be careful! Some of the following problems aren't as easy as they look. There are, in fact, some problems in the booklet where it is very questionable if they are solvable at all. » (Reusser & Stebler, 1997a, p. 319).

avertissements (généraux et spécifiques) n'ont eu aucun effet significatif sur le réalisme des réponses. Il n'y avait aucune interaction entre avertissement et illustration (Dewolf et al., 2014).

De manière générale, nous pouvons mettre en avant que les avertissements généraux n'influencent pas les réponses réalistes des élèves. Pour ce qui est des avertissements plus spécifiques, les résultats sont plus mitigés : l'impact est modéré et significatif pour Reusser et Stebler (1997a) alors qu'il n'y en a pas selon Dewolf et al. (2014). Néanmoins, il ne s'agit pas du même type d'avertissements spécifiques. Nous pouvons supposer que ceux de Reusser et Stebler ont plus d'effet car ils sont directement en lien avec l'énoncé du problème et non simplement répétés en haut de la page comme dans l'étude de Dewolf et al. (2014).

- **Utilisation d'illustrations**

Plusieurs recherches ont été menées concernant l'influence de la présence d'illustrations sur le réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques. Nous allons présenter quatre études.

À ce sujet, l'étude la plus récente est celle de Dewolf et al. datant de 2017 qui avait pour but d'examiner si une aide visuelle (via des illustrations) pouvait permettre aux élèves de résoudre les problèmes problématiques de manière réaliste. L'échantillon de recherche était constitué de 288 élèves de l'enseignement primaire (de 9 à 12 ans). Cette étude était composée de deux parties. Dans la première partie, les élèves avaient pour consigne de résoudre sept problèmes problématiques. Trois conditions y étaient testées (Dewolf et al., 2017). La première consistait à agrémenter le problème d'une illustration représentative. Dans la deuxième, un élément avait été ajouté dans les illustrations représentatives afin de rendre la complexité de la modélisation réaliste plus visible. Enfin, dans la troisième condition, l'élément ajouté en condition 2 était mis en avant (au marqueur orange) afin d'attirer l'attention des élèves sur celui-ci (Dewolf et al., 2017). À titre d'exemple, la figure 3 présente les illustrations utilisées pour le problème des planches. L'élément de la situation important à prendre en compte pour fournir une réponse réaliste étant l'existence de déchets, une boîte à déchets a été ajoutée dans la deuxième condition et mise en évidence dans la troisième.



Figure 3 : Illustrations utilisées dans l'étude de Dewolf et al. (2017, p. 343) pour le problème des planches.

Au début de la première partie, les élèves étaient avertis du fait que certains problèmes étaient un peu particuliers et il leur était conseillé de regarder attentivement les illustrations. Ensuite, après

avoir résolu les problèmes dans une des trois conditions, les élèves procédaient à la deuxième partie de l'étude. Celle-ci consistait au choix de la meilleure réponse possible entre deux propositions : une réaliste et une non réaliste, pour chacun des problèmes proposés (identiques à ceux de la première partie) (Dewolf et al., 2017).

Il nous semble important de préciser ce qui est entendu par « illustrations représentatives ». Elles représentent tout ou partie du contenu du problème mais ne contiennent pas d'informations essentielles pour le résoudre et ne donnent pas d'indications quant à la manière de trouver la solution (Elia & Philippou, 2004, cités par Dewolf et al., 2017). En ce qui concerne les problèmes problématiques, l'objectif des illustrations représentationnelles est de « conduire les élèves à évoquer la situation concrète à laquelle l'énoncé fait référence, de façon à les inciter à faire appel à leurs connaissances de la vie réelle » (Fagnant, à paraître, p. 7).

Les conclusions de cette étude mettent en évidence que l'utilisation de ces illustrations ne fonctionne pas, contrairement aux hypothèses émises par Dewolf et ses collaborateurs (Dewolf et al., 2017). En effet, les résultats de la première partie sont similaires à ceux des études de Verschaffel et al. en 1994. Seulement 23,8 % des réponses données étaient réalistes et le pourcentage de RR fut similaire dans les trois conditions. Ainsi, les illustrations ne permettent pas d'augmenter le pourcentage de réponses réalistes, même si des éléments réalistes sont mis en évidence (Dewolf et al., 2017). Pour ce qui est de la deuxième partie, les élèves choisissent les réponses réalistes dans 39 % des cas, ce qui est supérieur aux 23,8% de la première partie. Par conséquent, même si le nombre de réponses non réalistes reste considérable (61 %), nous pouvons souligner l'impact positif de la confrontation avec la réponse réaliste sur le réalisme présent lors du choix de la réponse (Dewolf et al., 2017). En outre, 18 % des élèves, ayant répondu de manière non réaliste dans la première partie, choisissent des réponses réalistes dans la deuxième partie. Les choix réalisés dans la partie 2 ne sont pas influencés par la condition testée dans la partie 1.

Cette étude de Dewolf et al. de 2017 est une extension d'une précédente étude de Dewolf et al. datant de 2014. Dans celle-ci, seule la première des trois conditions précitées avait été testée. Les résultats indiquaient déjà que les illustrations représentationnelles seules ne produisaient pas d'effet significatif sur les réponses réalistes des élèves (Dewolf et al., 2014).

Weyns et ses collaborateurs ont voulu tester l'impact de la mise en évidence de la complexité de la modélisation dans les énoncés des problèmes et dans les illustrations (Weyns, Van Dooren, Dewolf, & Verschaffel, 2017). Les illustrations ont été adaptées par l'ajout d'un élément réaliste,

comme dans la deuxième condition de l'étude de Dewolf et al. de 2017. Il en ressort que les illustrations adaptées ne provoquent pas un nombre supplémentaire de réponses réalistes (Weyns et al., 2017). Cette étude est développée plus longuement par la suite dans le point « Adaptation de l'énoncé du problème afin de le rendre plus authentique ».

Afin d'expliquer pourquoi les illustrations représentationnelles n'aident pas à augmenter le nombre de réponses réalistes, le fait que les élèves ne les regardent pas est mis en avant. Cela a été prouvé par une étude de Dewolf et al. de 2015 portant sur les mouvements oculaires des répondants (Weyns et al., 2017). En outre, une étude de Dewolf de 2014, fonctionnant sur la base d'interviews individuelles, a mis en évidence que même si les élèves regardent les illustrations, ils ne les prennent pas en compte (ou seulement de manière secondaire) lors de la résolution de problèmes (Weyns et al., 2017). Cela peut s'expliquer par leurs croyances à propos de la résolution de problèmes et celles concernant la crédibilité et la pertinence de l'information fournie par les images (Dewolf, 2014, cité par Weyns et al., 2017). En effet, les élèves considèrent peut-être les illustrations comme décoratives et, par conséquent, ils les ignorent ou les analysent de manière superficielle (Fagnant, à paraître).

Dans leur extension de l'étude de 2017 de Dewolf et al., Fagnant et Auquière (à paraître) ont modifié la troisième condition. Celle-ci fut basée sur l'utilisation d'illustrations informationnelles. Ainsi, toutes les données numériques du problème se situent dans l'illustration informationnelle et ne sont pas présentes dans l'énoncé (Fagnant, à paraître). L'objectif est d'obliger les élèves à les regarder et à les prendre en compte lors de la résolution des problèmes. En matière d'exemple d'illustration informationnelle, la figure 4 est celle correspondant au problème des planches. Les données ne sont pas présentes dans l'énoncé mais sont intégrées au dessin. L'échantillon était composé d'environ 500 élèves de cinquième et sixième primaire. Les premiers résultats indiquent un léger impact des illustrations informationnelles sur le réalisme lors de la résolution de problèmes et une variabilité selon les problèmes (Fagnant, à paraître). En outre, ces illustrations ont fourni d'autres réponses non réalistes que celles typiquement rencontrées (Fagnant, à paraître).

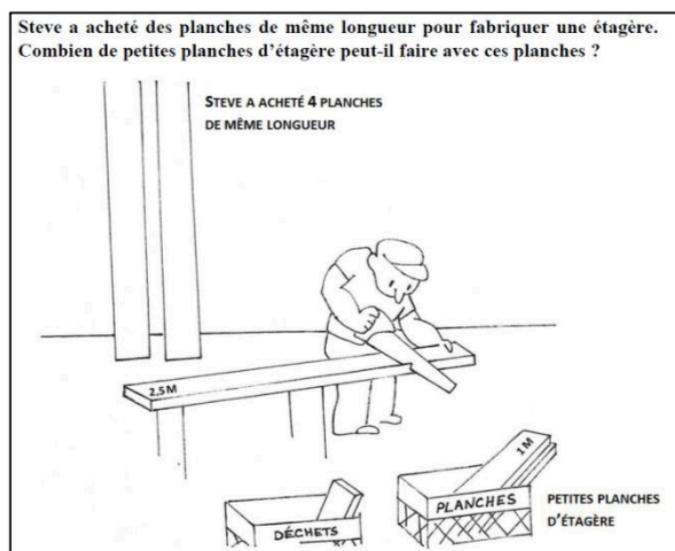


Figure 4 : Illustrations utilisées dans l'étude de Fagnant et Auquière (à paraître, p. 4) pour le problème des planches.

D'une manière générale, nous remarquons que le fait d'accompagner les problèmes problématiques d'illustrations ne permet pas réellement d'aider les élèves à faire preuve de plus de réalisme dans leurs résolutions (Dewolf et al., 2014 ; Dewolf et al., 2017 ; Fagnant, à paraître ; Weyns et al., 2017).

- **Modification de la culture de classe, de l'environnement d'apprentissage des mathématiques.**

Plusieurs études ont tenté de mesurer l'impact d'une intervention visant à modifier totalement la culture de classe, c'est-à-dire la création d'un environnement d'apprentissage qui ne provoque pas de croyances erronées chez les élèves et où ceux-ci sont invités à utiliser des stratégies expertes de modélisation mathématique. Il est important de préciser que ces études ne portent pas uniquement sur le fait d'amener plus de réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques. En effet, l'objectif est plus large, il réside dans le développement d'une démarche experte de résolution de problèmes. Nous allons présenter deux études en détail et également discuter de l'implantation de ce type de dispositif dans les écoles.

Dans le cadre de leur étude de 1997, Verschaffel et De Corte ont démontré qu'il était possible d'amener les élèves à développer une modélisation mathématique plus réaliste. Cette étude expérimentale de deux semaines et demi comprenait trois classes de cinquième primaire (une expérimentale et deux contrôles). Dans la classe expérimentale, l'intervention, divisée en 5 unités d'enseignement/apprentissage (UEA) était basée sur trois piliers (Verschaffel & De Corte, 1997).

Le remplacement des problèmes stéréotypés habituels par des problèmes plus réalistes et moins stéréotypés est au centre de la recherche. L'objectif était de forcer les élèves à être attentifs à la complexité de la modélisation mathématique. Ainsi, les problèmes sélectionnés avaient pour but de donner différentes réponses chez les élèves : soit une résolution superficielle, sans prise en compte de la situation, soit une résolution réaliste. Et ce, afin d'amener un conflit cognitif permettant aux élèves de revoir leurs croyances sur la résolution de problèmes (Verschaffel & De Corte, 1997). Ainsi, chacune des cinq UEA était axée sur un type de problème (division avec reste, prise en compte d'informations non données dans l'énoncé...). Le deuxième pilier concernait l'utilisation de différentes méthodes d'enseignement. Le focus était mis sur l'apprentissage interactif et coopératif grâce aux travaux de groupes (Verschaffel & De Corte, 1997). Pour chaque UEA, le schéma était le suivant : résolution d'un problème seul, travail en groupes hétérogènes, discussion en groupe-classe. Ensuite, de nouveau un travail en groupe sur quatre problèmes suivi d'une discussion en classe. Cela était suivi d'une phase individuelle et en groupe-classe. La troisième caractéristique du schéma d'intervention est l'établissement d'une

nouvelle culture de classe : de nouvelles normes sociales et socio-mathématiques en lien avec la modélisation mathématique (Verschaffel & De Corte, 1997). Cela se fait par le biais de négociations et de discussions explicites avec l'ensemble de la classe et par des feedbacks durant le travail individuel et en groupe (Verschaffel & De Corte, 1997).

En ce qui concerne les résultats, le pourcentage de réponses réalistes est passé de 7 % à 51 % dans le groupe expérimental (Verschaffel & De Corte, 1997). Ainsi, nous constatons que ce dispositif expérimental a eu un effet positif sur la modélisation mathématique réaliste des élèves.

Une autre étude portant sur le changement de l'environnement d'apprentissage des mathématiques a été menée par Verschaffel, De Corte, Lasure, Van Vaerenbergh, Bogaerts et Ratinckx (1999) dans quatre classes de cinquième primaire. Le principal objectif était l'acquisition d'une stratégie métacognitive de résolution de problèmes en cinq étapes et huit heuristiques utiles pour les deux premières étapes (Verschaffel et al., 1999). Les cinq étapes de résolution sont les suivantes : 1) construire une représentation mentale, 2) décider comment résoudre, 3) réaliser les calculs, 4) interpréter le résultat et formuler une réponse et 5) évaluer la solution (voir schéma en annexe 1) (Verschaffel et al., 1999). Cette stratégie métacognitive consiste à être conscient des différentes étapes du processus de résolution de problèmes, à s'autoréguler durant la résolution de problèmes (contrôler et évaluer ses actions) et à maîtriser les huit stratégies heuristiques. Les trois piliers de l'environnement d'apprentissage présents dans l'étude de Verschaffel & De Corte de 1997 se retrouvent dans cette étude. Ainsi, les problèmes travaillés étaient des problèmes variés, réalistes, complexes, ouverts et présentés sous diverses formes. Parmi les exemples, nous retrouvons les problèmes problématiques du bus et celui de la corde). Pour ce qui est du deuxième pilier, celui-ci prévoit des leçons avec des travaux de groupes, individuels et des discussions en groupe-classe. Le rôle de l'enseignant était d'encourager les élèves à réfléchir sur leurs activités afin qu'ils soient plus conscients de ce qui est en jeu lors de la résolution de problèmes et, ainsi, davantage responsables de leur propre apprentissage (Verschaffel et al., 1999). Enfin, le troisième pilier était celui de la création d'une nouvelle culture de classe, en incitant les élèves à réfléchir sur leurs croyances (erronées ou non) et sur leurs stratégies de résolution de problèmes, en débattant des nouvelles normes à propos de la résolution de problèmes et en redéfinissant le rôle de l'enseignant et des élèves.

Durant quatre mois, vingt leçons ont été données. L'objectif étant l'acquisition du modèle de résolution en cinq étapes, toutes ces étapes ont été vues séparément (quinze leçons). Chacune des huit heuristiques a été approfondie dans une leçon. En outre, des leçons d'intégration ont été menées, les élèves y ont appris comment choisir entre les heuristiques vues (Verschaffel et al.,

1999). Après cela, les élèves ont eu l'occasion, durant trois leçons, de mettre en oeuvre la stratégie de résolution d'une manière plus flexible et spontanée (Verschaffel et al., 1999). Pour ce qui est de l'enseignant, celui-ci recevait un guide pédagogique spécifique pour chacune des leçons (Verschaffel et al., 1999, p. 206).

Un pré-test, un post test et un test de rétention ont été réalisés. Il en ressort que l'environnement d'apprentissage a eu un effet positif significatif sur le développement des compétences de résolution de problèmes des élèves. En outre, cet effet positif persiste après la fin du dispositif expérimental. Les résultats du questionnaire sur les croyances et les attitudes à propos de l'apprentissage et de l'enseignement de la résolution de problèmes mathématiques indiquent que l'environnement d'apprentissage a également eu un impact positif sur ces croyances et attitudes ainsi que sur le plaisir et la persistance des élèves à résoudre des problèmes d'application (Verschaffel et al., 1999). Néanmoins, il faut souligner que les effets observés sont surtout importants pour ce qui concerne l'utilisation des heuristiques. En dehors de cela, les effets ne sont pas très grands. De plus, le dispositif ne permet pas de réduire les inégalités entre les élèves moins performants et les plus performants (Verschaffel et al., 1999).

Depaepe, De Corte & Verschaffel (2007) ont étudié la mise en application de l'environnement d'apprentissage proposé par Verschaffel et al. (1999) suite à une réforme concernant l'utilisation du manuel « Eurobasis » en Flandre. Ces chercheurs ont étudié comment dix enseignants ont implémenté deux leçons du manuel. Ils ont observé les normes relatives à l'utilisation des compétences heuristiques et métacognitives pour la résolution de problèmes et les normes concernant la nature des activités de résolution de problèmes que les enseignants ont explicitement abordées (Depaepe et al., 2007, p. 270). Pour ce qui est des résultats, nous pouvons remarquer que les enseignants abordent majoritairement certains types de stratégies heuristiques et métacognitives, comme le fait de distinguer les données pertinentes des autres ou la réalisation d'un schéma (Depaepe et al., 2007). Les chercheurs ont mis en évidence que les enseignants explicitent peu l'utilisation de ces stratégies. De plus, un manque d'enseignement explicite des normes de la classe est également souligné (Depaepe et al., 2007). Pour ce qui est des croyances relatives à la résolution de problèmes, les enseignants y prêtaient très peu d'attention. Seulement trois enseignants sur les dix observés font travailler les élèves en groupe régulièrement.

Ainsi, même si plusieurs études expérimentales indiquent qu'il est possible d'améliorer la résolution de problèmes en changeant l'environnement d'apprentissage, l'intégration de cette approche dans les manuels ne mène pas automatiquement à une implantation pertinente dans les écoles (De Corte, 2012 ; Depaepe et al., 2007 ; Verschaffel et al., 1999). En effet, « les enseignants

interprètent les approches innovatrices – souvent inconsciemment – à travers leurs croyances, leurs connaissances et expériences préalables » (De Corte, 2012, p. 9). Ce constat est appuyé par Niss (2001, cité par Van Dooren et al., 2010, p. 183), qui indique que « la modélisation mathématique peut être enseignée et apprise ».

Pour conclure, nous pouvons souligner que le fait de changer l'environnement d'apprentissage (problèmes réalistes, méthodes d'enseignements interactives et création d'une nouvelle culture de classe) permet d'améliorer significativement la manière dont les élèves résolvent des problèmes (De Corte, 2012). D'autres études visant à favoriser le développement de démarches expertes de modélisation mathématique arrivent également à des résultats positifs (Gravemeijer, 1997, Cognition and Technology Group at Vanderbilt 1997, cités par Van Dooren et al., 2010).

- **Situation proche du monde réel**

Selon Wyndhamn et Säljö (1997), les recherches ont montré que les étudiants sont sensibles aux variations du contexte expérimental. Il y a une différence entre agir dans une pratique sociale pour tenter de résoudre des problèmes concrets et répondre à des questions formulées par quelqu'un d'autre sous forme d'un test papier/crayon (Wyndhamn & Säljö, 1997). La différence réside au niveau de l'attitude envers la situation, l'engagement et la motivation. Si les élèves sont moins engagés dans la tâche, cela peut impacter l'attention qu'ils portent au caractère réaliste ou non des réponses (Wyndhamn & Säljö, 1997). Selon les chercheurs, le contexte dans lequel les problèmes sont présentés est important. Par conséquent, il est étrange d'utiliser des tests papier-crayon pour comprendre comment les élèves raisonnent et résolvent des problèmes (Wyndhamn & Säljö, 1997). Les problèmes réalistes doivent être proposés dans un contexte réaliste : « le réalisme des problèmes réalistes n'est pas identique au réalisme que nous percevrions si nous agissions dans un contexte différent » [traduction libre]⁷ (Wyndhamn & Säljö, 1997, p. 369). Le contrat didactique entre également en ligne de compte. Souvent, à l'école, les questions posées par l'enseignant servent essentiellement à avoir des informations sur l'élève et non pas à obtenir des informations sur un problème réel, car l'enseignant connaît déjà les réponses (Wyndhamn & Säljö, 1997).

Plusieurs études ont tenté d'évaluer l'impact d'une présentation plus authentique des problèmes. Nous allons présenter quatre études portant sur l'effet du contexte dans lequel les élèves résolvent les problèmes problématiques. La première est celle de De Franco et Curcio (1997, cités par De Corte, 2012) où les élèves ont été placé en situation authentique de réservation de bus.

⁷ « [...] the realism of the realistic word problems is not identical to the realism we would perceive if acting in a different context » (Wyndhamn & Säljö, 1997, p. 369).

Ensuite, le contexte de l'étude de Wyndhamn et Säljö (1997) est celui d'une discussion. L'utilisation de matériel concret lors de la résolution de problèmes problématiques est le troisième dispositif permettant de rendre la situation plus authentique que nous allons aborder (Reusser et Stebler, 1997b). Enfin, nous terminons par l'étude de Van Dooren et al. (2018) qui ont ajouté des blagues dans les carnets de problèmes.

DeFranco et Curcio ont étudié l'impact d'une présentation plus authentique des problèmes sur le processus de résolution. Leur étude était axée sur le problème du bus, problème de division avec reste (De Corte, 2012). Les chercheurs ont comparé les réponses d'élèves de sixième année aux problèmes dans deux conditions : une présentation scolaire et une présentation proche du monde réel (De Franco & Curcio, 1997, cités par De Corte, 2012). Dans la présentation plus authentique, les élèves devaient téléphoner pour réserver le nombre de bus adéquat (voir annexe 2). Les résultats indiquent que seuls 2 élèves sur 20 ont donné une réponse réaliste en situation traditionnelle, l'erreur étant souvent due à une interprétation non réaliste du reste. À l'inverse, presque tous les élèves (16 sur les 20) ont donné une réponse réaliste en interprétant le reste correctement lorsqu'ils devaient réellement commander les bus (De Franco & Curcio, 1997, cités par Verschaffel & De Corte, 2008). Ainsi, en situation plus authentique, beaucoup d'élèves prennent en compte leurs connaissances du monde réel pour résoudre le problème. Néanmoins, nous tenons à souligner la taille de l'échantillon, celui-ci ne comprenait "que" 20 élèves.

La deuxième étude que nous souhaitons présenter est celle de Wyndhamn et Säljö (1997). Ces chercheurs ont émis l'hypothèse que les élèves peuvent faire preuve de plus de réalisme s'ils sont placés dans un contexte de communication, d'interaction avec d'autres élèves. Afin de mettre cela à l'épreuve, ces chercheurs ont testé quatorze groupes d'élèves âgés de 10 à 14 ans. Ils ont utilisé deux versions du problème de l'école (voir annexe 3), provenant de l'étude initiale de Verschaffel et al. de 1994. Ces problèmes n'ont pas été formulés explicitement mais ont été introduits durant une discussion d'une quinzaine de minutes entre trois élèves et un expérimentateur. Des feuilles et des crayons étaient à disposition des élèves pour qu'ils puissent faire des dessins (Wyndhamn & Säljö, 1997). Pour introduire le premier problème, la discussion des huit groupes a porté sur les routes utilisées par les élèves pour aller à l'école. En fonction de l'évolution de la conversation, l'expérimentateur a soumis à certains groupes une carte fictive d'une école et des cercles concentriques autour de celle-ci, mais sans autre indication (Wyndhamn & Säljö, 1997). Pour ce qui est du second problème, la discussion portait initialement sur les panneaux de signalisation et leur interprétation. Une feuille avec des panneaux routiers a été présentée durant la discussion (voir annexe 4).

Selon Wyndhamn et Säljö (1997), les résultats indiquent que les élèves ont un raisonnement réaliste, ils prennent conscience qu'il est impossible de donner une réponse précise au problème de l'école sur la base des données de l'énoncé. Ainsi, treize groupes sur quatorze arrivent à la conclusion que cela dépend de la localisation et qu'il est impossible de donner une réponse. Le dernier groupe a donné une réponse non réaliste mais a tout de même pris conscience du caractère ambigu du problème (Wyndhamn & Säljö, 1997). Ces résultats sont à l'antipode de ceux trouvés par Verschaffel et al. (1994), ils indiquent que les élèves sont capables d'émettre des considérations réalistes. Selon Wyndhamn et Säljö (1997), le fait de se trouver dans une situation de communication permet de pouvoir poser des questions, les explorer, argumenter et également avoir des retours sur ses déclarations. Cela permet de mettre en avant des interprétations alternatives, qui peuvent ensuite être négociées et jugées pertinentes ou non par les membres du groupe. Ainsi, grâce à la discussion, les élèves ont pu décider d'une contextualisation commune pertinente pour la compréhension (Wyndhamn & Säljö, 1997).

Passons maintenant à la troisième recherche de ce point. Celle-ci porte sur l'utilisation de matériel concret pour aider les élèves à faire preuve de plus de réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques. Reusser et Stebler (1997b) ont transformé cinq des dix problèmes problématiques de l'étude de Verschaffel et al. de 1994 en tâches de performance. Ainsi, les problèmes problématiques ont été présentés dans un cadre de performance plus authentique, avec du matériel concret et un cadre pour la réalisation de la tâche. Par exemple, pour le problème de la corde, les élèves disposaient de cordes, de ciseaux et d'un mètre ruban. 34 élèves des grades 5 et 6 ont commencé par résoudre les cinq problèmes lors d'un test papier/crayon et sont ensuite passés aux « tâches de performance » avec du matériel concret. En lien avec le cadrage de la performance, les élèves ont dû suivre plusieurs étapes : étudier le problème et le matériel disponible, prédire une réponse, faire la tâche pratique en commentant l'action, vérifier sa prédiction et écrire une solution finale (Reusser & Stebler, 1997b).

Pour quatre des cinq problèmes proposés, Reusser et Stebler (1997b) mettent en évidence une augmentation importante et significative des réponses réalistes lors des tâches de performance. Par exemple, pour le problème de la corde, le pourcentage de réponses réalistes passe de 17,6 % lors du test papier-crayon à 61,8 % lors de la tâche de performance. Plus précisément, le simple fait d'avoir pu voir et étudier le matériel a augmenté le réalisme dans les réponses (prédiction avant la tâche). Une augmentation plus conséquente des réactions réalistes a été démontrée après l'exécution pratique de la tâche (Reusser & Stebler, 1997b). Les chercheurs ont émis plusieurs

commentaires afin de tenter d'expliquer ces résultats. Les élèves différencient les contextes : celui de la tâche de performance réelle et celui du problème typique de l'école (Reusser & Stebler, 1997b). Il nous semble important de souligner que certains élèves réalisent une « régression cognitive » (Reusser & Stebler, 1997b, p. 9). En effet, certains élèves ont donné une réponse finale non réaliste alors qu'ils ont fait preuve d'un raisonnement réaliste lors de la phase de performance pratique. Ainsi, au moment de donner leur réponse finale, ces élèves semblent occulter leur manipulation pratique et leur raisonnement réaliste. Les auteurs ajoutent que certains de ces élèves sont conscients du paradoxe entre leur réponse finale et leur modèle de situation réaliste (Reusser & Stebler, 1997b).

La dernière étude que nous présentons en lien avec le contexte authentique de résolution est celle de Van Dooren, Lem, De Wortelaer et Verschaffel (2018). Celle-ci porte sur l'impact de l'humour dans la résolution de problèmes problématiques. L'objectif est d'utiliser des blagues afin de permettre aux élèves de se rendre compte des différentes interprétations

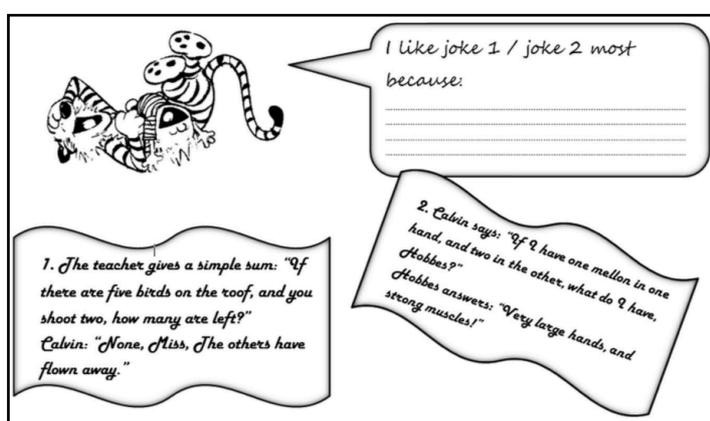


Figure 5 : Exemple de blagues présentées dans la (Van Dorren et al., 2018, p. 6).

possibles des problèmes problématiques. Ainsi, les blagues utilisées reposaient sur deux interprétations possibles d'une situation, une réaliste et l'autre non (voir figure 5). L'hypothèse de Van Dooren et al. (2018) était que le fait d'entourer les problèmes par des blagues portant spécifiquement sur l'incongruité entre le fait de s'en tenir aux règles et normes de la classe de mathématiques et le fait d'utiliser des considérations du monde réel amènerait les enfants à raisonner de façon réaliste lors de la résolution des problèmes problématiques. 148 élèves de sixième année ont été séparés en deux conditions, une avec la résolution de problèmes problématiques entrecoupée de problèmes standards et l'autre entrecoupée avec une page de deux blagues en lien avec les situations des problèmes proposés (Van Dooren et al., 2018).

Nous plaçons cette étude dans le point concernant le contexte dans lequel les élèves résolvent les problèmes problématiques et non dans celui portant sur l'adaptation des énoncés des problèmes pour deux raisons. Tout d'abord, les énoncés des problèmes ne sont pas modifiés. En outre, l'intervention est située au niveau du contexte car l'élève est placé dans une situation d'humour pour résoudre les problèmes problématiques. Les résultats démontrent un nombre de réponses réalistes plus élevé dans la condition « humour » que dans la condition contrôle (Van Dooren et

al., 2018). Cela est valable pour trois des quatre problèmes testés. Pour l'item de « la corde », il n'y a pas de différence. Les réponses réalistes de la condition « humour » correspondaient principalement au refus de donner une réponse numérique précise, souvent accompagné d'une explication faisant référence à la complexité réaliste du problème. Van Dooren et al. (2018) mettent en évidence que l'utilisation de l'humour est une stratégie efficace pour susciter plus de réalisme chez les élèves.

En outre, nous pouvons également citer l'étude de Dewolf et al. (2011, cités par Van Dooren, Lem, De Wortelaer, & Verschaffel, 2018) où les élèves ont pris en compte des considérations réalistes lorsqu'un problème était présenté dans un test de religion plutôt que lors d'un test habituel de mathématiques.

Pour conclure ce point sur les dispositifs tentant de rendre le contexte proche de la vie réelle, nous soulignons que les résultats sont positifs. Lorsque les problèmes sont proposés dans un cadre plus authentique, les élèves sont plus enclins à produire des raisonnements réalistes. La situation de communication de Wyndhamn et Säljö (1997) et l'appel téléphonique réel de l'étude de DeFranco et Curcio (1997, cités par Verschaffel & De Corte, 2008) amènent davantage de réponses réalistes que les tests papier/crayon habituels. C'est également le cas de l'utilisation de matériel concret dans l'étude de Reusser et Stebler (1997b). De plus, le fait de présenter des problèmes dans un contexte d'humour entraîne davantage de réalisme (Van Dooren et al., 2018).

- **Adaptation de l'énoncé du problème afin de le rendre plus authentique**

Nous allons nous intéresser à deux études portant sur le fait de rendre l'énoncé du problème plus authentique. Nous commençons par aborder l'adaptation des énoncés des problèmes sur la base du cadre d'authenticité créé par Palm (2008). Ensuite, nous présentons l'étude de Weyns et al. (2017) portant sur l'adaptation de l'énoncé via l'ajout d'une phrase soulignant la complexité de la modélisation mathématique.

En 2008, Palm avait pour objectif d'étudier l'impact de l'authenticité des tâches sur l'utilisation, par les élèves, de leurs connaissances du monde réel lorsqu'ils résolvent des problèmes. Son hypothèse était que les étudiants auraient plus souvent un raisonnement réaliste si les problèmes étaient plus authentiques. Tout en étant conscient qu'une tâche scolaire ne peut tout à fait simuler une tâche en dehors de l'école, Palm (2008) a créé un cadre reprenant différents aspects rendant un problème authentique. Pour qu'une tâche scolaire ayant un contexte extrascolaire puisse être authentique, elle doit représenter une situation de la vie réelle et des aspects importants de cette situation doivent être mentionnés (Palm, 2008).

Ainsi, cinq catégories doivent être présentes dans un problème (Palm, 2008). L'événement décrit doit pouvoir se produire en situation réelle. De plus, la question posée doit correspondre à une question qu'il serait légitime de se poser dans la situation réelle décrite. En ce qui concerne le but dans le contexte de la tâche, il doit être aussi clair pour les élèves dans la situation scolaire que dans la situation de vie réelle correspondante, soit par l'énonciation explicite de l'objectif soit en étant implicitement clair dans le contexte de la tâche. Le langage utilisé joue également un rôle (structure, termes, longueur). Ainsi, la tâche scolaire ne doit pas comprendre des termes difficiles qui pourraient empêcher les élèves de résoudre le problème alors que ces difficultés ne seraient pas présentes en situation réelle. La cinquième catégorie, concernant les données sur lesquelles baser la solution, est divisée en trois sous-catégories. La première porte sur l'existence des informations. Les informations qui seraient disponibles en situation réelle doivent également l'être dans la situation scolaire. Le fait de ne pas donner des valeurs qui pourraient être accessibles en situation réelle ou de décrire la situation de manière incomplète rend la tâche moins authentique. Deuxièmement, les données doivent être réalistes, identiques à celles de la situation simulée. Enfin, les informations doivent être spécifiques à la situation et non générales.

Sur la base de ce cadre d'authenticité, Palm (2008) s'est demandé si le fait de proposer aux élèves des problèmes plus authentiques provoquait plus de réponses réalistes de leur part. Deux versions d'un test ont été créées : une version avec six problèmes problématiques (comme ceux de Verschaffel et al., 1994) et l'autre avec les mêmes problèmes mais plus authentiques, en respectant le cadre d'authenticité énoncé plus haut. À titre d'exemple, nous pouvons citer l'adaptation du problème des planches : « *Vous construisez une cabane et, comme murs, vous voulez utiliser des planches de 1 m de long. Vous êtes actuellement à court de treize planches d'un mètre. Une amie dit avoir trouvé 4 planches de 2,5 m de long chacune. Vous vous demandez si cela suffit pour finir les murs. Combien de planches d'un mètre pouvez-vous faire à partir des planches qu'elle a trouvées ?* » [traduction libre]⁸ (Palm, 2008, p. 44). L'adaptation du problème du bus est présentée en annexe 5. Chacun des 161 élèves de cinquième année constituant l'échantillon a été interviewé afin de voir si des considérations réalistes avaient été réalisées durant la résolution des problèmes (Palm, 2008).

Les résultats de Palm (2008) montrent que des problèmes plus authentiques (au niveau de l'énoncé) amènent les élèves à faire preuve de plus de réalisme, en utilisant efficacement leurs connaissances du monde réel lors de la résolution. 51 % des élèves ayant répondu aux problèmes

⁸ « You are building a cabin and as walls you want to use planks that are 1 m long. You are at the moment short of thirteen 1-meter planks. A friend says that she found 4 planks, each 2,5m long. You are wondering if that is enough to finish the walls. How many 1-meter planks can you saw out of the planks she founds ? » (Palm, 2008, p. 44).

authentiques ont donné des réponses écrites réalistes alors que cela ne vaut que pour 33 % face aux problèmes moins authentiques (Palm, 2008). En outre, il ressort des interviews que 57 % des élèves confrontés aux problèmes authentiques ont réfléchi au caractère problématique de la situation, ont activé leurs connaissances de la vie réelle, contre 43 % pour la version de base. Cela indique que se baser sur les réponses finales écrites peut induire une sous-estimation du réalisme dont ont fait preuve les élèves durant leur processus de résolution (Palm, 2008). Palm (2008) explique l'impact de l'authenticité des problèmes sur le réalisme des élèves par diverses raisons. Cela induit une analyse du problème de la part des élèves. De plus, ils sont plus engagés dans la tâche (Palm, 2008). Il apparaît également que cette authenticité permet aux élèves de ne pas accepter le contrat didactique présent dans les classes (Brousseau, 1997, cité par Palm, 2008).

Weyns et ses collaborateurs ont tenté de mesurer l'impact de rendre l'énoncé du problème plus authentique sur le réalisme dont font preuve les élèves lorsqu'ils sont amenés à résoudre des problèmes problématiques. Dans une étude de 2017, ces chercheurs ont évalué la pertinence de la mise en évidence de la complexité de la modélisation mathématique réaliste dans l'énoncé des problèmes problématiques. Les chercheurs ont adapté les problèmes eux-mêmes, en ajoutant une phrase supplémentaire à la fin du problème faisant référence à la complexité de la modélisation réaliste. En guise d'illustration, nous pouvons citer l'adaptation de l'énoncé du problème du bus « 450 soldats doivent être transportés à leur camp d'entraînement. Chaque bus de l'armée peut accueillir 36 soldats. Combien de bus sont nécessaires ? *Sois conscient que le dernier bus ne doit pas nécessairement être rempli complètement.* » [traduction libre]⁹ (Weyns et al., 2017, p. 1178). L'objectif était de permettre aux élèves la création un modèle de situation correcte et réaliste.

Si nous reprenons le problème de la corde, la phrase ajoutée afin de rendre la complexité de la modélisation plus perceptible était : « *Pensez à la quantité de corde nécessaire pour attacher les cordes ensemble et les lier aux poteaux* » [traduction libre]¹⁰ (Weyns et al., 2017, p. 1179). L'impact de cette adaptation du texte a été testée en combinaison avec des illustrations (adaptées ou non). Cette recherche avait pour échantillon 290 élèves âgés de 9 à 13 ans. Il en ressort que les énoncés adaptés donnent 35,7 % de réponses réalistes alors que ceux de base débouchent sur seulement 20,2 % de réponses réalistes. Ainsi, l'adaptation des énoncés a un impact positif significatif sur le taux de réponses réalistes, même si deux tiers des réponses sont toujours non réalistes (Weyns et al., 2017). La combinaison avec des illustrations adaptées n'a pas conduit à des réponses faisant

⁹ « 450 soldiers must be bussed to their training site. Each army bus can hold 36 soldiers. how many buses are needed ? Be aware that the last bus that may not necessarily be filled completely. (Weyns et al., 2017, p. 1178).

¹⁰ « Think about the amount of rope that is needed to tie the ropes together and to tie them to the poles. » (Weyns et al., 2017, p. 1179).

preuve de plus de réalisme que celles données uniquement sur la base des adaptations du texte (Weyns et al., 2017).

Nous pouvons retenir de cette étude que les ajustements dans le texte visant à souligner la complexité de la modélisation mathématique ont permis d'aider à résoudre les problèmes problématiques avec plus de réalisme de manière faible mais significative (Weyns et al., 2017). Le fait d'insister sur la complexité de la modélisation réaliste, via des ajustements du texte, a un impact positif sur la création d'un modèle de situation élaboré par l'élève, ce qui induit la construction d'un modèle mathématique adapté à la situation et une réponse finale réaliste (Dewolf, 2014, cité par Weyns et al., 2017). Malgré un effet positif des adaptations textuelles, celui-ci reste assez faible (Weyns et al., 2017). Pour expliquer ces résultats, les chercheurs avancent la possibilité que les élèves n'ont peut-être pas vraiment lu ces « indices » (Weyns et al., 2017). En effet, il est possible que les élèves aient arrêté leur lecture dès la rencontre de deux nombres permettant de réaliser un calcul (De Corte, Verschaffel & Pauwels, 1990, cités par Weyns et al., 2017). En outre, la phrase soulignant le caractère problématique du problème était placée en toute fin de problème, après la question. Cette pratique reflète une croyance erronée à propos de la résolution de problèmes de la part des élèves.

Pour conclure ce point, nous soulignons le fait que rendre l'énoncé du problème plus authentique amène les élèves à faire preuve de plus de réalisme. Cela se retrouve dans les résultats de Palm (2008) et également ceux de Weyns et al. (2017). Par conséquent, l'authenticité des problèmes doit être prise en considération lors du choix des problèmes à proposer aux élèves (Palm, 2008).

- **Reformulation des problèmes par les élèves et interactions entre élèves**

L'influence de faire reformuler les items problématiques par les élèves, seuls ou en dyades a été testée par Mellone et al. (2017). Reformuler consiste à réécrire le problème en ajoutant des détails pouvant aider à comprendre la situation (Mellone et al., 2017). Les résultats indiquent que l'effet de la reformulation et des interactions entre pairs dépend des problèmes proposés. La reformulation en dyades a une influence positive pour le problème du bus. Nous allons davantage expliciter cette étude dans le point 4 car notre recherche en est une extension.

IV. Focus sur les reformulations et personnalisations des énoncés des problèmes et sur les interactions entre élèves

Nous souhaitons aborder plus longuement l'étude de Mellone et al. (2017) portant sur les reformulations des énoncés de problèmes et sur les interactions entre élèves car notre recherche s'inscrit dans son prolongement. Tout d'abord, nous allons développer en détail cette étude. Ensuite, nous évoquerons d'autres études ayant porté sur les reformulations et les personnalisations. Nous allons également aborder la communication entre élèves. Pour ces deux points, des études sur les problèmes standards seront présentées. Nous terminerons ce focus par ce que nous retenons pour la mise en place de notre recherche.

- **Etude de Mellone et al. (2017) : l'effet de la reformulation et des interactions en dyades sur le raisonnement réaliste lors de la résolution de problèmes**

Mellone et al. (2017) ont testé l'influence de faire reformuler les problèmes problématiques par les élèves. Différentes conditions expérimentales et contrôles ont été mises en place. La reformulation était soit individuelle, soit réalisée en dyades (Mellone et al., 2017). 179 élèves italiens de quatrième primaire ont dû répondre à quatre problèmes de l'étude initiale de Verschaffel et al. de 1994 : le bus, la corde, les planches et l'école (Mellone et al., 2017). Plus précisément, ces élèves étaient répartis de manière suivante dans les quatre conditions : 1) résolution individuelle : 19 élèves, 2) résolution en dyades : 62 élèves (31 dyades), 3) reformulation individuelle : 38 élèves, et 4) reformulation en dyades : 60 élèves (30 dyades). La condition « résolution en dyades » est une condition contrôle supplémentaire ajoutée afin de dissocier l'effet de la reformulation de celui du travail en dyades (Mellone et al., 2017). Il a été demandé aux élèves devant travailler en dyades de travailler ensemble, de négocier la reformulation et la résolution des problèmes. Ils n'ont reçu qu'un seul questionnaire sur lequel ils ne devaient écrire qu'après consensus.

Dans les carnets des conditions de reformulation, celle-ci était décrite comme le fait de réécrire le problème en ajoutant des détails qui pourraient aider à comprendre la situation (Mellone et al., 2017). Il a été signalé que les détails ajoutés répondaient à plusieurs questions : « qui est impliqué ? », « que se passe-t-il ? », « pourquoi cela se passe-t-il ? » et « d'où vient la question ? ». Le fait de veiller à ce que les opérations à réaliser et la réponse au problème restent les mêmes a également été précisé. De plus, deux exemples étaient présentés (voir annexe 6).

Pour ce qui est des résultats, les réponses données par les élèves ont été codées en réalistes ou non réalistes. Les auteurs ont également distingué les différents types d'informations ajoutées lors de la reformulation des problèmes sur la base de la catégorisation de l'étude de Voyer datant de

2011 et celle de Vicente, Orrantia et Verschaffel de 2007 (Mellone et al., 2017). Ces auteurs distinguent cinq types d'informations situationnelles qui peuvent être ajoutées à un problème et aider à la construction d'un modèle de situation : informations descriptives, intentionnelles, d'actions, temporelles et causales. La description du cadre, des caractéristiques temporelles et des événements initiateurs peut contribuer à la construction d'un modèle de situation, car ce type d'information joue un rôle dans le développement d'un contexte qui ancre la question mathématique dans une situation réelle [traduction libre]¹¹ (Vicente et al., 2007 ; Voyer, 2011, cités par Mellone et al., 2017, p. 6).

Il ressort de cette étude que l'impact de la reformulation et des interactions entre pairs dépend des problèmes proposés. Pour les problèmes de « la corde » et de « l'école », il n'y a aucune incidence quelle que soit la condition, aucune réponse réaliste n'a été donnée. Pour le problème des planches, la seule influence positive (mais faible) est celle de la reformulation en dyades. Cette influence est largement positive dans le problème du bus. En effet, 22 des 30 dyades ayant reformulé ont répondu de manière réaliste à ce problème alors que la majorité des élèves des autres conditions ont produit des réponses non réalistes (Mellone et al., 2017). Contrairement aux hypothèses des chercheurs, la reformulation individuelle n'a pas amélioré le réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques. Nous constatons qu'il faut que les reformulations soient réalisées dans un contexte de communication pour avoir un impact positif (dans certains cas).

Lors de l'analyse des reformulations produites par les élèves, Mellone et al. (2017) ont montré que les élèves ayant donné des réponses réalistes ont ajouté en moyenne significativement plus d'éléments (descriptifs et d'actions) que les élèves n'en n'ayant pas donné. En outre, les élèves travaillant en dyades ont ajouté plus d'éléments que ceux travaillant individuellement. Ainsi, les reformulations des dyades étaient plus riches (Mellone et al., 2017). Cela se remarque nettement pour le problème du bus. Le fait que les dyades ajoutent plus d'éléments aux problèmes leur donnent plus de chances de produire des réponses réalistes. Néanmoins, le travail en dyades et la reformulation ne garantissent pas de produire des réponses réalistes (Mellone et al., 2017).

Plusieurs auteurs indiquent que des problèmes plus longs peuvent distraire les élèves et que, prêter attention à l'histoire du problème, peut détourner l'attention des élèves (Gerofsky, 1996 ; Chapman, 2006, cités par Mellone et al., 2017). Néanmoins, selon Mellone et al. (2017), cela ne vaut pas pour les problèmes problématiques. En effet, demander à des dyades d'élèves de

¹¹ « [...] the description of the setting, of temporal features and of the initiating events may contribute to the construction of a situation model, because this kind of information plays a role in the development of a context that anchors the mathematical question in a real life situation. » (Vicente et al., 2007, cités par Mellone et al., 2017, p. 6)

reformuler et d'ajouter des éléments peut mener à plus de considérations réalistes lors de la résolution de ces problèmes. Même des éléments pouvant être considérés comme « inutiles » peuvent aider les élèves à se représenter la situation. Ainsi, permettre aux élèves de reformuler les problèmes et à en débattre dans des situations de communication peut les aider à faire preuve de plus de réalisme (même si ce n'est pas garanti) (Mellone et al., 2017).

Dans leur conclusion, Mellone et al. (2017, p. 10) soulignent une reformulation de type « personnalisation » créée par une dyade concernant le problème du bus : « *Dans les classes de cinquième année de Madonna Assunta [école des élèves], 450 enfants doivent se rendre au camp d'école des Pouilles. Les enseignants ont commandé des bus pouvant accueillir jusqu'à 36 enfants. Les enfants se posent le problème du nombre d'autobus qui seront utilisés pour transporter les 450 enfants.* » [traduction libre]¹². Ces deux élèves ont reformulé le texte du problème en quelque chose de plus proche de leur vie et ont répondu de manière réaliste au problème. Selon les auteurs, cette reformulation peut être mise en lien avec le fait que la personnalisation peut mener à de meilleurs résultats (Davis-Dorsey et al., 1991, cités par Mellone et al., 2017).

Cet exemple nous a poussé à nous interroger sur l'effet de la personnalisation des énoncés des problèmes problématiques lors d'échanges entre élèves sur le réalisme de leurs réponses. En effet, ces deux élèves ayant été plus loin que la « simple » reformulation en ajoutant des éléments personnels, propres à leur vie quotidienne, ont produit une réponse réaliste. Par conséquent, nous émettons l'hypothèse que cette personnalisation leur a permis de mieux se représenter le problème, de construire un modèle de situation correct en tenant compte des éléments réels et, par conséquent, d'avoir un raisonnement réaliste. Notre recherche a pour objectif d'approfondir cette hypothèse, en se centrant sur les personnalisations et non sur les reformulations. En outre, les résultats de l'étude de Mellone et al. (2017) étant différents en fonction des problèmes, nous voulons savoir si la personnalisation peut avoir un effet sur l'ensemble des problèmes.

- **Les reformulations et personnalisations des problèmes standards**

Après avoir expliqué en détail l'étude de Mellone et al. (2017), nous présentons quatre études concernant les reformulations et personnalisations des problèmes. Celles-ci portent sur les problèmes standards car nous n'en n'avons pas trouvées à propos des problèmes problématiques.

Une première étude concernant la reformulation des problèmes standards est celle de De Corte, Verschaffel et De Win (1985). Il a été démontré que le fait de rendre les relations sémantiques

¹² « In the fifth grade classes of Madonna Assunta [pupils' school] there are 450 children who have to go to school camp in Puglia. The teachers have ordered the buses that can hold up to 36 children. Children pose themselves the problem of how many buses will be used to transport the 450 children. » (Mellone et al., 2017, p. 10).

entre les données du problème plus explicites (sans affecter la structure mathématique et sémantique) permet aux élèves du début du primaire d'augmenter significativement le développement de représentations mentales correctes. Une formulation plus explicite avantage principalement les élèves novices et moins performants car rendre les relations sémantiques explicites compense leurs schémas sémantiques moins développés et facilite un traitement approprié du problème (De Corte et al., 1985). Les élèves plus performants comprennent mieux l'implicite présent dans les problèmes classiques, la reformulation leur est alors moins utile (De Corte et al., 1985). Malgré des résultats obtenus sur des problèmes standards, nous émettons l'hypothèse que cela peut également impacter la résolution de problèmes problématiques.

Davis-Dorsey et al. (1991) ont étudié la reformulation et la personnalisation des problèmes standards. Ils ont eux-mêmes reformulé et personnalisé les énoncés de problèmes. La reformulation a été réalisée suivant la procédure développée par De Corte et al. (1985), l'objectif étant de rendre plus claire l'identification des éléments clés et de leurs relations (Davis-Dorsey et al., 1991). Pour ce qui est de la personnalisation, Davis-Dorsey, et al. (1991) ont demandé aux élèves de répondre à un « questionnaire biographique » afin de récolter des données à introduire dans les problèmes de base. Ainsi, la personnalisation du contexte a été réalisée en changeant les noms des personnes du problème et en incluant des informations personnelles propres à chaque élève. À titre d'exemple, les catégories générales entre parenthèses de ce problème ont été personnalisées grâce aux réponses données par les élèves : « *(Meilleur ami) a marché 3/5 de mile pour voir (film préféré). Plus tard, il se dirigea vers la maison d'un autre ami. (Meilleur ami) a parcouru 4/5 de mile en tout. À quelle distance (meilleur ami) a-t-il marché de (film préféré) à la maison de (autre ami)?* » [traduction libre]¹³ (Davis-Dorsey et al., 1991, p. 63).

Il ressort de leur étude que les élèves de deuxième année (jeunes et peu expérimentés) ont de meilleures performances en résolution de problèmes lorsque la reformulation et la personnalisation sont combinées alors que la personnalisation seule ou la reformulation seule ne fonctionnent pas (Davis-Dorsey et al., 1991). Les élèves de cinquième année tirent avantage de la personnalisation dans tous les cas (que ce soit sur des problèmes standards ou reformulés) mais pas de la reformulation (Davis-Dorsey et al., 1991). Les résultats concernant les élèves de deuxième ne s'accordent pas vraiment avec ceux de De Corte et al. (1985). En effet, ces auteurs indiquaient que les jeunes élèves réussissaient mieux lorsqu'ils étaient confrontés à des problèmes reformulés. Davis-Dorsey et al. (1991) proposent deux raisons pouvant expliquer cette différence

¹³ « *(Best friend) walked 3/5 of a mile to see (favorite movie). Later he walked to (other friend's) house. (Best friend) walked 4/5 of a mile altogether. How far did (best friend) walk from (favorite movie) to (other friend's) house?* » (Davis-Dorsey et al., 1991, p. 63)

de résultats. Les problèmes étaient lus oralement aux élèves dans l'étude de De Corte et al. et pas dans celle de Davis-Dorsey et al., les compétences en lecture ont alors pu intervenir. De plus, un plus grand effet de fatigue est possible dans le test de Davis-Dorsey et al. car il est plus long et comprend plus d'items, ce qui pourrait donner plus d'importance à la valeur motivationnelle de la personnalisation par rapport à des tâches moins exigeantes (Davis-Dorsey et al., 1991).

Selon Davis-Dorsey et al. (1991), la personnalisation du contexte des problèmes peut permettre une meilleure représentation mentale de la situation du problème. Les problèmes personnalisés sont plus motivants, ce qui permet d'attirer et de maintenir l'attention des élèves. En outre, la personnalisation permet un encodage en mémoire des informations, et donc une possibilité de les récupérer. Enfin, la personnalisation augmente le sens du problème car il peut être plus facilement relié à la vie réelle. Pour conclure, la reformulation et la personnalisation permettent aux élèves de comprendre la structure sémantique des problèmes et de s'en faire une représentation correcte, ce qui améliore la résolution de problèmes (Davis-Dorsey et al., 1991).

Les résultats de cette étude nous ont aiguillée lors de la création de notre dispositif de recherche. Ils soulignent un effet positif de la personnalisation rédigée par les chercheurs sur les problèmes standards. Cela nous amène à nous interroger sur l'impact de la personnalisation lorsque c'est aux élèves de personnaliser eux-mêmes les énoncés. En outre, nous constatons que cela peut fonctionner pour les problèmes standards mais qu'en est-il des problèmes problématiques ?

Dans leur étude de 2007, Vicente, Orrantia et Verschaffel ont comparé l'influence des reformulations conceptuelles et situationnelles. Les problèmes standards ont été reformulés par les chercheurs et non par les élèves. La reformulation conceptuelle consiste à rendre plus explicite les relations entre les données du problème et l'inconnue, les rôles des données sont clarifiés (Vicente et al., 2007). Quant à la reformulation situationnelle, elle présente la situation du monde réel à laquelle le problème fait référence de manière enrichie et élaborée. Le contexte est alors plus explicite. La reformulation situationnelle est similaire à la personnalisation de Davis-Dorsey et al. (1991). Selon Vicente et al. (2007), 5 types d'informations situationnelles peuvent être ajoutées : descriptives, intentionnelles, d'actions, temporelles et causales. Les informations situationnelles correspondent à plusieurs catégories du cadre d'authenticité créé par Palm (2008). L'événement décrit peut se passer dans la vie réelle, les données sont réalistes et le but est précisé grâce aux informations causales et intentionnelles. De plus, l'ajout d'informations de différentes catégories permet d'être en accord avec le principe de Palm (2008) qui indique que toutes les données présentes en situation réelle doivent se retrouver dans l'énoncé.

Les résultats indiquent que, pour les problèmes difficiles, la reformulation conceptuelle des problèmes induit un nombre plus élevé de réponses correctes que les énoncés standards et ceux ayant subi une reformulation situationnelle (Vicente et al., 2007). Ces résultats sont valables pour les élèves de tous les groupes d'âge (grades 3 à 5), mais les reformulations conceptuelles sont plus efficaces pour les élèves plus jeunes. Pour ce qui est des reformulations situationnelles, celles-ci ne mènent pas à une augmentation des performances (Vicente et al., 2007). Cela peut s'expliquer par le fait que l'ajout d'informations situationnelles rend les problèmes plus longs et plus complexes linguistiquement. Sur base de ces résultats, Vicente et al. (2007) ont voulu étudier plus spécifiquement les reformulations situationnelles. Ainsi, au lieu de reformuler les énoncés en ajoutant les cinq types d'informations situationnelles précédemment citées, ils n'en ont ajouté que deux (informations temporelles et causales), afin d'alléger l'énoncé. Il en ressort qu'il n'y a pas d'impact des informations causales et temporelles alors que les problèmes sont moins longs que ceux avec les cinq types d'informations (Vicente et al., 2007).

Les chercheurs ont tenté de comprendre pourquoi des informations supplémentaires sur la situation n'ont pas aidé les enfants à résoudre les problèmes avec plus de précision. Vicente et al. (2007) indiquent que les informations conceptuelles sont directement pertinentes car elles permettent de trouver la structure mathématique du problème. À l'inverse, l'ajout d'informations de situation peut causer une plus grande charge cognitive. Cependant, ces résultats ont été trouvés dans le cadre d'une recherche sur des problèmes où la difficulté est conceptuelle et non situationnelle. Il est donc logique que des informations situationnelles n'aient pas d'impact. En effet, des résultats positifs des reformulations situationnelles pour la résolution de problèmes complexes ont été mis en évidence par Moreau et Coquin-Viennot (2003, cités par Vicente et al., 2007). Ainsi, Vicente et al. (2007) font l'hypothèse que ces reformulations peuvent être utiles dans le cadre de problèmes ambigus, pas clairs ou non familiers, où la création d'un modèle de situation est nécessaire. Nous pouvons faire le parallèle avec les problèmes problématiques, pour lesquels les reformulations seraient utiles. Dans notre recherche, nous tenterons d'analyser l'impact de l'ajout d'informations situationnelles par les élèves (via des personnalisations) sur le réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques.

La dernière étude que nous présentons est celle de Voyer (2011) portant sur les facteurs pouvant influencer la compréhension des problèmes. Il a étudié l'effet de la construction d'un modèle de situation¹⁴ sur la performance des élèves en matière de résolution de problèmes. Un modèle de situation doit être construit en utilisant des informations de situation ou des explications fournies

¹⁴ Le modèle de situation fait partie du processus de modélisation mathématique, il s'agit d'une représentation mentale qui décrit les éléments et les relations de la situation (Van Dooren et al., 2010).

dans le problème (Voyer, 2011). Quatre versions de trois problèmes standards ont été créées : 1) version simplifiée avec seulement les informations essentielles à la résolution, 2) version avec des informations situationnelles supplémentaires, 3) version avec une phrase explicative supplémentaire (rendant la relation entre les différentes informations contenues dans le texte plus explicite), et 4) version complète avec des informations situationnelles et une phrase explicative (voir annexe 7). L'objectif des informations contextuelles est de permettre aux élèves d'utiliser leurs connaissances du monde réel pour se construire une représentation du contexte du problème (Voyer, 2011). Concernant le dispositif, en plus de la résolution des problèmes (tâche A), les élèves ont dû réaliser une deuxième tâche (tâche B). Ceux des versions 2, 3 et 4 ont dû identifier les éléments non essentiels mais qui ont été utiles à la compréhension du problème. Les élèves de la version 1 ont dû ajouter une ou deux phrases permettant à d'autres élèves de mieux comprendre le problème.

Les résultats de la tâche A indiquent que les élèves résolvent mieux les problèmes simplifiés et ceux avec les informations explicatives (Voyer, 2011). Pour la tâche B, les élèves identifient davantage les informations explicatives comme étant importantes dans la création d'un modèle de situation (à l'inverse des informations situationnelles) (Voyer, 2011). Ce sont également des informations de ce type que les élèves (de la version 1) ajoutent principalement. Par conséquent, ce sont les explications qui permettent une meilleure compréhension du problème. Concernant les informations situationnelles, celles-ci n'ont pas une valeur égale dans le processus de compréhension (Voyer, 2011). Elles permettent aux élèves de créer un contexte pour le problème et donc de puiser dans leurs connaissances du monde réel pour se créer une représentation du problème (Voyer, 2011). Au niveau de la performance, nous constatons que ce sont les élèves qui accordent plus d'importance aux informations situationnelles qui réussissent le mieux à résoudre les problèmes (Voyer, 2011). Ainsi, ces dernières ont une incidence sur leurs performances lorsque les élèves les prennent en compte. En lien avec notre recherche, nous imaginons que le fait de demander aux élèves de personnaliser eux-mêmes les énoncés des problèmes va leur permettre de leur donner plus de sens, et par conséquent permettre une meilleure résolution.

- **Mise en relation des études sur les reformulations et personnalisations**

Il nous semble pertinent de mettre en relation les différentes reformulations réalisées par les chercheurs. Nous pouvons réaliser deux catégories : les reformulations structurelles et les reformulations situationnelles. D'une part, les reformulations axées sur la structure du problème rendent plus explicites les relations entre les données et l'inconnue, c'est le cas des reformulations de De Corte et al. (1985), de la reformulation de Davis-Dorsey et al. (1991), de la reformulation conceptuelle de Vicente et al. (2007) et des phrases explicatives de Voyer (2011). D'autre part, les

reformulations situationnelles présentent la situation du monde réel à laquelle le problème fait référence de manière enrichie. Dans cette catégorie, nous retrouvons la personnalisation de Davis-Dorsey et al. (1991), la reformulation situationnelle de Vicente et al. (2007) et les informations situationnelles de Voyer (2011).

Selon nos deux catégories, nous pouvons indiquer que les reformulations structurelles facilitent la compréhension des relations entre les données et permettent de meilleures performances en résolution de problèmes (De Corte, 1985 ; Vicente et al., 2011 ; Voyer, 2011). La personnalisation, élément central de notre recherche, fait partie des reformulations situationnelles. Nous la définissons comme la reformulation du problème par l'ajout d'éléments propres à sa vie quotidienne. À ce sujet, nous pouvons souligner les constats suivants. La personnalisation du contexte du problème permet une meilleure représentation mentale de la situation du problème et ainsi de meilleures performances (Davis-Dorsey et al., 1991). En outre, le fait d'ajouter des informations non essentielles à la solution mathématique du problème, mais pertinentes dans le contexte du problème, a eu une influence positive sur la performance des élèves (Voyer, 2011). Enfin, Vicente et al. (2007) pointent l'intérêt des reformulations situationnelles pour les problèmes plus ambigus, qui requièrent la construction d'un modèle de situation (Vicente et al, 2007). Ce que nous pouvons mettre en lien avec la résolution de problèmes problématiques.

- **Communication entre élèves**

La communication entre élèves a déjà été abordée lors de la présentation de l'étude de Wyndhamn et Säljö (1997) portant sur la résolution du problème problématique de l'école dans un contexte de discussion. Selon ces auteurs, le fait de se trouver dans une situation de communication permet aux élèves de poser des questions, de les explorer, d'argumenter et d'explicitier leurs différentes interprétations (Wyndhamn & Säljö, 1997). De plus, lorsqu'ils sont placés en situations d'interactions, les élèves sont capables de considérations réalistes (Wyndhamn & Säljö, 1997). À ce sujet, nous pouvons rappeler que, dans l'étude de Mellone et al. (2017), seule la reformulation en dyades permettait d'augmenter le nombre de réponses réalistes face aux problèmes problématiques. Sans compter que les reformulations des dyades étaient plus riches (plus d'ajouts d'éléments de différentes catégories) que celles des élèves travaillant seuls. Soulignons qu'il avait été explicitement demandé aux dyades de travailler ensemble et de négocier à propos de la reformulation.

Polostakaïa (2009) a mis en place le « jeu du capitaine ». C'est un jeu de communication où les élèves doivent dégager la structure mathématique du problème à partir de l'énoncé et la

communiquer efficacement aux autres. Différentes règles sont à suivre pour transformer un problème en un message-dessin afin que le capitaine (n'ayant pas eu connaissance du problème) puisse le comprendre et le résoudre. Ce système permet aux élèves d'avoir d'autres feedbacks que ceux de l'enseignant (Polostakaïa, 2009). Trois niveaux de réflexion sont atteints : une réflexion en groupe sur le problème afin de le comprendre, ensuite une réflexion sur sa représentation personnelle du problème et enfin une analyse des communications de chaque équipe (Polostakaïa, 2009). Nous constatons que la discussion entre élèves leur permet de mieux comprendre les problèmes et de réfléchir sur leur propre compréhension grâce à la confrontation avec d'autres.

Sachant que le travail en dyades peut permettre aux élèves de confronter leurs points de vue, d'argumenter, de mieux comprendre la situation et ainsi de résoudre les problèmes de manière réaliste, nous souhaitons le mettre en place dans notre recherche. Effectivement, nous plaçons certains élèves en dyades afin qu'ils interagissent lors de la personnalisation et la résolution des problèmes. Sur la base des résultats présentés, nous émettons l'hypothèse que les élèves évoluant en dyades réaliseront des personnalisations plus riches et produiront davantage de réponses réalistes que les élèves seuls.

V. Que conclure ?

Lors de la résolution de problèmes problématiques, les élèves négligent leurs connaissances du monde réel et produisent des réponses non réalistes (Verschaffel et al., 1994). Ils mettent le sens entre parenthèses (Van Dooren et al., 2010). De plus, le contrat didactique présent dans les classes entraîne des croyances erronées à propos de la résolution de problèmes (Reusser & Stebler, 1997a). Nous avons souligné deux aspects pouvant les expliquer : la nature des problèmes proposés habituellement aux élèves et la manière dont les enseignants conçoivent et abordent les problèmes lors de leurs cours de mathématiques (Depaepe et al., 2015).

Pour ce qui est des dispositifs visant à augmenter le réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques, nous remarquons que certains n'y parviennent pas (les avertissements et illustrations). Néanmoins, il a été démontré que le fait de changer l'environnement d'enseignement/apprentissage permet de développer des stratégies expertes de résolution et de changer les croyances erronées des élèves de manière significative (Verschaffel & De Corte, 1999). La mise en évidence de la complexité de la modélisation mathématique dans l'énoncé des problèmes problématiques améliore de manière faible mais significative le nombre de réponses réalistes (Weyns et al., 2017). Rendre les problèmes plus authentiques permet d'augmenter le réalisme présent dans les réponses des élèves (Palm, 2008). De plus, lorsque les problèmes sont

proposés aux élèves dans un contexte plus proche de la vie réelle, ils sont plus enclins à répondre de manière réaliste (Wyndhamn & Säljö, 1997).

L'étude sur laquelle s'est particulièrement arrêtée notre attention est celle de Mellone et al. de 2017. Pour certains problèmes, la reformulation en dyades permet d'augmenter le taux de réponses réalistes (Mellone et al., 2017). Dans le problème du bus, 22 dyades, parmi les 30 devant reformuler, ont donné une réponse réaliste, alors que dans les autres conditions, le taux de réponses réalistes est inférieur à 5,5 % (Mellone et al., 2017). Néanmoins, il n'y a pas d'effet de la reformulation individuelle. Cela marque l'intérêt de faire travailler les élèves en groupe et ouvre un questionnement : pourquoi la reformulation individuelle n'a-t-elle pas le même impact que celle en dyades ? De plus, pourquoi la reformulation en dyades ne fonctionne-t-elle pas de la même manière pour chacun des problèmes proposés ?

Nous nous sommes alors intéressés à plusieurs recherches menées sur la reformulation et les personnalisations des problèmes. Nous avons pu souligner l'effet des personnalisations réalisées par les chercheurs sur les performances des élèves en résolution de problèmes standards (Davis-Dorsey et al., 1991). Ainsi, nous nous interrogeons sur l'effet des personnalisations quand elles sont, cette fois, réalisées par les élèves eux-mêmes. De plus, l'intérêt d'ajouter des informations en lien avec la situation pour les problèmes moins clairs ou non familiers a été mis en évidence (Vicente et al., 2007). À l'instar des problèmes problématiques, ces problèmes nécessitent la construction d'un modèle de situation. C'est pourquoi nous imaginons un effet de la personnalisation (reformulation avec des éléments proches de sa vie quotidienne) sur la résolution des problèmes problématiques.

Ces différents éléments nous font nous pencher sur l'impact de la personnalisation réalisée en dyades sur le nombre de réponses réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques. Notre question de recherche est la suivante : « *Dans quelle mesure la personnalisation des énoncés des problèmes lors d'échanges entre élèves va-t-elle permettre d'augmenter le nombre de réponses réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques ?* ».

3. Partie pratique

I. Question de recherche

Dans le cadre de cette recherche, notre intervention a pour but d'augmenter le nombre de réponses réalistes des élèves face aux problèmes problématiques. Nous avons fait travailler les élèves par deux afin qu'ils puissent échanger, discuter et débattre à propos des problèmes. De plus, il leur a été demandé de personnaliser les énoncés des problèmes, c'est-à-dire de les reformuler en y ajoutant des éléments propres à leur vie quotidienne. Notre objectif est d'observer l'impact de la personnalisation des problèmes problématiques lors de situations de communication entre élèves sur le réalisme présent dans leurs résolutions. Notre question de recherche est la suivante : « *Dans quelle mesure la personnalisation des énoncés des problèmes lors d'échanges entre élèves va-t-elle permettre d'augmenter le nombre de réponses réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques ?* »

II. Hypothèses de recherche

Suite à cette question, nous avons formulé plusieurs hypothèses afin de guider notre recherche. Avant de les présenter, nous allons expliquer brièvement notre dispositif. Celui-ci sera expliqué plus en détail dans le point suivant.

Notre dispositif se divise en deux phases. La première consiste en la résolution de quatre problèmes problématiques : la corde, les planches, l'école et le bus. Les élèves sont répartis aléatoirement entre quatre conditions expérimentales : résolution individuelle (RI), résolution en dyades (RD), personnalisation individuelle (PI) et personnalisation en dyades (PD). Ainsi, certains élèves travaillent seuls (RI et PI) tandis que d'autres travaillent en duos (RD et PD). En outre, certains doivent uniquement résoudre les problèmes (RI et RD) alors que d'autres doivent, préalablement à la résolution, les personnaliser (PI et PD). La structure de cette partie est similaire à celle de l'étude de Mellone et al. (2017) mais la différence se situe au niveau de la personnalisation. En effet, dans l'étude de Mellone et al. (2017), les élèves avaient pour consigne de reformuler les problèmes alors que notre étude s'axe sur la personnalisation de ceux-ci. Cela signifie que les élèves (PI et PD) doivent personnaliser les problèmes en modifiant des éléments pour rendre la situation du problème plus proche de leur vie de tous les jours, en ajoutant des détails en lien avec leur vie quotidienne.

Dans la seconde partie, les quatre mêmes problèmes que ceux présentés en partie 1 sont accompagnés de deux ou trois réponses : la réponse réaliste ainsi qu'une ou deux non réaliste(s).

Individuellement, les élèves doivent choisir la réponse qui correspond le mieux à chaque problème et justifier leur choix. Cette méthodologie est similaire à celle de Dewolf et al. (2017) et de Fagnant et Auquière (à paraître) mais n'est pas présente dans l'étude de Mellone et al. (2017).

Nos différentes hypothèses sont en lien avec les quatre conditions de la partie 1 (hypothèses 1, 2, 3, 4, 5 et 8) et la partie 2 (hypothèses 6, 7 et 8).

Hypothèse 1 : Nous émettons l'hypothèse que, pour les élèves résolvant seuls les problèmes (RI), le nombre de réponses réalistes sera inférieur à 20 %. Nous nous basons sur différentes études ayant souligné la tendance des élèves à mettre le sens entre parenthèses lorsqu'ils résolvent des problèmes problématiques (Dewolf et al., 2014 ; Mellone et al., 2017 ; Verschaffel et al., 1994 ; Verschaffel & De Corte, 1997 ; Yoshida et al., 1997 ; Weyns et al., 2017). Pour ne citer qu'un exemple, le taux de réponses réalistes est de 17% dans l'étude initiale de Verschaffel et al. (1994).

Hypothèse 2 : Notre seconde hypothèse est similaire à la première mais porte sur la condition de résolution en dyades (RD). En nous basant sur les mêmes raisons que celles citées pour l'hypothèse 1, nous pensons que le nombre de réponses réalistes sera faible. Cependant, nous supposons qu'il y aura un impact du travail par deux sur le taux de réponses réalistes, celui-ci serait donc plus important que celui de la condition RI, supérieur à 20 %. En effet, selon Wyndhamn et Säljö (1997), le fait de travailler en groupe permet d'amener davantage de réactions réalistes. Néanmoins, les résultats de Mellone et al. (2017) ont montré que le fait de « seulement » placer les élèves dans une situation de communication n'a pas un impact positif sur le nombre de réponses réalistes produites. Ainsi, nous pensons que le nombre de réponses réalistes sera plus important en RD qu'en RI, mais pas de manière significative.

Hypothèse 3 : Nous émettons l'hypothèse que le pourcentage de réponses réalistes produites en condition de personnalisation individuelle (PI) sera plus important que dans les conditions de résolution (RI et RD) mais moins que dans la condition de personnalisation en dyades (PD). Pour appuyer cette hypothèse, nous nous basons sur les résultats de Davis-Dorsey et al. (1991) qui indiquent que la personnalisation du problème permet une meilleure représentation mentale de la situation et ainsi de meilleures performances. Ces résultats ayant été mis en évidence lorsque les personnalisations étaient réalisées par les chercheurs, nous imaginons que de tels résultats pourraient se retrouver également lorsque ce sont les élèves qui personnalisent eux-mêmes les problèmes. En outre, Mellone et al. (2017) soulèvent un exemple de reformulation de type « personnalisation » (alors que cela n'avait pas été explicitement demandé) ayant amené les élèves à avoir un raisonnement réaliste.

Hypothèse 4 : Concernant la condition de personnalisation en dyades (PD), nous supposons que la combinaison des échanges entre élèves et la personnalisation va permettre d'augmenter le pourcentage de réponses réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques. Pour avancer cette hypothèse, nous nous basons sur les résultats de l'étude de Mellone et al. (2017) qui indiquent que c'est la combinaison du travail en dyades et de la reformulation qui permet l'augmentation du pourcentage de réponses réalistes pour certains problèmes problématiques. Dans notre cas, la condition PD est la combinaison du travail en dyades avec la personnalisation (reformulation en lien avec sa vie personnelle). De plus, il semble que le fait de travailler en groupe permette d'amener davantage de réactions réalistes (Wyndhamn & Säljö, 1997).

Hypothèse 5 : Nous imaginons que les personnalisations réalisées en dyades (PD) contiendront davantage d'informations de différentes catégories que les personnalisations réalisées individuellement (PI). Lors de situations de communication, la personnalisation pourrait être plus efficace car les élèves devront proposer leurs idées et se mettre d'accord. Nous nous basons sur les résultats concernant les reformulations dans l'étude de Mellone et al. (2017) qui signalent que les élèves travaillant par deux ajoutent significativement plus d'éléments que ceux travaillant seuls.

Hypothèse 6 : Pour ce qui est de la partie 2, nous formulons l'hypothèse que le nombre de réponses réalistes sera plus important que lors de la partie 1. Selon nous, le fait d'être confronté aux réponses réalistes va permettre aux élèves de se rendre compte du caractère problématique des problèmes présentés. Nous basons cette hypothèse sur les résultats de Dewolf et al. (2017). Dans leur étude, le pourcentage de réponses réalistes passait de 23,8 % lors de la résolution à 39 % lors du choix entre plusieurs réponses, dont la réaliste (Dewolf et al., 2017). Ainsi, certains élèves ayant répondu de manière non réaliste ont ensuite fait preuve de réalisme lorsqu'ils ont été confronté à la réponse réaliste. En outre, selon Verschaffel et al. (1997), la mise entre parenthèses du sens est une tendance résistante. Ainsi, cela nous fait ajouter que s'il y a une amélioration dans la présence de réalisme dans les réponses des élèves, celle-ci ne sera pas très importante.

Hypothèse 7 : Concernant la partie 2, nous émettons l'hypothèse d'un effet de la condition des élèves lors de la partie 1. Selon nous, les élèves ayant personnalisé en dyades (PD) vont davantage choisir les réponses réalistes que les élèves des autres conditions.

Hypothèse 8 : Nous émettons l'hypothèse que le pourcentage de réponses réalistes sera différent en fonction des problèmes (fonctionnement différentiel). Cette hypothèse est basée sur les résultats de Mellone et al. (2017). Pour chacune des conditions, nous imaginons que c'est le problème du bus qui sera résolu avec le plus de réalisme.

III.Méthodologie

Cette partie a pour objectif de présenter la méthodologie utilisée pour mener notre recherche. Nous présentons d'abord notre échantillon et ensuite nous nous concentrons sur le design de notre étude. Après cela, la manière dont les élèves ont été répartis dans les quatre conditions expérimentales et le matériel utilisé sont abordés. Enfin, nous développons les données recueillies et les traitements envisagés.

- **Echantillon**

Notre échantillon de recherche est constitué de quinze classes de cinquième et/ou sixième primaire de la Fédération Wallonie-Bruxelles pour un total de 290 élèves. Notre objectif était de toucher environ 300 élèves, chiffre que nous avançons en nous basant sur d'autres études à la méthodologie similaire. Dans l'étude de Mellone et al. (2017), très proche de notre recherche, l'échantillon était composé de 179 élèves. Avec 290 élèves, notre échantillon s'approche davantage de celui de l'étude de Dewolf et al. (2017), qui comptait 288 élèves. Selon nous, cela peut permettre d'avoir des informations plus solides sur l'impact de la personnalisation des problèmes problématiques et sur leur résolution.

- **Design en deux parties**

Notre étude est divisée en deux parties. La première partie consiste en la résolution et/ou la personnalisation de quatre problèmes problématiques seuls ou en dyades. Concernant la seconde partie, il s'agit de la sélection de la meilleure réponse possible pour chaque problème, parmi deux ou trois propositions.

Pour ce qui est de la première partie, quatre conditions différentes ont été testées dans chacune des classes : résolution individuelle (RI), résolution en dyades (RD), personnalisation individuelle (PI) et personnalisation en dyades (PD). Afin d'éviter un effet-classe, les quatre conditions ont été distribuées aléatoirement dans chaque classe. De plus, la répartition des élèves dans les différentes conditions a été aléatoire au sein des quinze classes. Cette précaution est également prise dans d'autres études similaires (Dewolf et al., 2017 ; Mellone et al., 2017).

Dans chaque condition, l'élève ou la dyade a reçu un carnet avec quatre problèmes problématiques à résoudre : la corde, les planches, l'école et le bus. Nous avons choisi les mêmes problèmes que ceux testés dans l'étude de Mellone et al. (2017) afin de pouvoir comparer les résultats. Avant de résoudre et/ou personnaliser les problèmes, les élèves ont été avertis que le test allait comprendre des problèmes particuliers : « *Faites attention, certains problèmes du questionnaire sont difficiles à résoudre parce qu'ils ne sont pas clairs. Si vous rencontrez des difficultés, écrivez aussi précisément que possible pourquoi ce n'est pas clair.* » (extrait des consignes de passation, voir annexe 8). Nous

avons choisi d'énoncer un avertissement sur le caractère « particulier » des problèmes en nous basant sur d'autres études (Dewolf et al., 2014, 2017 ; Fagnant & Auquière, à paraître). Cependant, cela n'avait pas été réalisé dans l'étude de Mellone et al. (2017).

Les élèves placés dans les conditions RI et RD avaient pour consigne de résoudre les problèmes, soit seuls soit en dyades. Pour les conditions PI et PD, il a été demandé aux élèves de reformuler le problème en le personnalisant. Ainsi, un espace supplémentaire dédié à la personnalisation était prévu pour chaque problème dans les carnets de ces deux conditions. À l'inverse de l'étude de Mellone et al. (2017), où il était demandé de reformuler en ajoutant des détails afin de répondre à quatre questions (qui est impliqué, qu'est-ce qu'il se passe, pourquoi cela se passe et d'où vient la question), la reformulation demandée ici est une personnalisation, c'est-à-dire une reformulation axée sur l'élève. Cela signifie que les élèves devaient réécrire les problèmes en y ajoutant des éléments personnels, en les modifiant. Selon Walkington, Petrosino et Sherman (2013, cités par Mellone et al., 2017), la personnalisation du contexte fait référence à l'adéquation avec les intérêts et les expériences des élèves en dehors de l'école. Si nous nous référons à l'article de Vicente et al. (2007), la personnalisation est une reformulation situationnelle, c'est-à-dire que la situation (du monde réel) à laquelle le problème fait référence est présentée de manière plus enrichie et élaborée. Ainsi, le contexte situationnel est plus explicite. L'objectif est de permettre aux élèves de mieux pouvoir se représenter les situations des problèmes et ainsi de construire plus facilement un modèle de situation réaliste.

Afin de préciser aux élèves ce qu'est la personnalisation des énoncés des problèmes, des consignes écrites ont été données. En effet, les consignes orales ont concerné uniquement la phase de résolution et non la phase de personnalisation afin de ne pas induire l'idée de personnalisation chez les élèves des conditions RI et RD (pour différencier les conditions). Les consignes concernant la personnalisation étant inscrites au début des carnets des conditions PI et PD, l'importance de lire entièrement les consignes écrites au début du carnet a bien été précisée lors des consignes orales « *De plus amples informations sur ce que vous devez faire sont présentées dans votre carnet. Lisez bien ces consignes.* » (voir annexe 8).

La personnalisation a été expliquée avec des termes compréhensibles par les élèves (voir annexe 9). Elle a été définie : « [...] vous allez réécrire le problème en le reformulant, en modifiant des éléments pour rendre la situation du problème plus proche de votre vie de tous les jours. De plus, des exemples de catégories d'informations à ajouter ont été proposés : « *Ainsi, pour personnaliser le problème, vous pouvez ajouter des détails en lien avec votre vie quotidienne :*

- *Modifier/préciser qui est impliqué : mettre un de vos prénoms, celui d'un ami, de quelqu'un de votre famille...*

- *Ajouter des détails à propos de ce qu'il se passe dans le problème.*

- *Préciser les circonstances dans lesquelles le problème se passe (Quand ? Où ?).* - *Préciser les raisons de la question posée.* » Un exemple de personnalisation était également fourni aux élèves. En outre, il était bien précisé que les nombres et la question du problème devaient rester similaires. En plus de la phrase d'introduction « *Vous allez devoir faire 2 choses : personnaliser et résoudre 4 problèmes !* », la structure du document a été pensée afin de permettre aux élèves des conditions PI et PD de comprendre directement les deux tâches à réaliser : 1) personnaliser et 2) résoudre.

Pour ce qui est de la partie 2, individuellement, les élèves ont dû sélectionner une réponse pour chacun des quatre problèmes. Les quatre mêmes problèmes que ceux présentés en partie 1 étaient accompagnés de deux ou trois réponses : la réaliste ainsi qu'une ou deux non réaliste(s). Les élèves ont été invités à choisir la réponse qui correspondait le mieux à chaque problème. De plus, ils ont dû justifier ce choix.

Tous les élèves ont reçu la même partie 2, quelle que soit leur condition en partie 1. La méthodologie de cette partie est similaire à celle des études de Dewolf et al. (2017) et de Fagnant et Auquier (à paraître) mais n'était pas présente dans l'étude de Mellone et al. (2017). Nous avons choisi de réaliser cette partie afin de pouvoir tester l'impact de la confrontation aux réponses réalistes et déterminer si la condition en première partie avait un effet. Cette deuxième partie a été donnée directement après la première, lorsque tous les élèves l'ont eu terminée. Nous n'avons pas fourni de feedback concernant la première partie et nous avons veillé à ce que les élèves ne discutent pas entre eux avant la fin de l'expérimentation.

Pour les deux parties, il a été signalé qu'aucune question ne pouvait être posée. Lorsque ce fut le cas, les élèves ont été invités à noter leur questionnement dans l'espace prévu à cet effet. Les tests ont été menés en classe, durant l'horaire scolaire. Au début du test, il a été précisé aux élèves qu'il s'agissait d'un test mené dans le cadre d'une recherche sur la résolution de problèmes et non d'un test noté. Pour ce qui est du timing de l'intervention, celui-ci avait été initialement estimé à 1h30 pour l'ensemble du dispositif. Dans les faits, le temps des tests correspond à l'estimation. Il n'y avait pas de limite de temps de prévue.

- **Répartition des élèves dans les quatre conditions**

Les 290 élèves n'ont pas été répartis équitablement entre les différentes conditions. Pour réaliser la répartition de notre échantillon, nous nous sommes calqués sur celle de l'étude de Mellone et al. (2017). Initialement, il était prévu qu'un tiers des élèves, c'est-à-dire 100 élèves, fassent partie de la condition PD (50 dyades) et que 100 élèves fassent partie de la condition RD (50 dyades).

Pour ce qui est du dernier tiers, il devait être divisé entre les conditions RI et PI : 30 élèves en condition RI et 70 en PI. Dans les faits, les élèves ont été répartis de la sorte entre les quatre conditions :

- Résolution individuelle (RI) : 28 élèves,
- Résolution en dyades (RD) : 94 élèves (47 dyades),
- Personnalisation individuelle (PI) : 66 élèves,
- Personnalisation en dyades (PD) : 102 élèves (51 dyades).

Les conditions RI et PI sont des conditions contrôles, c'est pourquoi le nombre d'élèves dans ces conditions est moindre, par rapport aux conditions RD et PD. La différence d'effectif entre RI et PI s'explique par le fait que la condition PI porte sur la variable « personnalisation », qui est au coeur de notre recherche. De plus, étant donné que de nombreuses études ont déjà démontré la grande tendance des élèves à mettre de côté leurs connaissances du monde réel lors de la résolution de problèmes problématiques, il est logique que la condition RI compte l'effectif le moins élevé (Depaeppe et al., 2015 ; Dewolf et al., 2014 ; Mellone et al., 2017 ; Weyns et al., 2017 ; Yoshida et al., 1997 ; Verschaffel et al., 1994). En effet, il est plus intéressant de séparer l'échantillon entre les autres conditions. La condition RD, quant à elle, est une condition contrôle supplémentaire qui permet de différencier l'effet de la personnalisation des problèmes de l'effet du travail en dyades. Le nombre d'élèves dans la condition PD est important car elle reprend les deux éléments principaux de notre recherche : le travail en groupe et la personnalisation. En outre, il est important que le nombre d'élèves dans les conditions de travail en dyades soit important car, en partie 1, ils ne fournissent qu'une réponse pour deux.

- **Matériel : questionnaires utilisés**

Les problèmes testés sont ceux utilisés dans les recherches concernant les problèmes problématiques depuis l'étude initiale de Verschaffel et al. (1994), et ce, afin de pouvoir comparer nos résultats avec ceux d'autres études (Dewolf et al., 2017 ; Mellone et al., 2017). Les élèves ont dû résoudre les quatre mêmes problèmes que ceux de Mellone et al. (2017) : la corde, les planches, l'école et le bus (voir figure 6).

| | |
|--------------|---|
| La corde | Un homme veut une corde assez longue pour l'étendre entre deux poteaux séparés de 12 m, mais il n'a que des morceaux de 1,5 m de long. Combien de morceaux doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde qu'il peut étendre entre les deux poteaux ? |
| Les planches | Steve a acheté 4 planches de 2,5 m chacune pour fabriquer une étagère. Combien de planches de 1 m peut-il faire avec ces planches ? |
| L'école | Le centre sportif est situé à 17 km de l'école et la gare est située à 8 km de l'école. À quelle distance le centre sportif et la gare sont-ils situés l'un de l'autre ? |

| | |
|--------|--|
| Le bus | 450 soldats doivent être transportés à leur camp d'entraînement. Chaque bus de l'armée peut accueillir 36 soldats. Combien de bus sont nécessaires ? |
|--------|--|

Figure 6 : Problèmes proposés aux élèves dans le cadre de notre recherche (Dewolf et al., 2017).

Dans les carnets proposés aux élèves et dyades, chacun des quatre problèmes a été présenté sur une page afin de laisser aux élèves de l'espace pour écrire, comme dans l'étude de Dewolf et al. (2017). Pour chaque problème, un endroit était prévu pour la réponse et un pour les éventuels commentaires. Ces espaces ont été créés afin de recueillir le maximum d'informations sur les démarches mises en place par les élèves. Il a été demandé aux élèves d'inscrire leurs commentaires et questionnements afin de nous permettre la mise en évidence d'un éventuel raisonnement réaliste. À titre d'exemple, l'annexe 10 reprend la page du questionnaire pour le problème de la corde.

Les dyades n'ont reçu qu'un seul carnet. L'objectif était de placer les élèves dans une situation de communication en les obligeant à discuter et à travailler ensemble (Mellone et al., 2017). Nous avons insisté sur l'importance de travailler ensemble, de discuter des réponses, de négocier la résolution des problèmes. À titre d'exemple, voici un extrait des consignes de passation portant sur le travail en dyades : « *Pour les duos, vous ne recevez qu'un seul carnet. Ainsi, vous devez décider à deux de ce que vous allez noter, vous devez en discuter afin de tomber d'accord.* » (voir annexe 8).

Afin d'éviter un effet d'ordre ou de fatigue, deux versions du carnet, avec un ordre différent des problèmes, ont été proposées dans chacune des quatre conditions de la première partie, et également en partie 2. Ce système est mis en place dans les différentes études de ce champ de recherche (Dewolf et al., 2017 ; Mellone et al., 2017 ; Verschaffel et al., 1994). L'ordre des problèmes de la version A est : corde - planches - école - bus et pour la version B : école - bus - corde - planches. Les élèves qui ont reçu une partie 1 de la version A ont également reçu une version A pour la partie 2. Les carnets « version A » ont été donnés dans les huit premières classes, pour un total de 157 élèves, et les carnets « version B » dans les sept autres classes, pour un total de 133 élèves. Il aurait été préférable de donner des carnets de chaque version (A et B) dans chacune des classes, afin d'éviter un lien entre la classe et la version. Néanmoins, par souci de facilité, nous avons décidé de procéder par classe.

Pour ce qui est de la partie 2, les différentes propositions de réponses ont été reprises de l'étude de Fagnant et Auquier (à paraître). Celles-ci sont présentées dans la figure 7, chaque réponse réaliste est soulignée. Au niveau de la présentation, l'annexe 11 reprend la page du questionnaire pour le problème de la corde.

| | |
|--------------|--|
| La corde | - <u>Plus de 8 morceaux sont nécessaires.</u> - 8 morceaux sont nécessaires. |
| Les planches | - Steve peut faire 10 planches de 1 m. - <u>Steve peut faire 8 planches de 1 m.</u> |
| L'école | - La distance entre le centre sportif et la gare est de 9 km. - La distance entre le centre sportif et la gare est de 25 km. - <u>La distance entre le centre sportif et la gare est comprise entre 9 km et 25 km.</u> |
| Le bus | - <u>13 bus sont nécessaires.</u> - 12.5 bus sont nécessaires. - 12 bus sont nécessaires. |

Figure 7 : Propositions de réponses pour les problèmes de la corde, des planches, de l'école et du bus issues de l'étude de Fagnant et Auquièrre (à paraître).

- **Données recueillies et traitements envisagés**

Pour ce qui est des données, nous avons veillé, pour chaque participant, à faire correspondre celles de la partie 1 avec celles de la deuxième partie. Pour les élèves ayant travaillé en dyades lors de la partie 1, les feuilles de la partie 2 ont été codées avec un A ou un B afin de pouvoir relier les membres de la dyade à leur carnet commun de la première partie.

Pour la première partie, les données recueillies sont les réponses des élèves aux différents problèmes ainsi que les éventuels commentaires, et ce pour les quatre conditions. Pour les conditions PI et PD, les personnalisations des problèmes réalisées par les élèves font également partie des données recueillies.

Concernant le traitement des résolutions des élèves, une grille de codage a été réalisée. Pour cela, nous nous sommes inspirés des différentes études portant sur les problèmes problématiques (Dewolf et al., 2014, 2017 ; Mellone et al., 2017 ; Weyns et al., 2017 ; Yoshida et al., 1997). Dans l'étude de Verschaffel et al. (1994), cinq catégories sont utilisées : « réponse réaliste », « réponse non réaliste », « erreur technique », « absence de réponse » et « autre réponse ». De manière générale, la distinction est dichotomique entre les réponses réalistes et non réalistes. Une réponse réaliste témoigne d'un raisonnement réaliste, de la prise en compte des connaissances du monde réel, dans la réponse en elle-même ou dans les commentaires (Verschaffel et al., 1994). Mellone et al. (2017) indiquent que, dans leur étude, toutes les réponses ne comprenant aucune indication de considérations réalistes étaient codées comme « non réalistes ».

Cependant, Fagnant et Auquièrre (à paraître) ont mis en évidence les difficultés de codage des réponses réalistes et non réalistes. En effet, il arrive fréquemment que les élèves produisent des réponses qui ne correspondent pas aux réponses réalistes et non réalistes typiquement attendues. Selon ces auteures, « la diversité des productions produites par les élèves face à ces problèmes

soulève un certain nombre de questionnements quant au codage dichotomique en RR vs NR. » (Fagnant & Auquier, à paraître, p. 5).

En lien avec la diversité de production des élèves et les difficultés d'interprétation des réponses soulevées par Fagnant et Auquier (à paraître), nous avons décidé de préciser notre codage. Ainsi, les catégories dichotomiques « réponses réalistes » et « réponses non réalistes » ont été subdivisées en sous-catégories, et ce pour chacun des problèmes. Chacune des sous-catégories a été créée en fonction des réponses réalistes et non réalistes attendues (sur la base de l'étude de Verschaffel et al., 1994) et des réponses effectivement produites par les élèves. Cela permet de distinguer les spécificités des réponses des élèves et de les coder avec cohérence grâce à la précision des catégories. Par exemple, pour le problème de la corde, nous avons trois codes pour les réponses réalistes et trois pour les non réalistes (figure 8). Nous avons également créé la catégorie « réponse témoignant d'une incompréhension » qui reprend les remarques des élèves indiquant qu'ils ne comprennent pas. Les réponses non réalistes provenant de calculs « bizarres » (non reprises dans les sous-catégories de réponses non réalistes) ont été codées comme « réponses peu compréhensibles avec ou sans calcul ». L'ensemble des catégories de codage est disponible en annexe 12.

| |
|--|
| <p>1) Réponse réaliste</p> <p>a. <u>Code 11</u> : référence aux nœuds et/ou aux piquets (= « plus de 8 ») accompagnée ou non d'une réponse chiffrée approximative (supérieure à 8 mais proche)</p> <p>b. <u>Code 12</u> : réponse non réaliste (8) avec un commentaire réaliste (référence aux nœuds et/ou aux piquets)</p> <p>c. <u>Code 13</u> : l'élève se rend compte que le problème n'est pas possible à résoudre, mais n'explique pas pourquoi</p> |
| <p>2) Réponse non réaliste : réponse chiffrée (avec ou sans calcul) SANS commentaire remettant en cause la réponse</p> <p>a. <u>Code 21</u> : $12/1,5=8$ ou $8 \times 1,5=12$ ou 8</p> <p>b. <u>Code 22</u> : $12 \times 1,5=18$ ou 18</p> <p>c. <u>Code 23</u> : réponse « 12 » (cordes, morceaux... = donnée de l'énoncé)</p> |

Figure 8 : Critères de codage pour les réponses réalistes et non réalistes concernant le problème de la corde.

Les personnalisations rédigées par les élèves sont également des données relatives à la partie 1. Notre méthode d'analyse, similaire à celle de Mellone et al. (2017), repose sur la catégorisation des éléments ajoutés en cinq types d'informations : les informations descriptives, intentionnelles, d'actions, temporelles et causales (Vicente et al., 2007). Ainsi, la technique est de compter le nombre d'éléments de chaque catégorie ajoutés par les élèves (éléments qui n'étaient pas présents dans le texte de base). Mellone et al. (2017) présentent deux exemples de reformulations produites par des élèves analysées sur la base de ces cinq catégories (annexe 13). Néanmoins,

lorsque nous avons commencé le codage, il nous a paru essentiel de préciser encore plus les définitions des catégories afin de garder une cohérence pour l'ensemble du codage (figure 9). Des exemples d'analyses seront présentés dans la partie « résultats ».

| <u>Catégorisation des informations ajoutées</u> |
|---|
| - D : descriptive : Description des protagonistes : ajout de noms pour les personnages, description des lieux et objets (Mellone et al., 2017). |
| - I : intentionnelle : Expression d'un objectif à atteindre ou à éviter, but. Notion de choix. « Dessenin délibéré d'accomplir tel ou tel acte ; volonté » (Larousse, 2012, p. 585). |
| - A : d'action : Ajout d'un verbe d'action. « Fait d'agir, de manifester sa volonté, en accomplissant quelque chose » (Larousse, 2012, p. 15). |
| - T : temporelle : Qui se situe dans le temps (Ex : le lendemain, mardi, après ...). |
| - C : causale : Expression de l'origine de l'action ou de l'état. « Ce qui produit un effet, détermine un phénomène ; ce par quoi qqch existe ; origine » (Larousse, 2012, p. 182). Réponse aux questions : « Pour quelle raison ? », « Pourquoi ? », « À cause de qui/quoi ? ». |

Figure 9 : Définitions des cinq catégories d'éléments ajoutés lors de la personnalisation des problèmes (sur la base des catégories de Mellone et al., 2017).

Afin de nous assurer que les élèves produisent des personnalisations correctes, nous avons créé des critères de codage permettant de mettre cela en évidence (voir figure 10). Effectivement, une fois confrontée aux exemples de personnalisations, nous avons remarqué que certaines étaient de simples copies de l'énoncé (code 21) ou alors qu'il s'agissait de reformulations et non de personnalisations (code 25). Pour les personnalisations contenant des « erreurs »,

| <u>Critères de codage pour les personnalisations</u> |
|--|
| 1 : Personnalisation correcte. |
| 21 : Pas de différence avec le problème initial (pas de personnalisation ni de reformulation). |
| 22 : Absence de la question. |
| 23 : Donnée(s) manquante(s)/erronée(s). |
| 24 : Problème de structure/manque de cohérence. |
| 25 : Reformulation. |
| 26 : Présence de la phrase réponse du problème. |
| ➡ Possibilité de combiner les codes : « & ». |

Figure 10 : Critères de codage pour les personnalisations.

nous avons créé des codes permettant de les souligner : absence de la question (22), données manquantes ou erronées (23), problème de structure/manque de cohérence (24) ou encore l'insertion de la phrase réponse du problème dans la personnalisation (26). Il est possible de combiner ces codes, sauf pour les codes 21 et 25.

Pour la partie 2, les données recueillies sont les réponses sélectionnées par les élèves et les justifications. Nous avons décidé de regrouper ces deux informations en une seule. Nous avons fait ce choix afin de mettre en évidence la présence d'un raisonnement réaliste. En effet, nous avons remarqué que, parfois, les élèves choisissaient une réponse non réaliste et écrivaient un commentaire réaliste, ce qui rendait la réponse réaliste. Ainsi, plusieurs élèves ont, pour le problème du bus, sélectionné la réponse non réaliste « 12,5 bus » et ont justifié leur choix avec un commentaire réaliste, la plupart du temps en expliquant qu'il était impossible de couper un bus en deux.

À l'inverse, certains élèves ont entouré une réponse réaliste et l'ont justifiée de manière non réaliste. Par exemple, pour le problème de la corde, plusieurs élèves ont sélectionné la réponse réaliste « plus de 8 morceaux » et ont justifié cela à l'aide d'un calcul non réaliste erroné, ce qui ne témoigne donc pas d'un raisonnement réaliste (figure 11). Par conséquent, cette réponse est jugée non réaliste.

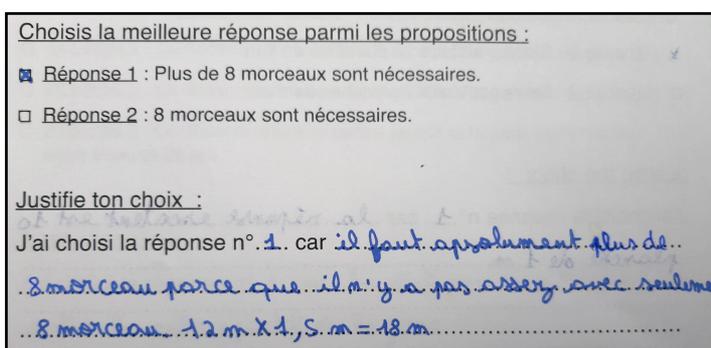


Figure 11 : Exemple de réponse non réaliste pour le problème de l'école en partie 2.

Ainsi, pour chaque problème, la réponse et la justification ont alors été codées ensemble, 1 pour les réponses/justifications réalistes et 2 pour les non réalistes (voir figure 12).

| <u>Critères de codage pour la partie 2</u> | |
|--|---|
| 1 | : Réponse témoignant d'un raisonnement réaliste (réponse et/ou commentaire) |
| 2 | : Réponse témoignant d'un raisonnement non réaliste (réponse et/ou commentaire) |
| 3 | : Incompréhension |
| 8 | : Incodable |
| 9 | : Omission |

Figure 12 : Critères de codage pour la partie 2.

Enfin, pour ce qui est du traitement de nos données, nous les avons codées dans le logiciel Excel selon les critères de codage que nous venons de présenter. Pour obtenir nos résultats, nous avons utilisé le logiciel SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Nous nous intéressons aux résultats globaux, pour toutes les classes confondues.

IV. Présentation des résultats

Concernant la structure de la présentation de nos résultats, nous allons commencer par la présentation de notre échantillon. Ensuite, nous allons analyser les réponses des élèves dans la première partie du test afin de voir s'ils ont fait preuve de réalisme. Cela se déroulera selon deux sortes de codage : un simplifié en 1/0/9 et un plus précis, divisé en sous-catégories. Après cela, nous allons nous concentrer sur l'effet des conditions quant à la présence de réalisme dans les réponses des élèves. Nous allons également faire cela selon nos deux codages.

Nous analyserons ensuite les personnalisations produites par les élèves des conditions PI et PD. Pour ce faire, nous allons d'abord mettre en évidence les personnalisations que nous jugeons correctes et ensuite, nous relèverons le nombre d'informations des diverses catégories ajoutées dans les personnalisations. En outre, des exemples de personnalisations seront présentés. Sur base de ces résultats, nous passerons à l'analyse de l'effet des personnalisations jugées correctes sur le réalisme des réponses en partie 1.

Les résultats porteront ensuite sur la partie 2. Nous analyserons d'abord les réponses sélectionnées par les élèves afin de voir si elles sont réalistes ou non. Ensuite, nous nous centrerons sur la mise en relation des réponses données en partie 1 avec celles de la partie 2. L'effet des conditions sur le pourcentage de réponses réalistes sera également analysé.

- **Analyse de l'échantillon**

Notre échantillon compte quinze classes pour un total de 290 élèves, 163 élèves de cinquième primaire et 127 élèves de sixième primaire (dont 4 classes en cycle P5/P6). L'annexe 14 présente le nombre d'élèves par classe. Notre échantillon est divisé en quatre conditions : RI, RD, PI et PD. La figure 13 reprend la répartition des élèves et des réponses dans chacune des conditions. Pour ce qui est des conditions où les élèves doivent travailler en dyades, il y a 51 dyades en condition PD et 47 dyades en condition RD.

| Répartition des élèves et des réponses par condition | | |
|---|----------|------------|
| Condition | N élèves | N réponses |
| PD | 102 | 51 |
| PI | 66 | 66 |
| RD | 94 | 47 |
| RI | 28 | 28 |
| Total | 290 | 192 |

Figure 13 : Répartition des élèves et des réponses par condition.

- **Présence de réalisme dans les réponses des élèves lors de la partie 1**

Nous allons d'abord présenter les résultats des élèves pour la résolution des problèmes dans la première partie. Les réponses ont été codées grâce aux différentes catégories et sous-catégories présentées dans l'annexe 12. Afin de simplifier l'analyse, nous avons décidé de créer un code dichotomique « réponses réalistes/réponses non réalistes ». Pour cela, nous avons recodé les différentes sous-catégories de réponses réalistes (11, 12, 13 et 14) en un code 1 et les sous-catégories de réponses non réalistes (21, 22 et 23) en un code 0. En outre, les réponses peu

compréhensibles (41, 42, 43 et 44) et les réponses incodables (88) ont été recodées en code 0, car elles ne peuvent pas être envisagées comme réalistes. Pour ce qui est des réponses témoignant de l'incompréhension des élèves (31), nous les avons également recodées 0 car nous les considérons comme non réalistes. Cela permet de définir le code 1 comme étant relatif aux réponses témoignant d'un raisonnement réaliste et le code 0 comme celui reprenant les réponses qui n'ont pas pu être considérées comme réalistes. Les omissions (code 99) ont été codées 9. Par conséquent, nous appelons ce recodage « codage 1/0/9 ».

- Résultats sur la base du codage simplifié 1/0/9

Sur la base des données recodées, nous avons mis en évidence le nombre de réponses réalistes produites par les élèves. De manière générale, le pourcentage de réponses réalistes est de 19,53 %, toutes conditions et tous problèmes confondus. Ainsi, sur un total de 768 réponses, seulement 150 sont réalistes. La figure 14, réalisée à partir des quatre tableaux présentés à l'annexe 15, permet de mettre en lumière le fait que c'est le problème du bus¹⁵ qui produit la majorité des réponses réalistes. Effectivement, sur un total de 150 réponses réalistes, 123 sont liées au problème du bus, cela représente 82 % de l'intégralité des réponses réalistes. Ce résultat permet de confirmer l'hypothèse 8 selon laquelle nous prédisions un fonctionnement différentiel, au niveau du réalisme, selon les problèmes proposés. Nous pouvons remarquer des différences au niveau du taux de réponses réalistes pour chacun des quatre problèmes. Le problème du bus a été résolu

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème et au total (partie 1) | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Problème | Code | Fréquence | Pourcentage |
| Corde | 0 | 185 | 96,35 % |
| | 1 | 4 | 2,08 % |
| | 9 | 3 | 1,56 % |
| | Total | 192 | 100 % |
| Planches | 0 | 174 | 90,63 % |
| | 1 | 8 | 4,17 % |
| | 9 | 10 | 5,21 % |
| | Total | 192 | 100 % |
| Ecole | 0 | 174 | 90,63 % |
| | 1 | 15 | 7,81 % |
| | 9 | 3 | 1,56 % |
| | Total | 192 | 100 % |
| Bus | 0 | 68 | 35,42 % |
| | 1 | 123 | 64,06 % |
| | 9 | 1 | 0,52 % |
| | Total | 192 | 100 % |
| TOTAL | 0 | 601 | 78,26 % |
| | 1 | 150 | 19,53 % |
| | 9 | 17 | 2,21 % |
| | Total | 768 | 100 % |

Figure 14 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème et au total (partie 1).

avec le plus de réalisme avec 64,06 % de réponses réalistes, tandis que pour les trois autres problèmes, la corde, les planches et l'école, le taux de réponses réalistes est respectivement de 2,08 %, 4,17 % et 7,81 %. Concernant les omissions, nous remarquons qu'il y a également une différence entre les quatre problèmes. Le problème du bus n'a été omis qu'une seule fois alors que cela a été le cas dix fois pour celui des planches.

¹⁵ Problème du bus : 450 soldats doivent être transportés à leur camp d'entraînement. Chaque bus de l'armée peut accueillir 36 soldats. Combien de bus sont nécessaires ?

- Résultats sur la base du codage en sous-catégories

Après ce regard général s'appuyant sur le codage simplifié de nos données, nous allons réaliser une analyse plus précise grâce à notre codage initial en sous-catégories de réponses réalistes et non réalistes (voir critères de codage, annexe 12).

Pour le problème de la corde¹⁶ (figure 15), la majorité des données (75,52 %) ont été codées 21. Cela correspond à la réponse non réaliste typiquement attendue, « 8 morceaux de cordes », où la quantité de corde nécessaire pour les noeuds et l'accrochage aux piquets n'est pas prise en compte. Les autres réponses non réalistes des élèves ont été assez variées. Sur un total de 192 réponses, 14 ont été codées 22, ce qui correspond au calcul non réaliste erroné « $12 \times 1,5 = 18$ » et 23 ont été codées 41, ce qui signifie que les élèves ont répondu avec d'autres réponses non réalistes, peu compréhensibles. Quant au code combiné « 3141 », il indique que l'élève ou la dyade a fourni une réponse peu compréhensible et a manifesté son incompréhension. Pour les réponses réalistes, seuls les codes 11 et 12 sont représentés. Le code 11 correspond à la référence aux nœuds et/ou aux piquets avec ou sans réponse chiffrée approximative (« plus de 8 ») et le code 12 est une réponse non réaliste accompagnée d'un commentaire réaliste (voir annexe 16). Le code 13, qui correspond au fait que l'élève se rende compte que le problème n'est pas possible à résoudre mais n'explique pas la raison, n'apparaît pas.

| Catégorisation des réponses pour le problème de la corde | | |
|---|------------|--------------|
| Code | Fréquence | Pourcentage |
| 11 | 2 | 1,04 % |
| 12 | 2 | 1,04 % |
| 21 | 145 | 75,52 % |
| 22 | 14 | 7,29 % |
| 31 | 1 | 0,52 % |
| 41 | 23 | 11,98 % |
| 88 | 1 | 0,52 % |
| 99 | 3 | 1,56 % |
| 3141 | 1 | 0,52 % |
| Total | 192 | 100 % |

Figure 15 : Catégorisation des réponses pour le problème de la corde.

Le problème des planches est le suivant : « *Steve a acheté 4 planches de 2,5 m chacune pour fabriquer une étagère. Combien de planches de 1 m peut-il faire avec ces planches ?* ». Parmi les 192 réponses données, 128 ont reçu le code 21, soit 66,67 % (figure 16). Cela veut dire que la majorité des élèves ont donné la réponse non réaliste typiquement attendue « 10 planches », sans se soucier de coller les restes de planches de 0,5 m. Parmi les 29 réponses non réalistes incompréhensibles (42, 43, 44), 17 correspondent à des nombres entiers de planches et 12 à des nombres décimaux de

| Catégorisation des réponses pour le problème des planches | | |
|--|------------|--------------|
| Code | Fréquence | Pourcentage |
| 11 | 7 | 3,65 % |
| 13 | 1 | 0,52 % |
| 21 | 128 | 66,67 % |
| 23 | 3 | 1,56 % |
| 31 | 7 | 3,65 % |
| 42 | 15 | 7,81 % |
| 43 | 2 | 1,04 % |
| 44 | 12 | 6,25 % |
| 88 | 6 | 3,13 % |
| 99 | 10 | 5,21 % |
| 3142 | 1 | 1 % |
| Total | 192 | 100 % |

Figure 16 : Catégorisation des réponses pour le problème des planches.

¹⁶ Problème de la corde : Un homme veut une corde assez longue pour l'étendre entre deux poteaux séparés de 12 m, mais il n'a que des morceaux de 1,5 m de long. Combien de morceaux doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde qu'il peut étendre entre les deux poteaux ?

planches. Donner un nombre décimal de planches est le signe d'un raisonnement tout à fait non réaliste. Nous dénombrons 10 omissions pour ce problème alors que ce nombre ne dépasse pas les trois occurrences pour les autres problèmes. Au sujet des réponses réalistes, nous pouvons souligner les 7 réponses codées 11 (« 8 planches », voir annexe 17) et la réponse codée 13 (uniquement un commentaire réaliste). Il est intéressant de constater qu'aucune réponse n'était une réponse non réaliste combinée avec un commentaire réaliste (code 12). En outre, 7 réponses ont témoigné d'une incompréhension (code 31) alors que cela n'arrive pas pour le problème de l'école et qu'une seule fois pour la corde et le bus. Quant au code 3142, il témoigne de la combinaison entre une réponse peu compréhensible (nombre entier inférieur à 8) et l'expression de l'incompréhension.

Pour le problème de l'école¹⁷ (figure 17), nous notons que les réponses réalistes sont partagées en trois codes (12, 13 et 14). Aucun élève n'a donné la réponse réaliste typiquement attendue (codée 11) qui est celle de l'intervalle « entre 9 km et 25 km » ni la réponse codée 15 qui correspond au fait de se rendre compte qu'il est impossible de calculer la distance mais sans expliciter pourquoi. Représentant 2,6 % de réponses, le code 12 correspond au fait de donner une réponse non réaliste et de la commenter de manière réaliste (exemple : « $17\text{ km} - 8\text{ km} = 9\text{ km}$.

| Catégorisation des réponses pour le problème de l'école | | |
|--|------------|--------------|
| Code | Fréquence | Pourcentage |
| 12 | 5 | 2,60 % |
| 13 | 3 | 1,56 % |
| 14 | 7 | 3,65 % |
| 21 | 72 | 37,50 % |
| 22 | 94 | 48,96 % |
| 23 | 1 | 0,52 % |
| 41 | 4 | 2,08 % |
| 88 | 3 | 1,56 % |
| 99 | 3 | 1,56 % |
| Total | 192 | 100 % |

Mais on ne sait pas où se situent le centre sportif et la gare »). Le code 14

Figure 17 : Catégorisation des réponses pour le problème de l'école.

(3,65 % des réponses) désigne les réponses prenant en compte une partie des réponses possibles (9 km et 25 km) (voir annexe 18). Quant au code 13, correspondant à 1,56 % des réponses, il consiste à indiquer que la localisation des lieux est inconnue (voir annexe 19). Malgré ces réponses réalistes, le problème a été majoritairement résolu de manière non réaliste. En effet, les réponses les plus fréquentes (48,96 %) sont celles codées 22, évoquant le calcul « $17 - 8 = 9\text{ km}$ ». Le code 21 ($17 + 8 = 25\text{ km}$) équivaut à 37,50 % des réponses alors que le code 23 n'a été utilisé qu'une fois, ce dernier correspond au fait d'utiliser une des données de l'énoncé comme réponse.

Comme nous l'avons vu, le problème du bus est celui qui a été résolu avec le plus de réalisme (figure 18). Parmi toutes les sous-catégories possibles, c'est le code 11 qui reprend la majorité des réponses, avec 51,56 % (voir annexe 20). Ainsi, la plupart des élèves ont répondu « 13 bus » ou « 12 bus et un à moitié rempli », ce qui témoigne d'une prise en compte des connaissances du monde réel. À eux quatre, les codes réalistes 11, 12, 13 et 14 reprennent 123 des 192 réponses

¹⁷ Problème de l'école : Le centre sportif est situé à 17 km de l'école et la gare est située à 8 km de l'école. À quelle distance le centre sportif et la gare sont-ils situés l'un de l'autre ?

(64,06 %). Les réponses codées 12 arrivent en deuxième position des réponses réalistes (8,85 %). Elles concernent les réponses « 12,5 bus » avec un commentaire réaliste, comme par exemple : « *Mais on ne peut pas couper un bus en deux* ». Revenant 4 fois, le code 13 correspond à la réponse « 12 et un demi bus ». Le code 14, présent 3 fois, correspond au fait qu'il est impossible de donner une réponse car « ça ne tombe pas juste ». Il n'y a qu'une seule omission. Au niveau du codage, nous avons décidé de différencier la réponse « 12 et un demi bus » (code 12) de la réponse « 12 bus et un à moitié rempli » (code 11). Selon nous, cette dernière expression indique qu'il y a 12 bus complets et un autre qui ne l'est pas alors que la réponse « 12 et un demi bus » semble plutôt être la mise en mots de la réponse « 12,5 » sans explicitation de ce qu'est un demi bus.

| Catégorisation des réponses pour le problème du bus | | |
|---|-----------|-------------|
| Code | Fréquence | Pourcentage |
| 11 | 99 | 51,56 % |
| 12 | 17 | 8,85 % |
| 13 | 4 | 2,08 % |
| 14 | 3 | 1,56 % |
| 21 | 27 | 14,06 % |
| 22 | 13 | 6,77 % |
| 31 | 1 | 0,52 % |
| 41 | 20 | 10,42 % |
| 42 | 2 | 1,02 % |
| 88 | 4 | 2,08 % |
| 99 | 1 | 0,52 % |
| 3141 | 1 | 0,52 % |
| Total | 192 | 100 % |

Figure 18 : Catégorisation des réponses pour le problème du bus.

Le fait d'avoir pu présenter les résultats sur la base du codage en sous-catégories permet d'avoir une analyse plus fine des réponses des élèves. Ainsi, nous pouvons savoir quelles sont les différentes réponses réalistes et non réalistes données par les élèves.

- **Effet des conditions sur le pourcentage de réponses réalistes en partie 1**

Plusieurs de nos hypothèses portaient sur l'impact possible des différentes conditions sur le réalisme dans les réponses des élèves. Nous prédisions un impact de la personnalisation (conditions PI et PD) sur les réponses des élèves. Afin de vérifier cela, nous avons croisé les résultats des élèves (tous problèmes confondus et par problème) avec les quatre conditions de notre recherche. Nous avons d'abord utilisé le codage 1/0/9 et ensuite celui en sous-catégories.

- **Sur la base du codage simplifié 1/0/9**

Sur la base du codage en 1/0/9, nous présentons l'effet des conditions sur le pourcentage de réponses réalistes pour les quatre problèmes confondus. Ensuite, nous observons cet effet sur chacun des problèmes de manière séparée.

La figure 19 reprend le pourcentage de réponses réalistes pour chacune des conditions. Avec 24,02 % de réponses réalistes, ce sont les dyades ayant pour consigne de personnaliser les problèmes (PD) qui ont fait preuve de plus de réalisme lors de la résolution des problèmes. À l'inverse, les élèves devant personnaliser seuls sont ceux qui ont

| Pourcentage de réponses réalistes (codage 1/0/9) par condition | | | |
|--|------------|-----------------------------------|------------|
| Condition | N réponses | Pourcentage de réponses réalistes | Ecart type |
| PD | 51 | 24,02 % | 16,55 |
| PI | 66 | 15,91 % | 15,59 |
| RD | 47 | 21,28 % | 16,47 |
| RI | 28 | 16,96 % | 13,7 |

Figure 19 : Pourcentage de réponses réalistes (codage 1/0/9) par condition.

produit le taux de réponses réalistes le plus bas (15,91 %). Concernant les conditions de résolution, le pourcentage de réponses réalistes est de 21,28 % pour les dyades et de 16,96 % pour les élèves seuls.

Grâce aux écarts types, nous avons calculé les tailles de l'effet, comparant deux à deux nos conditions (figure 20). Notre objectif est de voir si les conditions se distinguent réellement les unes des autres. Selon Cohen (1992, cité par Fagnant & Vlassis, 2013 ; Mellone et al., 2017), une taille de l'effet de 0,2 est considérée comme petite, de 0,5 comme modérée et de 0,8 comme élevée. Ainsi, nous soulignons que les conditions de travail en dyades et individuel se distinguent de manière modérée dans le cadre de la personnalisation (0,506) et de manière plutôt faible lors des résolutions (0,279). Pour ce qui est de l'effet de la personnalisation, nous remarquons que la condition PD se distingue faiblement de la condition RD (0,169).

| | Taille de l'effet |
|----------------|-------------------|
| Entre PD et PI | 0,506 |
| Entre RD et RI | 0,279 |
| Entre PD et RD | 0,169 |
| Entre PI et RI | 0,07 |
| Entre PD et RI | 0,452 |
| Entre PI et RD | 0,336 |

Figure 20 : Taille de l'effet pour le croisement deux à deux des conditions.

La figure 21 expose le pourcentage de réponses réalistes pour chacune des conditions de manière détaillée. Elle nous apprend que le pourcentage d'omissions est majoritaire en condition PI (4,17 %). Nous constatons que la condition RI est celle avec le pourcentage le plus élevé de réponses non réalistes (82,14 %).

Sur la base de ces résultats, nous pouvons indiquer que, comparé au travail individuel, le travail en dyades a permis de produire davantage de réponses réalistes, principalement pour la personnalisation. Par ailleurs, nous pouvons avancer que la personnalisation des problèmes est efficace quand elle est combinée au travail en dyades. À l'inverse, la personnalisation individuelle est la condition qui produit le moins de réponses réalistes.

Pour le problème de la corde (figure 22), peu de réponses réalistes sont produites (4 sur 192). La condition RI n'entraîne aucune réponse réaliste. Les nombres de réponses réalistes sont tellement bas qu'il n'est pas pertinent de pointer les différences entre les conditions.

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour les quatre problèmes et au total | | | |
|--|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 151 | 74,02 % |
| | 1 | 49 | 24,02 % |
| | 9 | 4 | 1,96 % |
| | Total | 204 | 100 % |
| PI | 0 | 211 | 79,92 % |
| | 1 | 42 | 15,91 % |
| | 9 | 11 | 4,17 % |
| | Total | 264 | 100 % |
| RD | 0 | 147 | 78,19 % |
| | 1 | 40 | 21,28 % |
| | 9 | 1 | 0,53 % |
| | Total | 188 | 100 % |
| RI | 0 | 92 | 82,14 % |
| | 1 | 19 | 16,96 % |
| | 9 | 1 | 0,89 % |
| | Total | 112 | 100 % |
| TOTAL | 0 | 601 | 78,26 % |
| | 1 | 150 | 19,53 % |
| | 9 | 17 | 2,21 % |
| | Total | 768 | 100 % |

Figure 21 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour les quatre problèmes et au total.

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème de la corde | | | |
|--|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 49 | 96,08 % |
| | 1 | 1 | 1,96 % |
| | 9 | 1 | 1,96 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 62 | 93,94 % |
| | 1 | 2 | 3,03 % |
| | 9 | 2 | 3,03 % |
| | Total | 66 | 100 % |
| RD | 0 | 46 | 97,87 % |
| | 1 | 1 | 2,13 % |
| | Total | 47 | 100 % |
| RI | 0 | 28 | 100 % |
| | Total | 28 | 100 % |

Figure 22 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème de la corde.

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème des planches | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 44 | 86,27 % |
| | 1 | 4 | 7,84 % |
| | 9 | 3 | 5,88 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 58 | 87,88 % |
| | 1 | 3 | 4,55 % |
| | 9 | 5 | 7,58 % |
| | Total | 66 | 100 % |
| RD | 0 | 45 | 95,74 % |
| | 1 | 1 | 2,13 % |
| | 9 | 1 | 2,13 % |
| | Total | 47 | 100 % |
| RI | 0 | 27 | 96,43 % |
| | 9 | 1 | 3,57 % |
| | Total | 28 | 100 % |

Figure 23 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème des planches.

Parmi les 8 réponses réalistes produites dans le cadre du problème des planches (figure 23), 4 le sont en condition PD. La condition PI entraîne 3 réponses réalistes (4,55 %). Comme pour le problème de la corde, aucune réponse réaliste n'a été émise en condition RI. Pour ce qui est des omissions, il s'agit du seul problème où elles sont présentes dans chacune des conditions, avec une majorité en conditions PI et PD.

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème de l'école | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 43 | 84,31 % |
| | 1 | 8 | 15,69 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 63 | 95,45 % |
| | 9 | 3 | 4,55 % |
| | Total | 66 | 100 % |
| RD | 0 | 43 | 91,49 % |
| | 1 | 4 | 8,51 % |
| | Total | 47 | 100 % |
| RI | 0 | 25 | 89,29 % |
| | 1 | 3 | 10,71 % |
| | Total | 28 | 100 % |

Figure 24 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème de l'école.

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème du bus | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 15 | 29,41 % |
| | 1 | 36 | 70,59 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 28 | 42,42 % |
| | 1 | 37 | 56,06 % |
| | 9 | 1 | 1,52 % |
| | Total | 66 | 100 % |
| RD | 0 | 13 | 27,66 % |
| | 1 | 34 | 72,34 % |
| | Total | 47 | 100 % |
| RI | 0 | 12 | 42,86 % |
| | 1 | 16 | 57,14 % |
| | Total | 28 | 100 % |

Figure 25 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème du bus.

Dans le cadre du problème de l'école, c'est la condition PD qui amène le plus de réponses réalistes (15,69 %) (figure 24). La condition PI est la seule à ne produire aucune réponse réaliste, son pourcentage de réponses non réalistes est de 95,45 %. En outre, elle est la seule à entraîner des omissions (4,55 %). En condition RI, 3 élèves ont fourni une réponse réaliste.

Enfin, pour le problème du bus (figure 25), c'est la condition RD qui provoque le pourcentage de réponses réalistes le plus élevé (72,34 %). Dans les conditions PD et PI, le taux de réponses réalistes est également important avec respectivement 70,59 % et 56,1 %. La majorité des réponses réalistes sont produites lors du travail en dyades (RD et PD). Le pourcentage de réponses réalistes dépasse les 50 % dans chacune des conditions.

Sur la base de ces résultats, nous pouvons mettre en évidence le fait que, pour trois des quatre problèmes, c'est la condition PD qui procure la majorité des réponses réalistes. Quant aux omissions, elles sont majoritairement présentes dans les conditions de personnalisation.

- Sur la base du codage en sous-catégories

Afin d'aller plus loin, nous examinons l'effet des différentes conditions sur les réponses des élèves codées de manière plus précise, avec diverses sous-catégories de réponses réalistes et non réalistes. Nous nous centrons essentiellement sur les conditions de personnalisation afin de voir si elles engendrent des réponses réalistes et non réalistes autres que celles typiquement attendues.

Concernant le problème de la corde (figure 26), les conditions PD et PI entraînent davantage de réponses différentes (6) que les conditions RD et RI (4). Les réponses réalistes sont différentes en fonction des conditions : code 11 (référence aux noeuds/piquets) en condition PI et code 12 (« 8 cordes » et commentaire réaliste) lors du travail en dyades (PD et RD). Les conditions de personnalisation n'entraînent pas des réponses non réalistes différentes de celles des conditions de résolution. Néanmoins, les omissions sont uniquement présentes en PI et PD.

| | | Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème de la corde | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|--|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|
| | | 11 | 12 | 21 | 22 | PC1 | | | | Total | | |
| | | | | | | 31 | 41 | 88 | 99 | 3141 | | |
| Condition | PD | Effectif | 0 | 1 | 42 | 4 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 51 |
| | | % | 0 % | 1,96 % | 82,35 % | 7,84 % | 0,00 % | 3,92 % | 1,96 % | 1,96 % | 0 % | 100 % |
| | PI | Effectif | 2 | 0 | 49 | 3 | 0 | 9 | 0 | 2 | 1 | 66 |
| | | % | 3,03 % | 0 % | 74,24 % | 4,55 % | 0 % | 13,64 % | 0 % | 3,03 % | 1,52 % | 100 % |
| | RD | Effectif | 0 | 1 | 33 | 5 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 47 |
| | | % | 0 % | 2,13 % | 70,21 % | 10,64 % | 0 % | 17,02 % | 0 % | 0 % | 0 % | 100 % |
| | RI | Effectif | 0 | 0 | 21 | 2 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| | | % | 0 % | 0 % | 75 % | 7,14 % | 3,57 % | 14,29 % | 0 % | 0 % | 0 % | 100 % |
| | Total | Effectif | 2 | 2 | 145 | 14 | 1 | 23 | 1 | 3 | 1 | 192 |
| | | % | 1,04 % | 1,04 % | 75,52 % | 7,29 % | 0,52 % | 11,98 % | 1,04 % | 1,04 % | 1,04 % | 101 % |

Figure 26 : Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème de la corde.

Pour le problème des planches (figure 27), nous constatons une différence entre les réponses réalistes produites en condition PD et celles en RD. En effet, la condition PD est la seule à produire une réponse codée 13 (uniquement un commentaire réaliste) « *Ça ne va pas car il y a 2,5 m et par la suite ils nous demandent de faire 1m* » (C1PD006). Pour ce qui est des réponses non réalistes, le code 23 apparaît uniquement dans les conditions PI et RD (« 4 planches », donnée de l'énoncé). Dans la condition PI, les réponses sont davantage réparties entre les sous-catégories que dans les autres conditions.

| Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème des planches | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|
| | | PP1 | | | | | | | | | | | Total | |
| | | 11 | 13 | 21 | 23 | 31 | 42 | 43 | 44 | 88 | 99 | 3142 | | |
| Condition | PD | Effectif | 3 | 1 | 37 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 51 |
| | | % | 5,88 % | 1,96 % | 72,55 % | 0 % | 3,92 % | 5,88 % | 0 % | 1,96 % | 1,96 % | 5,88 % | 0 % | 100 % |
| | PI | Effectif | 3 | 0 | 43 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 3 | 5 | 0 | 66 |
| | | % | 4,55 % | 0 % | 65,15 % | 1,52 % | 3,03 % | 6,06 % | 1,52 % | 6,06 % | 4,55 % | 7,58 % | 0 % | 100 % |
| | RD | Effectif | 1 | 0 | 31 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 47 |
| | | % | 2,13 % | 0 % | 65,96 % | 4,26 % | 2,13 % | 8,51 % | 2,13 % | 8,51 % | 2,13 % | 2,13 % | 2,13 % | 100 % |
| | RI | Effectif | 0 | 0 | 17 | 0 | 2 | 4 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 28 |
| | | % | 0 % | 0 % | 60,71 % | 0 % | 7,14 % | 14,29 % | 0 % | 10,71 % | 3,57 % | 3,57 % | 0 % | 100 % |
| | Total | Effectif | 7 | 1 | 128 | 3 | 7 | 15 | 2 | 12 | 6 | 10 | 1 | 192 |
| | | % | 3,65 % | 0,52 % | 66,67 % | 1,56 % | 3,65 % | 7,81 % | 1,04 % | 6,25 % | 3,13 % | 5,21 % | 0,52 % | 100 % |

Figure 27 : Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème des planches.

À propos du problème de l'école (figure 28), nous remarquons un effet des conditions sur les réponses réalistes. En condition PD, les trois codes réalistes sont présents (12, 13 et 14) alors que seulement deux codes sont présents en RD et RI. Le code 12 (réponse non réaliste avec un commentaire réaliste) apparaît en PD et également en RD, il est donc présent dans les conditions où les élèves travaillent par deux. En plus de la condition PD, le code 13 apparaît en RI (référence à la situation des lieux sans réponse chiffrée, voir annexe 19). Enfin, le code 14 (mention de 2 réponses possibles : 9 km et 25 km) revient deux fois dans les conditions de résolution (RI et RD) (voir annexe 18). Dans les conditions de personnalisation et en RI, la majorité des réponses non réalistes sont codées 22 (9 km). En RD, c'est le code 21 (25 km) qui est le plus fréquent.

| Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème de l'école | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | | PE1 | | | | | | | | | | Total |
| | | 12 | 13 | 14 | 21 | 22 | 23 | 41 | 88 | 99 | | |
| Condition | PD | Effectif | 3 | 2 | 3 | 18 | 23 | 1 | 1 | 0 | 0 | 51 |
| | | % | 5,88 % | 3,92 % | 3,92 % | 35,29 % | 45,10 % | 1,96 % | 1,96 % | 0 % | 0 % | 98 % |
| | PI | Effectif | 0 | 0 | 0 | 23 | 36 | 0 | 2 | 2 | 3 | 66 |
| | | % | 0 % | 0 % | 0 % | 34,85 % | 54,55 % | 0 % | 3,03 % | 3,03 % | 4,55 % | 100 % |
| | RD | Effectif | 2 | 0 | 2 | 23 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47 |
| | | % | 4,26 % | 0 % | 4,26 % | 48,94 % | 42,55 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 100 % |
| | RI | Effectif | 0 | 1 | 2 | 8 | 15 | 0 | 1 | 1 | 0 | 28 |
| | | % | 0 % | 3,57 % | 7,14 % | 28,57 % | 53,57 % | 0 % | 3,57 % | 3,57 % | 0 % | 100 % |
| | Total | Effectif | 5 | 3 | 7 | 72 | 94 | 1 | 4 | 3 | 3 | 192 |
| | | % | 2,60 % | 1,56 % | 2,60 % | 37,5 % | 48,96 % | 0,52 % | 2,08 % | 1,56 % | 1,56 % | 99 % |

Figure 28 : Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème de l'école.

Enfin, pour le problème du bus (figure 29), la condition PD est la seule à produire des réponses réalistes de chaque code (11, 12, 13 et 14). En condition PI, le code 13 (12 et un demi bus) est absent. En condition RI, le code 12 est absent (« 12,5 bus » accompagné d'un commentaire réaliste). Pour RD, c'est le cas du code 14 (« impossible car ça ne tombe pas juste »). Concernant les réponses non réalistes, nous pouvons souligner que le code 21 est majoritaire, par rapport au code 22, pour les conditions PD, PI et RD. En RI, il y a plus de codes 22. Le code 42 (nombre décimal, autre que 12,5) n'apparaît qu'en condition de personnalisation (PI et PD). En outre, la condition PI est la seule à produire une réponse témoignant d'une incompréhension (code 31).

| | | Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème du bus | | | | | | | | | | | | Total | |
|-----------|-------|---|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | | PB1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | 11 | 12 | 13 | 14 | 21 | 22 | 31 | 41 | 42 | 88 | 99 | 3141 | | |
| Condition | PD | Effectif | 29 | 4 | 2 | 1 | 7 | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 51 |
| | | % | 56,86 % | 7,84 % | 3,92 % | 1,96 % | 13,73 % | 5,88 % | 0 % | 3,92 % | 1,96 % | 3,92 % | 0 % | 0 % | 100 % |
| | PI | Effectif | 32 | 4 | 0 | 1 | 13 | 4 | 1 | 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 66 |
| | | % | 48,48 % | 6,06 % | 0 % | 1,52 % | 19,70 % | 6,06 % | 1,52 % | 12,12 % | 1,52 % | 1,52 % | 1,52 % | 0 % | 100 % |
| | RD | Effectif | 24 | 9 | 1 | 0 | 6 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 47 |
| | | % | 51,06 % | 19,15 % | 2,13 % | 0 % | 12,77 % | 2,13 % | 0 % | 10,64 % | 0 % | 0 % | 0 % | 2,13 % | 100 % |
| | RI | Effectif | 14 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 28 |
| | | % | 50 % | 0 % | 3,57 % | 3,57 % | 3,57 % | 17,86 % | 0 % | 17,86 % | 0 % | 3,57 % | 0 % | 0 % | 100 % |
| | Total | Effectif | 99 | 17 | 4 | 3 | 27 | 13 | 1 | 20 | 2 | 4 | 1 | 1 | 192 |
| | | % | 51,56 % | 8,85 % | 2,08 % | 1,56 % | 14,06 % | 6,77 % | 0,52 % | 10,42 % | 1,04 % | 2,08 % | 0,52 % | 0,52 % | 100 % |

Figure 29 : Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème du bus.

- **Analyse des personnalisations rédigées par les élèves**

Afin d'analyser les personnalisations produites par les élèves, nous allons procéder en deux temps. Premièrement, nous allons utiliser les critères de personnalisation afin de mettre en évidence les personnalisations correctes. Après cela, nous analyserons les résultats issus du comptage des différentes catégories d'informations ajoutées par les élèves.

Il est important de préciser que pour les résultats concernant les personnalisations, notre échantillon n'est plus de 192 réponses mais bien de 117 réponses car nous prenons uniquement en compte les réponses des 51 dyades de la condition PD et les réponses des 66 élèves de la condition PI. Les 47 dyades RD et les 28 élèves RI n'entrent plus en ligne de compte.

- **Mise en évidence des personnalisations « correctes »**

Pour commencer, nous allons présenter nos résultats pour l'ensemble des quatre problèmes. Ensuite, nous regarderons plus en détail les résultats problème par problème. Les critères de codage (figure 30) que nous utilisons n'étaient

| Critères de codage pour les personnalisations |
|--|
| 1 : Personnalisation correcte. |
| 21 : Pas de différence avec le problème initial (pas de personnalisation ni de reformulation). |
| 22 : Absence de la question. |
| 23 : Donnée(s) manquante(s)/erronée(s). |
| 24 : Problème de structure/manque de cohérence. |
| 25 : Reformulation. |
| 26 : Présence de la phrase réponse du problème. |
| Possibilité de combiner les codes : « & ». |

Figure 30 : Critères de codage pour les personnalisations.

pas présents dans l'étude de Mellone et al. (2017). Comme dit précédemment, une fois confrontée aux différentes « personnalisations » créées par les élèves, nous nous sommes rendue compte qu'elles n'étaient pas toujours correctes, ce qui nous a poussé à créer ce codage. Les critères permettent de distinguer les personnalisations correctes des simples reformulations ou du copié-collé de l'énoncé de départ et également de souligner les éventuelles erreurs.

Avant de présenter les résultats en fonction des différents codes de la figure 30, nous les présentons selon le codage simplifié (figure 31). Nous avons rassemblé tous les codes relatifs aux personnalisations incorrectes (de 21 à 26) en un seul code 0. Le code 1 reprend les personnalisations correctes et le code 9 correspond aux omissions. Nous constatons que le pourcentage de personnalisations correctes (code 1) est plus important lors du travail en dyades (56,37 %) que lors du travail individuel (44,32 %). De plus, nous remarquons que le pourcentage de personnalisations incorrectes (toutes

| Effet de la condition sur les critères de personnalisation pour les 4 problèmes (codage simplifié) | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 1 | 115 | 56,37 % |
| | 0 | 73 | 35,78 % |
| | 9 | 16 | 7,84 % |
| | Total | 204 | 100 % |
| PI | 1 | 117 | 44,32 % |
| | 0 | 107 | 40,53 % |
| | 9 | 40 | 15,15 % |
| | Total | 264 | 100 % |

Figure 31 : Effet de la condition sur les critères de personnalisation pour les 4 problèmes (codage simplifié).

erreurs confondues) est plus élevé en PI (40,53 %) qu'en PD (35,78 %). Nous tenons à mettre en évidence le nombre d'omissions car il signifie que les élèves ont seulement résolu le problème sans produire de personnalisation, ce qui revient aux mêmes consignes que celles des conditions RI et RD. Nous constatons un impact de la condition sur le nombre d'omissions : la condition PI en produit davantage (15,15 %) que la condition PD (7,84 %).

La figure 32 permet de voir plus précisément l'effet des conditions sur les critères de personnalisation. Le code 21 correspond au copié-collé du problème initial, sans aucune modification, ce n'est donc pas une personnalisation. Ce code est davantage présent en condition PI (10,98 %) qu'en condition PD (5,88 %). À l'instar du code 21, le code 25 n'est pas non plus une personnalisation, il s'agit uniquement d'une reformulation des problèmes sans lien avec la vie des élèves (voir exemples en annexe 21). Rappelons que lors de nos consignes de personnalisation, nous demandions aux élèves de réécrire le problème en le reformulant, en modifiant des éléments pour rendre la situation du problème plus proche de leur vie de tous les jours. Nous observons qu'il n'y a pas de réel effet des conditions sur la prédominance du pourcentage du code 25 : il est similaire dans les deux conditions (9,31 % en PD et 9,85 % en PI).

Lors des personnalisations, certains élèves et dyades oublient la question, ce qui correspond au code 22. Son pourcentage est plus important en condition PD (8,33 %) qu'en condition PI (4,92 %). Ce code est fort présent dans les codes combinés. Si nous calculons son pourcentage total, il est de 14,21 % en condition PD et de 9,09 % en PI. Quant au code 23 (données manquantes/erronées), il est davantage présent en condition PI (2,27 %) qu'en condition PD (1,47 %). Pour ce qui est des codes combinés, le code 22&23 est le plus fréquent en condition PD, il correspond à des personnalisations où la question est manquante et où les données sont manquantes ou erronées. En condition PI, c'est le cas du code 22&23&24, qui reprend les personnalisations sans question, qui manquent de structure/cohérence et où les données sont manquantes ou erronées.

L'annexe 22 présente l'effet de la condition sur les critères de personnalisation pour chaque problème. Pour chacun des quatre problèmes, la condition PD est celle qui amène le plus de personnalisations correctes. Le problème le mieux personnalisé est celui des planches en condition PD (62,75 % de code 1). Nous constatons que le problème du bus est

celui où le pourcentage du code 25 (reformulation) est le plus élevé (en PD) et où il y a le plus de codes 21 (13,64 %) (en PI). En outre, le pourcentage d'omissions est majoritaire dans les conditions PI des problèmes de l'école et du bus (19,70 %).

Pour conclure, nous soulignons que, pour tous les problèmes confondus, les dyades produisent davantage de personnalisations correctes que les élèves travaillant seuls (code 1). De plus, elles produisent moins de code 21 (copié-collé du problème de base) et moins de code 25 (reformulation) que les élèves de la condition PI. Les dyades omettent moins de personnaliser les problèmes que les élèves seuls. Enfin, le problème du bus est celui qui a été le moins souvent personnalisé de manière correcte à l'inverse du problème des planches.

| Effet de la condition sur les critères de personnalisation pour les 4 problèmes | | | |
|--|----------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 1 | 115 | 56,37 % |
| | 21 | 12 | 5,88 % |
| | 22 | 17 | 8,33 % |
| | 22&23 | 5 | 2,45 % |
| | 22&24 | 4 | 1,96 % |
| | 22&26 | 3 | 1,47 % |
| | 23 | 3 | 1,47 % |
| | 24 | 3 | 1,47 % |
| | 25 | 19 | 9,31 % |
| | 26 | 5 | 2,45 % |
| | 88 | 2 | 0,98 % |
| | 99 | 16 | 7,84 % |
| | Total | 204 | 100 % |
| PI | 1 | 117 | 44,32 % |
| | 21 | 29 | 10,98 % |
| | 22 | 13 | 4,92 % |
| | 22&23 | 2 | 0,76 % |
| | 22&23&24 | 5 | 1,89 % |
| | 22&23&26 | 1 | 0,38 % |
| | 22&24 | 3 | 1,14 % |
| | 23 | 6 | 2,27 % |
| | 23&24 | 4 | 1,52 % |
| | 24 | 8 | 3,03 % |
| | 25 | 26 | 9,85 % |
| | 26 | 10 | 3,79 % |
| | 99 | 40 | 15,15 % |
| Total | 264 | 100 % | |

Figure 32 : Effet de la condition sur les critères de personnalisation pour les 4 problèmes.

- Catégorisation des informations ajoutées dans les personnalisations.

Nous allons analyser de manière approfondie les personnalisations créées par les élèves. Pour cela, nous avons retenu cinq catégories d'informations : descriptives, intentionnelles, d'actions, temporelles et causales (Vicente et al., 2007, cités par Mellone et al., 2017). Comme expliqué dans la méthodologie, nous avons défini de manière précise ces cinq catégories (voir annexe 23). Au lieu d'analyser les différents éléments ajoutés pour chaque problème pour voir ensuite l'effet des conditions, il nous paraît judicieux de directement observer les résultats en fonction des deux conditions de personnalisation PI et PD. Par la suite, nous observerons plus précisément le nombre d'informations ajoutées pour chacune des cinq catégories, problème par problème.

Nous avons construit un tableau permettant de comparer le nombre moyen d'informations ajoutées dans les personnalisations en fonction des deux conditions PD et PI (figure 33). Ce dernier a la même structure que celui présenté par Mellone et al. dans leur article de 2017.

| Comparaison du nombre moyen d'informations ajoutées dans les personnalisations des conditions PD et PI, par problème et au total | | | | | | | |
|---|-----------|---------------------------------------|-------------|-----------|--------|-------------|-------|
| Problème | Condition | Nombres total d'informations ajoutées | Description | Intention | Action | Temporalité | Cause |
| Corde | PD | 2,58 | 1,72 | 0,16 | 0,35 | 0,02 | 0,33 |
| | PI | 2,00 | 1,42 | 0,11 | 0,26 | 0 | 0,21 |
| Planches | PD | 2,32 | 1,75 | 0,12 | 0,23 | 0,06 | 0,16 |
| | PI | 1,73 | 1,26 | 0,09 | 0,20 | 0,01 | 0,17 |
| Ecole | PD | 3,80 | 2,31 | 0,18 | 0,90 | 0,23 | 0,18 |
| | PI | 2,33 | 1,56 | 0,11 | 0,36 | 0,23 | 0,07 |
| Bus | PD | 2,68 | 2,29 | 0 | 0,29 | 0,06 | 0,04 |
| | PI | 1,55 | 1,41 | 0,03 | 0,11 | 0 | 0 |
| Tous les problèmes | PD | 2,85 | 2,02 | 0,12 | 0,44 | 0,09 | 0,18 |
| | PI | 1,90 | 1,41 | 0,09 | 0,23 | 0,06 | 0,11 |

Figure 33 : Comparaison du nombre moyen d'informations ajoutées dans les personnalisations des conditions PD et PI, par problème et au total.

De manière générale, nous pouvons mettre en évidence que le nombre moyen d'informations ajoutées dans les personnalisations est plus élevé lors du travail en dyades (PD) que lors du travail individuel (PI). Considérant chaque problème, c'est en condition PD que davantage d'informations sont ajoutées (sauf pour la catégorie « cause » pour les planches et la catégorie « intention » pour les bus). Lors de la comparaison des résultats des quatre problèmes, nous remarquons que le problème de l'école est celui dont les personnalisations comprennent le plus d'informations ajoutées.

En moyenne, ce sont les informations descriptives qui sont principalement ajoutées (2,02 pour PD et 1,41 pour PI). Les autres catégories sont assez similaires au niveau du nombre moyen d'informations ajoutées, celui-ci étant faible, inférieur à 0,5. L'annexe 24 donne l'opportunité de se rendre compte concrètement du nombre d'informations de chaque catégorie qui ont été ajoutées. Par exemple, pour l'ensemble des problèmes, le nombre d'informations descriptives ajoutées est de 412 en condition PD (sur un total de 204 personnalisations) et de 374 en condition PI (sur un total de 264 personnalisations).

Sur la base de ces différents résultats, il nous paraît intéressant de mettre en évidence que le travail en dyades permet aux élèves de produire des personnalisations avec plus d'informations. Nous pouvons lier cela au point précédent concernant les critères de personnalisation où nous mettions en exergue que les dyades produisaient un nombre de personnalisations correctes plus élevé que les élèves seuls.

Nous allons poursuivre en nous attardant sur chacun des problèmes. Les tableaux disponibles en annexes 25, 26, 27 et 28 présentent, pour chaque problème, l'effet des conditions sur l'ajout d'informations de diverses catégories (un tableau par catégorie d'informations).

Tout d'abord, en ce qui concerne le problème de la corde (annexe 25), nous constatons que certains élèves/dyades ajoutent jusqu'à 8 informations descriptives alors que pour les autres catégories, ce nombre ne dépasse pas 3. Néanmoins, la majorité des élèves a plutôt tendance à en ajouter une ou deux. Le pourcentage d'informations descriptives est de 43,13 % en condition PD et de 35,6 % en condition PI. Pour ce qui est des autres catégories, elles apparaissent nettement moins dans les productions des élèves, leur ajout ne dépasse pas les 9 %. Par ailleurs, il n'y a aucune information temporelle en condition PI.

En guise d'exemple, nous pouvons citer la personnalisation suivante : « *Mon papa veut acheter de la corde pour faire un cerf-volant. Il a besoin de 12 m mais il ne peut acheter que des morceaux de 1,5m de long. Combien de morceaux de cordes doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde assez longue pour faire le cerf-volant ?* » (C4PI003). Dans cet exemple, nous pouvons relever l'ajout d'informations de diverses catégories. L'élève ajoute deux informations descriptives « mon papa » et « cerf-volant ». En faisant référence à son papa, l'élève ajoute une information descriptive proche de sa vie quotidienne qui peut lui permettre de mieux s'appropriier la situation du problème, de mieux se la représenter. L'information intentionnelle « veut acheter de la corde » est liée à une information causale « pour faire un cerf-volant ». L'élève explique l'intérêt de l'achat de la corde, cela lui donne du sens. Il y a une information d'action « acheter » mais il n'y a pas d'information temporelle. Le

caractère problématique présent dans le problème initial relatif au fait de devoir nouer les cordes est toujours présent et la structure est similaire. Étant proche de la vie de tous les jours de l'élève, de par la situation et la référence à son père, cette personnalisation est donc jugée correcte. Néanmoins, celle-ci a entraîné une réponse non réaliste (8 morceaux de corde). D'autres exemples de personnalisation sont également disponibles en annexe 29.

Pour le problème des planches (annexe 26), comme pour celui de la corde, les informations descriptives sont celles qui ont majoritairement été ajoutées, tant par les élèves seuls que par les dyades (respectivement, 31,44 % et 43,62 %). Quant aux informations temporelles, ce sont celles qui reviennent le moins fréquemment (moins de 2 %). À titre d'exemple, voici une personnalisation réalisée par un élève seul (C1PI003) : « *Max a acheté 4 planches de 2,5 m chacune pour fabriquer une étagère pour mettre ses trophées de football. Combien de planches de 1 m peut-il faire avec ces planches ?* ». L'élève ajoute des informations relevant de trois catégories. Nous constatons qu'aucune information temporelle ou intentionnelle n'a été ajoutée. Une information d'action est présente : « mettre ». L'information causale « pour mettre ses trophées de football » permet de donner une raison à la fabrication de l'étagère. Deux informations descriptives sont présentes : « Max » et « trophées de football ». Le prénom « Max » est celui d'un élève de la classe, cela indique que l'élève a compris ce qu'était une personnalisation car il a rendu la situation du problème plus proche de sa vie en imaginant quelqu'un de sa connaissance réaliser l'étagère. Cependant, à la suite de cette personnalisation, l'élève a produit une réponse non réaliste (10 planches). L'annexe 30 présente d'autres exemples de personnalisation pour ce problème.

Comme dit précédemment, le problème de l'école est celui qui obtient le nombre moyen d'informations ajoutées le plus élevé. Lorsque nous observons l'annexe 27, nous constatons que, pour certaines dyades, le nombre d'informations ajoutées par personnalisation atteint 7 pour les catégories « description » et « action ». Pour les trois autres catégories, ce nombre oscille entre 0 et 3. Lorsque l'on compare ce problème avec les trois autres, nous remarquons qu'il comprend le plus d'informations d'actions : 46 en PD et 24 en PI, alors que pour les autres problèmes, ces nombres sont toujours inférieurs à 20, quelle que soit la condition. En outre, si nous nous référons à la figure 33 présentée plus haut, le nombre moyen d'informations d'actions est de 0,90 en condition PD alors qu'il est de 0,44 pour l'ensemble des problèmes.

En guise de personnalisation, la plupart des élèves et dyades ont remplacé/modifié le centre sportif, la gare et l'école en les rendant plus proches de leur vie quotidienne. C'est ce qui implique un nombre important d'informations descriptives. Cela se retrouve dans l'exemple suivant (C1PI003) : « *Le terrain de football est situé à 17 km de ma maison et le terrain de tennis est situé à 8 km de*

l'école. À quelle distance le terrain de football et le terrain de tennis sont-ils situés l'un de l'autre ? ». L'élève ajoute uniquement des informations descriptives. Elles sont au nombre de trois : « le terrain de football », « ma maison » et « le terrain de tennis ». L'élève situe deux lieux, que nous pouvons imaginer proches de sa vie quotidienne, par rapport à sa maison. Nous soulignons l'utilisation du déterminant possessif « ma ». Celui-ci permet d'indiquer qu'il s'agit de sa maison et non d'une maison parmi d'autres. La résolution de ce problème est non réaliste ($17 - 8 = 9$ km). L'annexe 31 reprend d'autres exemples de personnalisation.

Enfin, pour le problème du bus (annexe 28), nous remarquons également que le nombre d'informations ajoutées par personnalisation est plus important dans la catégorie « description », avec un maximum de 5 éléments ajoutés, alors qu'il varie entre 0 et 3 pour les autres catégories. En condition PI, aucune information causale n'a été ajoutée. En condition PD, c'est le cas des informations d'intentions. Nous pouvons citer l'exemple de la dyade C15PD007 « *450 élèves doivent être transportés au centre sportif. Chaque bus de l'école peut accueillir 36 élèves. Combien de bus sont nécessaires ?* » Nous remarquons que la dyade personnalise l'énoncé du problème en la rapprochant de la vie scolaire, élément important de la vie d'élèves de cinquième et sixième primaire. La dyade mentionne plusieurs informations descriptives : « élèves », « centre sportif » et « bus d'école ». Ainsi, la situation passe de soldats allant à leur camp d'entraînement à celle d'élèves qui vont dans un centre sportif, événement habituel de la vie scolaire. Aucune information d'une autre catégorie n'a été donnée. Cet exemple est donc en accord avec la tendance d'ajouter presque uniquement des informations descriptives. La réponse de cette dyade est réaliste (13 bus nécessaires). Cette réponse ainsi qu'un autre exemple de personnalisation sont disponibles en annexe 32.

Pour conclure ce point, nous pouvons remarquer que, lorsque les élèves ajoutent des informations, celles-ci sont le plus souvent descriptives et rarement temporelles. En outre, lors de l'ajout/modification d'informations d'une catégorie, c'est majoritairement une, parfois deux informations qui sont ajoutées. Les informations descriptives font exception car les élèves/dyades qui en ajoutent tendent à en mettre plutôt deux par problème. Enfin, le problème de l'école est celui dont les personnalisations comprennent le plus grand nombre d'informations ajoutées.

- **Effet des personnalisations sur le réalisme dans les réponses données en partie 1 (codage 1/0/9)**

Sur la base des résultats mis en évidence dans le point précédent, nous allons analyser l'effet des personnalisations sur le réalisme des réponses des élèves en partie 1. Pour cela, nous croisons les réponses données par les élèves en partie 1 avec les critères attribués aux personnalisations réalisées. Nous jugeons important de réaliser cette analyse car, comme nous l'avons vu, de nombreux élèves des conditions PI et PD n'ont pas personnalisé les problèmes de manière correcte, il y a eu des copié-collé de l'énoncé de départ, des reformulations ou encore des erreurs comme l'absence de question ou de données. Ce que nous souhaitons mettre en évidence est l'impact des personnalisations entièrement correctes. Ainsi, nous avons regroupé les codes se rapportant aux personnalisations incorrectes (de 21 à 26) en un code 0. Le code 1 correspond aux personnalisations correctes et le code 9 reprend les omissions.

L'effet des personnalisations sur le réalisme des réponses en partie 1, pour les quatre problèmes confondus est présenté dans la figure 34. Parmi les 49 dyades ayant fourni une réponse correcte en partie 1, plus de la moitié avait réalisé une personnalisation correcte (57,1 %). En condition PI, parmi les 42 élèves à avoir donné une réponse réaliste en partie 1, 19 avaient produit une personnalisation correcte (45,2 %). En condition PD, sur 115 personnalisations correctes, 28 ont entraîné une réponse réaliste

Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour les quatre problèmes (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 1 | | | Critères de personnalisation | | | Total | |
|------------------------------|-------|----------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 1 | 0 | 9 | | |
| Condition | PD | 0 | Effectif | 87 | 54 | 10 | 151 |
| | | % | | 57,6 % | 36 % | 6,6 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 28 | 19 | 2 | 49 | |
| | | % | | 57,1 % | 38,8 % | 4,1 % | 100 % |
| | 9 | Effectif | 0 | 0 | 4 | 4 | |
| | | % | | 0 % | 0 % | 100 % | 100 % |
| | Total | Effectif | 115 | 73 | 16 | 204 | |
| | % | | 56,4 % | 35,8 % | 7,8 % | 100 % | |
| | PI | 0 | Effectif | 96 | 90 | 25 | 211 |
| | | | % | | 45,5 % | 42,7 % | 11,8 % |
| 1 | | Effectif | 19 | 16 | 7 | 42 | |
| | | % | | 45,2 % | 38,1 % | 16,7 % | 100 % |
| 9 | | Effectif | 2 | 1 | 8 | 11 | |
| | | % | | 18,2 % | 9,1 % | 72,7 % | 100 % |
| Total | | Effectif | 117 | 107 | 40 | 264 | |
| % | | | 44,3 % | 40,5 % | 15,2 % | 100 % | |

en partie 1, ce qui correspond à 24,35 %. En condition PI, 16,24 % des personnalisations correctes ont entraîné une réponse réaliste en partie 1 (19 sur 117). Ainsi, nous remarquons que la réalisation de personnalisations correctes entraîne davantage de réponses réalistes pour les dyades que pour les élèves seuls.

Les résultats par problème sont disponibles en annexes 33, 34, 35 et 36. Nous pouvons mettre en évidence que c'est dans le cadre du problème du bus que les personnalisations correctes entraînent les pourcentages les plus élevés de réponses réalistes. Ainsi, 76 % des dyades ayant

personnalisé correctement les énoncés produisent une réponse réaliste (19 dyades sur 25). Pour les élèves seuls (PI), ce pourcentage est de 65,22 % (sur 23 personnalisations correctes, 15 entraînent une réponse réaliste). Pour les autres problèmes, le pourcentage de personnalisations correctes ayant entraîné une réponse réaliste ne dépasse pas les 15 %. Soulignons l'exemple du problème de l'école où aucune des personnalisations correctes n'a permis aux élèves seuls de faire preuve de réalisme. Enfin, pour chacun des problèmes, l'effet positif sur le réalisme des personnalisations correctes est plus important dans les conditions de travail en dyades. Pour le problème de la corde, il est assez similaire dans les deux conditions.

Pour conclure, nous pouvons indiquer que l'effet des personnalisations sur le réalisme présent dans les réponses est plus favorable aux dyades qu'aux élèves seuls.

De manière plus qualitative, il nous semble pertinent de souligner le fait que certains élèves/dyades personnalisent les problèmes mais le résolvent sur la base des termes du problème de départ. En effet, lors de l'analyse des résolutions et des personnalisations produites, nous avons remarqué que certaines réponses étaient rédigées avec les termes du problème et non avec ceux de la personnalisation. La figure 35 en est un exemple. Cependant, cela reste minime. En effet, parmi les 468 résolutions dans les conditions PI et PD, nous n'en dénombrons que 4 (dont 3 en PI), soit moins de 1%.

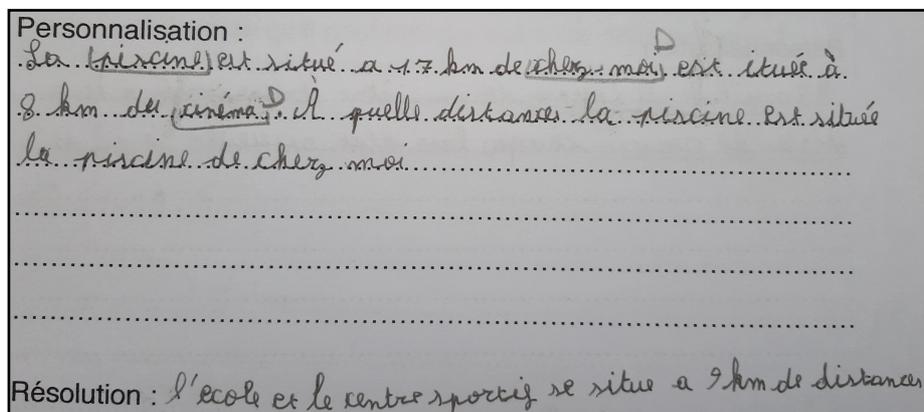


Figure 35 : Exemple de résolution avec les termes du problème et non ceux de la personnalisation (C9PI002).

- **Présence de réalisme dans les réponses des élèves lors de la partie 2**

Dans la deuxième partie de notre étude, les élèves ont dû, individuellement, sélectionner une réponse parmi plusieurs possibilités, dont une réaliste. Les 290 élèves ont travaillé individuellement sur les 4 problèmes, nous avons donc récolté 1160 réponses. Afin de pouvoir comparer les résultats à ceux issus du codage en 1/0/9 utilisé en partie 1, nous avons recodé les codes initialement prévus. Tout d'abord, nous avons recodé « 0 » les réponses non réalistes (code 2). Le code 3, se rapportant aux incompréhensions et le code 8, reprenant les réponses incodables, ont tous deux été recodés « 0 ». Ainsi, le code 1 se rapporte aux réponses témoignant d'un raisonnement réaliste, alors que le code 0 reprend toutes les réponses non réalistes. Quant au code 9, il porte sur les omissions. Dans l'annexe 37, nous présentons, pour la partie 2, un exemple de réponse jugée réaliste pour chacun des quatre problèmes.

La comparaison des résultats de la partie 2 avec ceux de la partie 1 permet de se rendre compte de l'impact de la confrontation avec les réponses réalistes. La figure 36 présente les résultats de la partie 2 par problème et au total. Pour pouvoir comparer les résultats entre les deux parties, cette figure ainsi que la figure 14 (relative aux réponses de la partie 1), sont reprises dans l'annexe 38.

Pour l'ensemble des problèmes, 22,33 % des réponses sont réalistes. Ce pourcentage de réponses réalistes est plus important que celui de la première partie (19,53 %). Les résultats sont assez proches mais nous pouvons mettre en évidence une légère hausse des réponses réalistes en seconde partie. En outre, le pourcentage d'omissions est moins important en deuxième partie qu'en première (de 2,21 % à 0,52 %).

Nous remarquons que le problème du bus est celui qui a été résolu de manière la plus réaliste (55,17 % de réponses réalistes), ensuite c'est le problème des planches (15,17 %), puis celui de l'école (10 %) et enfin celui de la corde (8,97 %). L'ordre en fonction du pourcentage de réponses réalistes est légèrement différent lors de la partie 1, celui-ci était : bus, école, planches, corde. Ainsi, pour le problème des planches, le pourcentage de

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème et au total (partie 2) | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Problème | Code | Fréquence | Pourcentage |
| Corde | 0 | 264 | 91,03 % |
| | 1 | 26 | 8,97 % |
| | Total | 290 | 100 % |
| Planches | 0 | 244 | 84,14 % |
| | 1 | 44 | 15,17 % |
| | 9 | 2 | 0,69 % |
| | Total | 290 | 100 % |
| Ecole | 0 | 260 | 89,66 % |
| | 1 | 29 | 10 % |
| | 9 | 1 | 0,34 % |
| | Total | 290 | 100 % |
| Bus | 0 | 127 | 43,79 % |
| | 1 | 160 | 55,17 % |
| | 9 | 3 | 1,03 % |
| | Total | 290 | 100 % |
| TOTAL | 0 | 895 | 77,16 % |
| | 1 | 259 | 22,33 % |
| | 9 | 6 | 0,52 % |
| | Total | 1160 | 100 % |

Figure 36 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème et au total (partie 2).

réponses réalistes passe de 4,17 % à 15,17 % ce qui est une augmentation non négligeable (voir exemple en annexe 39). Pour le problème de la corde, le pourcentage de réponses réalistes passe de 2,08 % à 8,97 %. Dans le cas de l'école, le pourcentage de réponses réalistes était de 7,81 % en partie 1 et il passe à 10 % en partie 2. Enfin, le problème du bus est le seul où le pourcentage de réponses réalistes diminue. Il passe de 64,06 % lors de la partie 1 à 55,17 % en partie 2.

- **Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1**

En plus de la comparaison du pourcentage de réponses réalistes entre la partie 1 et la partie 2, il nous semble pertinent d'observer les réponses sélectionnées en partie 2 en fonction de celles données lors de la partie 1. Les différentes questions que nous nous posons sont les suivantes : « *les élèves ayant répondu de manière réaliste en partie 1 vont-ils être constants et également avoir un raisonnement réaliste en partie 2 ?* » et « *le fait d'être confronté aux réponses réalistes va-t-il avoir un effet sur les élèves ayant répondu de manière non réaliste en partie 1 ?* ». Ces questions sont en lien avec notre sixième hypothèse. Selon nous, le fait d'être confronté aux réponses réalistes va permettre aux élèves de se rendre compte du caractère problématique des problèmes et ainsi faire augmenter le pourcentage de réponses réalistes en seconde partie. Nous allons également observer l'effet des conditions de la partie 1 sur les réponses données en partie 2. Selon notre septième hypothèse, les élèves ayant personnalisé les énoncés en dyades (PD) en partie 1 allaient davantage choisir les réponses réalistes en partie 2 que les élèves des autres conditions.

Nous avons croisé les résultats de la partie 1 avec les réponses sélectionnées lors de la partie 2. Pour cela, nous avons doublé les réponses données par les dyades (PD et RD) en partie 1. Ainsi, nous arrivons à 1160 « réponses » pour chaque partie. Le codage utilisé est celui en 1/0/9 pour les résultats des deux parties. Nous allons d'abord présenter les résultats pour tous les problèmes confondus et, ensuite, ceux pour chaque problème. Nous observons les résultats toutes conditions confondues et également par condition.

- **Pour les quatre problèmes**

La figure 37 présente les réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour les quatre problèmes confondus. 10,5 % des élèves ayant donné une réponse non réaliste lors de la partie 1 optent pour une réaliste dans la phase 2. Nous pouvons également mettre en évidence qu'un raisonnement réaliste lors de la partie 1 n'entraîne pas obligatoirement ce type de

| Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour les quatre problèmes (codage 1/0/9) | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|--------|-------|-------|
| | Réponses données en partie 1 | Réponses données en partie 2 | | | Total |
| | | 1 | 0 | 9 | |
| 0 | Effectif | 94 | 803 | 2 | 899 |
| | % | 10,5 % | 89,3 % | 0,2 % | 100 % |
| 1 | Effectif | 160 | 77 | 2 | 239 |
| | % | 66,9 % | 32,2 % | 0,8 % | 100% |
| 9 | Effectif | 5 | 15 | 2 | 22 |
| | % | 22,7 % | 68,2 % | 9,1 % | 100% |
| Total | Effectif | 259 | 895 | 6 | 1160 |
| | % | 22,3 % | 77,2 % | 0,5 % | 100 % |

Figure 37 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour les quatre problèmes (codage 1/0/9).

raisonnement en seconde partie. En effet, le pourcentage d'élèves passant d'un raisonnement réaliste en phase 1 vers un non réaliste en phase 2 est de 32,2 %. En outre, les omissions en partie 1 se transforment majoritairement en réponses non réalistes (68,2 %).

Si nous observons la figure 38, nous pouvons mettre en évidence l'effet des conditions de la partie 1 sur les réponses choisies en seconde partie.

Nous constatons que les pourcentages de réponses réalistes produites en partie 2 sont proches entre les différentes conditions de la partie 1 (23% en PD, 22 % en PI, 22,3% en RD et 20,5 % en RI).

Nous soulignons que, pour tous les problèmes confondus, c'est en condition PI que le pourcentage d'élèves passant d'un raisonnement non réaliste à un raisonnement réaliste est le plus important (13,3 %). Pour ce qui est du fait de passer d'un raisonnement réaliste à un non réaliste, ce pourcentage est plus grand dans les conditions de personnalisations. À l'inverse, 68,4 % des élèves de la condition RI sont constants dans leur raisonnement réaliste.

Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour les quatre problèmes (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 1 | | | Réponses données en partie 2 | | | Total |
|------------------------------|----------|----------|------------------------------|--------|-------|---------|
| | | | 1 | 0 | 9 | |
| Condition | | | | | | |
| PD | 0 | Effectif | 27 | 274 | 1 | 302 |
| | | % | 9,1% | 90,9% | 0,3 % | 100% |
| | 1 | Effectif | 65 | 32 | 1 | 98 |
| | | % | 66 % | 33 % | 1,0 % | 100 % |
| | 9 | Effectif | 2 | 5 | 1 | 8 |
| | | % | 16,7% | 66,7% | 16,7% | 100% |
| Total | Effectif | 94 | 311 | 3 | 408 | |
| | % | 23,0 % | 76,2 % | 1 % | 100 % | |
| PI | 0 | Effectif | 28 | 182 | 1 | 211 |
| | | % | 13,3 % | 86,3 % | 0,5 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 28 | 14 | 0 | 42 |
| | | % | 66,7 % | 33,3 % | 0 % | 100 % |
| | 9 | Effectif | 2 | 8 | 1 | 11 |
| | | % | 18,2 % | 72,7 % | 9,1 % | 100 % |
| Total | Effectif | 58 | 204 | 2 | 264 | |
| | % | 22,0 % | 77,3 % | 0,8 % | 100 % | |
| RD | 0 | Effectif | 29 | 265 | 0 | 294 |
| | | % | 9,9 % | 90,1 % | 0 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 54 | 25 | 1 | 80 |
| | | % | 67,5 % | 31,3 % | 1,3 % | 100,0 % |
| | 9 | Effectif | 1 | 1 | 0 | 2 |
| | | % | 50,0 % | 50,0 % | 0 % | 100,0 % |
| Total | Effectif | 84 | 291 | 1 | 376 | |
| | % | 22,3 % | 77,4 % | 0,3 % | 100 % | |
| RI | 0 | Effectif | 10 | 82 | 0 | 92 |
| | | % | 10,9 % | 89,1 % | 0 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 13 | 6 | 0 | 19 |
| | | % | 68,4 % | 31,6 % | 0 % | 100 % |
| | 9 | Effectif | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | % | 0 % | 100 % | 0 % | 100 % |
| Total | Effectif | 23 | 89 | 0 | 112 | |
| | % | 20,5 % | 79,5 % | 0 % | 100 % | |

Figure 38 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour les quatre problèmes (codage 1/0/9).

- *Pour chaque problème individuellement (codage 1/0/9)*

Après avoir observé l'effet des réponses données en partie 1 sur les réponses données en partie 2 pour tous les problèmes confondus, nous allons observer cela spécifiquement pour chaque problème. Pour ce qui est des résultats par condition, quatre tableaux sont présentés en annexes 40, 41, 42 et 43. Concernant les conditions, nous allons souligner celles qui amènent la majorité des élèves à être constants dans leur raisonnement réaliste d'une partie à l'autre et celles ayant permis aux élèves de passer d'un raisonnement non réaliste en partie 1 à un réaliste en partie 2.

Concernant le problème de la corde (figure 39), nous remarquons que 7,5 % des élèves ayant répondu de manière non réaliste en partie 1 ont eu un raisonnement réaliste en partie 2, une fois confrontés à la réponse réaliste. Seulement la moitié des élèves ayant eu un raisonnement réaliste en partie 1 reste constants dans ce raisonnement lors de la seconde partie. Pour ce qui est des conditions (annexe 40), nous constatons que c'est en RD que le pourcentage d'élèves passant d'un raisonnement non réaliste à un réaliste est le plus important (9,8 %). Ce pourcentage est de 7,1 % en PD. Pour ce qui est de la constance dans le raisonnement réaliste, les conditions PD, RD et PI passent de 2 réponses réalistes à une seule.

| Réponses données en partie 1 | | Réponses données en partie 2 | | | Total |
|------------------------------|----------|------------------------------|--------|--------|-------|
| | | 1 | 0 | 9 | |
| 0 | Effectif | 31 | 232 | 0 | 263 |
| | % | 11,8 % | 88,2 % | 0 % | 100 % |
| 1 | Effectif | 11 | 2 | 0 | 13 |
| | % | 84,6 % | 15,4 % | 0 % | 100 % |
| 9 | Effectif | 2 | 10 | 2 | 14 |
| | % | 14,3 % | 71,4 % | 14,3 % | 100 % |
| Total | Effectif | 44 | 244 | 2 | 290 |
| | % | 15,2 % | 84,1 % | 0,7 % | 100 % |

Figure 39 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour le problème de la corde (codage 1/0/9).

11,8 % des élèves ayant résolu le problème des planches sans utiliser leurs connaissances du monde réel en partie 1, ont sélectionné la réponse réaliste en partie 2 (figure 40). Près de 85 % des élèves ayant fait preuve de réalisme en partie 1 ont eu le même type de raisonnement en partie 2. Selon l'annexe 41, c'est dans la condition PI que le pourcentage d'élèves passant d'un raisonnement non réaliste à un réaliste est le plus important (15,5 %), ce pourcentage est de 13,3 % en RD et 9,1 % en PD. Pour les conditions PI et RD, nous remarquons que tous les élèves ayant fait preuve de réalisme en partie 1 sont constants lors de la seconde partie. En condition PD, 4 dyades avaient produit une réponse réaliste (8

| Réponses données en partie 1 | | Réponses données en partie 2 | | Total |
|------------------------------|----------|------------------------------|--------|-------|
| | | 1 | 0 | |
| 0 | Effectif | 21 | 259 | 280 |
| | % | 7,5 % | 92,5 % | 100 % |
| 1 | Effectif | 3 | 3 | 6 |
| | % | 50 % | 50 % | 100 % |
| 9 | Effectif | 2 | 2 | 4 |
| | % | 50,0 % | 50,0 % | 100 % |
| Total | Effectif | 26 | 264 | 290 |
| | % | 9 % | 91 % | 100 % |

Figure 40 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour le problème des planches (codage 1/0/9).

élèves) alors que seulement 6 élèves en donnent une en partie 2.

La figure 41 présente les résultats pour le problème de l'école. La confrontation avec la réponse réaliste amène 6,2 % des élèves, ayant donné une réponse non réaliste en partie 1, à sélectionner la réaliste en partie 2. Moins de la moitié des élèves qui ont fait preuve de réalisme en partie 1 (44,4 %) choisissent de nouveau la réponse réaliste lors de la seconde phase. Comme dans le cas des planches, la condition PI est celle où le pourcentage d'élèves passant d'un raisonnement non réaliste à un réaliste est le plus important (9,5 %) (annexe 42). Dans la condition PD, parmi les 16 élèves (8 dyades) ayant fourni une réponse réaliste en partie 1, seulement 7 élèves ont toujours un raisonnement réaliste en partie 2.

| | Réponses données en partie 1 | Réponses données en partie 2 | | | Total |
|-------|------------------------------|------------------------------|--------|-------|-------|
| | | 1 | 0 | 9 | |
| 0 | Effectif | 16 | 243 | 1 | 260 |
| | % | 6,2 % | 93,5 % | 0 % | 100 % |
| 1 | Effectif | 12 | 15 | 0 | 27 |
| | % | 44,4 % | 55,6 % | 0 % | 100 % |
| 9 | Effectif | 1 | 2 | 0 | 3 |
| | % | 33,3 % | 66,7 % | 0,0 % | 100 % |
| Total | Effectif | 29 | 260 | 1 | 290 |
| | % | 10 % | 89,7 % | 0,3 % | 100 % |

Figure 41 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour le problème de l'école (codage 1/0/9).

Enfin, pour le problème du bus (figure 42, 27,1 % des élèves ayant donné une réponse non réaliste en partie 1 ont donné une réponse réaliste en partie 2. Nous constatons que près de 70 % des élèves avec un raisonnement réaliste en partie 1 sont constants en partie 2. Selon le tableau en annexe 43, la condition PI est celle qui amène le plus grand pourcentage d'élèves à avoir un raisonnement réaliste en partie 2 (35,7 %). Néanmoins, cette condition est aussi celle où il y a le plus haut pourcentage d'élèves qui passent d'un raisonnement réaliste à un non réaliste (35,1 %).

| | Réponses données en partie 1 | Réponses données en partie 2 | | | Total |
|-------|------------------------------|------------------------------|--------|-------|-------|
| | | 1 | 0 | 9 | |
| 0 | Effectif | 26 | 69 | 1 | 96 |
| | % | 27,1 % | 71,9 % | 1 % | 100 % |
| 1 | Effectif | 134 | 57 | 2 | 193 |
| | % | 69,4 % | 29,5 % | 1 % | 100 % |
| 9 | Effectif | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | % | 0 % | 100 % | 0 % | 100 % |
| Total | Effectif | 160 | 127 | 3 | 290 |
| | % | 55 % | 43,8 % | 1,0 % | 100 % |

Figure 42 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour le problème du bus (codage 1/0/9).

Pour conclure, nous constatons que le problème du bus est celui qui entraîne le plus d'élèves à passer à un raisonnement réaliste (27,1%) alors que le problème de l'école est celui où le plus d'élèves ne sont pas constants dans leur raisonnement réaliste (55,6 %). Enfin, nous pouvons souligner que, pour trois problèmes sur quatre (planches, école et bus), c'est dans la condition PI que le pourcentage d'élèves passant d'un raisonnement non réaliste à un réaliste est le plus important.

V. Interprétation et discussion des résultats

Sur la base des résultats que nous venons de mettre en évidence et des études présentées dans le cadre de notre revue de littérature, nous allons tenter de vérifier nos hypothèses afin de pouvoir répondre à notre question de recherche : « *Dans quelle mesure la personnalisation des énoncés des problèmes lors d'échanges entre élèves va-t-elle permettre d'augmenter le nombre de réponses réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques ?* »

Notre discussion va s'articuler autour de quatre points. Nous allons commencer par revenir sur le réalisme dont ont fait preuve les élèves lors de la résolution des quatre problèmes problématiques durant la première partie. Après cela, nous allons aborder le point central de notre recherche : les personnalisations réalisées par les élèves seuls et les dyades. Nous allons mettre en évidence leur effet sur le pourcentage de réponses réalistes produites par les élèves. En outre, nous allons revenir sur les critères de personnalisation et sur la catégorisation des informations ajoutées afin de pouvoir caractériser les personnalisations. Dans notre troisième point, nous nous attarderons sur les différentes réponses réalistes et non réalistes émises par les élèves, sur la base de notre codage en sous-catégories. Enfin, nous terminerons par la mise en lumière de l'effet de la confrontation aux réponses réalistes sur le réalisme dont ont fait preuve les élèves lors de la seconde partie ; nous aborderons l'effet des différentes conditions mises en place en partie 1 sur le réalisme en partie 2.

- **Le réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques (RI et RD)**

Pour résoudre un problème problématique, il faut prendre en considération la situation du monde réel pour réaliser un modèle de situation correct (Verschaffel et al., 1994). Comme nous l'avons vu, les recherches portant sur les problèmes problématiques ont mis en évidence la tendance des élèves à mettre le sens entre parenthèses. Ils ne prennent pas en compte leurs connaissances du monde réel pour résoudre les problèmes problématiques et produisent alors des réponses non réalistes. Lors de l'étude de Verschaffel et al. (1994), le taux de réponses réalistes était seulement de 17 %. Ce résultat a été confirmé dans d'autres études réalisées en Flandre (Verschaffel & De Corte, 1997 ; Weyns et al., 2017) mais également dans divers pays, le Japon (Yoshida et al., 1997), la Suisse (Reusser & Stebler, 1997a), la Turquie (Dewolf et al., 2014) ou encore l'Italie (Mellone et al., 2017). Le taux de réponses réalistes se situe toujours autour des 20 %.

À partir des résultats que nous venons de citer, nous avons émis plusieurs hypothèses concernant la mise entre parenthèses du sens lors de la résolution des problèmes problématiques (conditions RI et RD). Notre première hypothèse était la suivante : « Pour les élèves résolvant

seuls les problèmes (RI), le nombre de réponses réalistes sera inférieur à 20 %. » Similaire à la première, notre seconde hypothèse portait sur la condition de résolution en dyades (RD). Selon nous, le pourcentage de réponses réalistes y serait faible, quoique plus important qu'en condition RI. Nous avons imaginé que les interactions entre élèves lors du travail en dyades permettraient d'augmenter le nombre de réponses réalistes.

Pour ce qui est de la résolution individuelle des problèmes problématiques, les 28 élèves de la condition RI ont produit 16,96 % de réponses réalistes. Ainsi, nos résultats vont dans le même sens que ceux des différentes études réalisées depuis l'étude initiale de Verschaffel et al. (1994) (Dewolf et al., 2014 ; Mellone et al., 2017 ; Reusser & Stebler, 1997a ; Verschaffel & De Corte, 1997 ; Weyns et al., 2017 ; Yoshida et al., 1997). Ce faible taux de réponses réalistes en condition RI nous permet de confirmer notre première hypothèse. Pour expliquer ce faible pourcentage de réponses réalistes face aux problèmes problématiques, nous pouvons souligner la mise en place de démarches de résolution superficielles (Van Dooren et al., 2010). Effectivement, la plupart des élèves ne prennent pas en compte la réalité de la situation et ne construisent pas de modèle de situation (De Corte, 2012).

Si nous nous centrons sur les résultats problème par problème, nous remarquons que ce pourcentage est fortement influencé par la résolution du problème du bus. En effet, face à ce problème, 16 élèves sur 28 (57,14 %) ont donné une réponse réaliste (13 bus) alors qu'aucun élève seul n'a fait preuve de réalisme face au problème de la corde et des planches. Face au problème de l'école, 3 élèves sur 28 ont eu des réactions réalistes (10, 71 %). Ces différences au niveau du taux de réponses réalistes en fonction des problèmes nous permettent de valider notre huitième hypothèse. Celle-ci portait sur des différences au niveau du pourcentage de réponses réalistes en fonction des divers problèmes, avec un avantage pour le problème du bus.

Selon Mellone et al. (2017), ce fonctionnement différentiel en fonction des problèmes peut s'expliquer par les différentes structures mathématiques des problèmes. Les problèmes des planches et du bus peuvent être résolu en donnant une réponse numérique exacte alors que ce n'est pas le cas pour le problème de la corde et de l'école. Pour la corde, il s'agit d'une estimation et pour l'école d'un intervalle (Mellone et al., 2017). Selon Depaepe et al. (2015), il y a plus de réactions réalistes face aux problèmes de division avec reste. C'est le cas du problème du bus où les élèves doivent interpréter le reste de manière réaliste. Cela peut donc expliquer le fait qu'il ait été résolu avec plus de réalisme que les autres. En outre, entre les quatre situations problèmes, il s'agit de la plus proche de la vie d'élèves du primaire.

Concernant la résolution de problèmes en dyades, le pourcentage de réponses réalistes est de 21,28 %. Ce pourcentage, assez faible, se situe dans la lignée des études sur les problèmes problématiques que nous avons citées. Si nous comparons le taux de réponses réalistes entre la condition RD et RI, ce dernier est plus élevé lors du travail en dyades. Cependant, rappelons que la taille de l'effet entre les conditions de résolution individuelle et en dyades est de 0,279, ce qui indique que les deux conditions se distinguent faiblement (Cohen, 1992, cité par Fagnant & Vlassis, 2013). Tout en gardant à l'esprit que la différence entre RI et RD est faible, nous pouvons valider notre seconde hypothèse.

Pour tenter d'expliquer l'impact positif de la condition RD, nous avançons que le travail à deux permet d'interagir, de se poser des questions ou encore d'explicitier ses interprétations (Wyndhamn & Säljö, 1997). En outre, dans cette condition, les élèves ont pu confronter leurs points de vue et ainsi mieux comprendre la situation du problème. Selon Wyndhamn et Säljö (1997), le fait de travailler en groupe entraîne davantage de réactions réalistes. Cependant, la condition RD ne se distingue que faiblement de la condition RI. Cela est en accord avec Mellone et al. (2017) qui indiquent qu'uniquement placer les élèves dans une situation de communication n'entraîne pas d'effet positif sur le pourcentage de réponses réalistes. Toutefois, dans l'étude de Wyndhamn et Säljö (1997), la discussion des élèves était guidée par un expérimentateur, ce qui a pu augmenter son efficacité.

Comme pour la condition RI, les élèves ont fait preuve de plus de réalisme face au problème du bus (72,34%). À l'inverse, seulement une dyade a répondu de manière réaliste aux problèmes de la corde et des planches. À l'instar des résultats en RI, cela confirme notre hypothèse 8.

- **Les personnalisations réalisées par les élèves : effet sur le réalisme en partie 1 et caractérisation**

Étant donné la forte tendance des élèves à exclure leurs connaissances du monde réel lors de la résolution de problèmes problématiques, les chercheurs ont tenté de mettre en place des dispositifs visant à augmenter le réalisme dont ils font preuve. Nous avons identifié que les dispositifs basés sur l'utilisation d'avertissements ne fonctionnent pas (Dewolf et al., 2014 ; Reusser & Stebler, 1997a ; Yoshida et al., 1997). C'est également le cas des illustrations (Dewolf et al., 2014 ; Dewolf et al., 2017 ; Fagnant, à paraître ; Weyns et al., 2017). Néanmoins, d'autres dispositifs permettent aux élèves de faire preuve de plus de réalisme. Nous pouvons citer le changement de l'environnement d'enseignement/apprentissage des mathématiques (Verschaffel et al., 1999 ; Verschaffel & De Corte, 1997) ou encore le fait de rendre les énoncés des problèmes plus authentiques (Palm, 2008 ; Weyns et al., 2017). De plus, lorsque les problèmes sont proposés

dans un contexte plus proche de la vie réelle, les élèves répondent de manière plus réaliste (DeFranco & Curcio, 1997, cités par Verschaffel & De Corte, 2008 ; Reusser & Stebler 1997b ; Van Dooren et al., 2018 ; Wyndhamn & Säljö, 1997).

L'étude sur laquelle nous nous sommes particulièrement arrêtée est celle de Mellone et al. (2017). Elle portait sur l'effet de la reformulation des problèmes et des interactions en dyades sur le réalisme lors de la résolution de problèmes problématiques. Les résultats ont mis en évidence que la reformulation des énoncés pouvait être positive lorsqu'elle était combinée au travail en dyades (pour le problème du bus). Dans leur discussion, les auteurs ont cité un exemple de reformulation où les élèves avaient ajouté des éléments propres à leur vie personnelle, ils avaient donc réalisé une personnalisation. Celle-ci ayant entraîné une réponse réaliste, cela nous a donné envie d'aller plus loin dans cette voie.

Ainsi, nous avons demandé aux élèves, seuls et en dyades, de personnaliser les énoncés des problèmes, c'est-à-dire d'ajouter et/ou modifier des éléments afin de rendre la situation du problème plus proche de leur vie quotidienne. À ce sujet, nous avons émis plusieurs hypothèses. Selon nous, le pourcentage de réponses réalistes produites en condition de personnalisation individuelle (PI) allait être plus important que celui des conditions de résolution (RI et RD) (hypothèse 3). Notre quatrième hypothèse supposait que ce pourcentage serait supérieur dans la condition de personnalisation en dyades (PD).

Nos résultats indiquent que le pourcentage de réponses réalistes est de 15,91 % pour la condition de personnalisation individuelle (PI) et de 24,02 % pour la condition de personnalisation en dyades. En PI, le pourcentage de réponses réalistes est inférieur à celui de toutes les conditions, même celui de la résolution individuelle. Nous devons donc infirmer notre troisième hypothèse. Un lien est à réaliser avec les résultats de Mellone et al. (2017) qui indiquent que la reformulation individuelle n'aide pas les élèves à faire preuve de plus de réalisme. Nous constatons que c'est également le cas pour la personnalisation individuelle.

Pour ce qui est de notre quatrième hypothèse, nous pouvons confirmer que la personnalisation en dyades a un effet supérieur, sur le pourcentage de réponses réalistes, par rapport à la personnalisation individuelle. La taille de l'effet entre les conditions PD et PI est de 0,506, ce qui signifie que ces deux conditions se distinguent de manière modérée (Cohen, 1992, cité par Fagnant & Vlassis, 2013). Ainsi, la personnalisation doit être réalisée en dyades pour avoir un effet positif. Lorsque que nous comparons les deux conditions de travail en dyades, RD et PD, nous remarquons que la condition de personnalisation entraîne un pourcentage de réponses

réalistes plus élevé (24,02 % en PD pour 21,28 % en RD). Cela permet de pointer un effet positif de la personnalisation, et non seulement du simple fait de travailler par deux. Néanmoins, ces résultats sont à nuancer car la condition PD se distingue faiblement de la condition RD, avec une taille de l'effet de 0,169 (Cohen, 1992, cité par Fagnant & Vlassis, 2013). Il y a un effet positif de la personnalisation en dyades sur le pourcentage de réponses réalistes produites lors de la résolution de problèmes problématiques mais il est relativement faible. En effet, 24,02 % est un pourcentage de réponses réalistes plus élevé mais assez proche des 17 % de Verschaffel et al. (1994).

Ainsi, nous pouvons conclure que la personnalisation n'est pas un moyen efficace pour augmenter le réalisme des réponses des élèves face aux problèmes problématiques, à l'instar de l'utilisation d'illustrations ou d'avertissements (Dewolf et al., 2014 ; Dewolf et al., 2017 ; Fagnant, à paraître ; Reusser & Stebler, 1997a ; Weyns et al., 2017 ; Yoshida et al., 1997). Du moins, pas dans les conditions mises en place dans notre dispositif. Dans l'étude de Mellone et al. (2017), la reformulation n'avait un effet positif que lorsqu'elle était combinée au travail en dyades, et ce, seulement pour le problème du bus. Nos résultats indiquent également que le problème du bus est celui qui a été résolu avec le plus de réalisme dans les conditions de personnalisation. Par conséquent, nous pouvons indiquer que la personnalisation n'a un effet positif sur le réalisme face aux problèmes problématiques que lors du travail en dyades, et seulement pour le problème du bus.

Les échanges entre élèves peuvent expliquer le pourcentage de réponses réalistes plus élevé des personnalisations réalisées en dyades. Ils ont pu permettre aux enfants de ne pas mettre le sens entre parenthèses et ainsi produire davantage de réactions réalistes (Wyndhamn & Säljö, 1997).

L'effet positif, quoique faible, des personnalisations sur le réalisme des élèves lors de la résolution de problèmes problématiques peut être expliqué sur la base des résultats de Davis-Dorsey et al. (1991). En effet, ces auteurs indiquent que la personnalisation du contexte d'un problème standard permet une meilleure représentation mentale de la situation du problème et ainsi de meilleures performances (Davis-Dorsey et al., 1991). Nous remarquons que ces résultats se retrouvent pour les problèmes problématiques. L'étape de construction d'un modèle de situation mentale est importante pour pouvoir faire preuve de réalisme (Van Dooren et al., 2010). Souvent, lors du processus de modélisation mathématique, cette étape de compréhension de la situation réelle est passée, ce qui reflète une démarche de résolution superficielle (De Corte, 2012 ; Van Dooren et al., 2010). La personnalisation des problèmes problématiques a pu permettre aux élèves de mieux se représenter la situation du problème en la rapprochant de leur vie, ce qui les a

aidés à prendre en considération leurs connaissances du monde réel. Sur la base de ces appuis théoriques, nous aurions pu espérer un plus haut taux de réponses réalistes face aux problèmes problématiques.

Dans notre dispositif, ce sont les élèves eux-mêmes qui ont personnalisé les problèmes, et non les chercheurs comme pour Davis-Dorsey et al. (1991). Selon nous, cela a pu permettre aux élèves d'ajouter des éléments faisant vraiment sens pour eux, ce qui a pu encourager la prise en compte des éléments réalistes de la situation, lors de la compréhension de la situation du problème. De plus, selon Voyer (2011), il est nécessaire que les élèves prennent en compte les informations situationnelles pour qu'elles aient un impact positif sur leurs performances en résolution de problèmes. Selon nous, le fait que ce soit les élèves qui personnalisent eux-mêmes les énoncés implique une prise en considération de ces éléments. Ainsi, nous nous attendions à un effet plus important des personnalisations sur le réalisme.

Pour expliquer que l'impact de la personnalisation sur le réalisme dont ont fait preuve les élèves lors de la résolution des problèmes problématiques est peu élevé, nous pouvons mettre en lumière les omissions de la phase de personnalisation. Effectivement, nous constatons un important taux d'omissions de cette étape, de 15,15 % en PI et de 7,84 % en PD. Le fait d'omettre la phase de personnalisation revient uniquement à résoudre les problèmes, comme dans les conditions RI et RD. En effet, les élèves n'ayant pas personnalisé ne peuvent pas en retirer un quelconque bénéfice.

Ce taux d'omissions de la phase de personnalisation est peut-être dû au fait que les élèves n'ont pas compris comment personnaliser. Les consignes données à ce sujet étaient seulement écrites et n'ont pas fait l'objet d'explications supplémentaires (annexe 9). En effet, comme les quatre conditions étaient présentes dans chaque classe, nous n'avons pas explicité oralement comment personnaliser car cela aurait pu influencer les élèves des conditions de résolution RI et RD et biaiser les différences entre les conditions. Ce fonctionnement était également celui de Mellone et al. (2017), où les consignes à propos de la reformulation étaient uniquement présentées sous forme écrite. Nous émettons l'hypothèse que les seules consignes écrites n'ont pas été suffisantes pour les élèves. De plus, étant donné qu'ils n'ont pas pu poser de questions, ils n'ont pas pu avoir d'éclaircissements. En tant qu'expérimentatrice, nous n'avons pas pu nous assurer de la compréhension des élèves. Une autre possibilité est que les élèves n'aient pas saisi l'intérêt de la personnalisation. La voyant comme une étape inutile et chronophage, il est possible que certains élèves soient passés directement à la phase de résolution. Nous ne possédons pas d'informations permettant de connaître avec certitude la raison de ces omissions. Selon nous, il aurait été

préférable d'expliquer plus en détail ce qu'est la personnalisation et autoriser les questions afin d'éviter les omissions et les personnalisations incorrectes. Cependant, il aurait fallu changer le dispositif.

Si nous nous centrons uniquement sur les personnalisations correctes, nous remarquons qu'elles sont de 56,37% en condition PD et de 44,32% en condition PI. Elles entraînent une réponse réaliste dans 24,35 % des cas, en condition PD. Pour les élèves seuls (PI), ce pourcentage s'élève à 16,24 %. Ces résultats indiquent que le travail en groupe permet de créer davantage de personnalisations correctes. En outre, lorsque que nous comparons ces résultats à ceux présentés précédemment, par rapport à l'effet des conditions de personnalisation sur le pourcentage de réponses réalistes (24,02 % de réponses réalistes en PD et 15,91 % en PI), nous remarquons qu'ils sont légèrement plus importants. Par conséquent, les omissions et personnalisations incorrectes ont pu biaiser les résultats présentés en amont, à propos de l'effet de la personnalisation, en les minimisant. Néanmoins, le pourcentage de réponses réalistes produit à la suite de personnalisations correctes reste tout de même peu élevé. Nous constatons que c'est dans le cadre du problème du bus que les personnalisations correctes entraînent les pourcentages les plus élevés de réponses réalistes.

En plus des omissions, nous constatons que certaines personnalisations n'étaient pas correctes. Grâce à nos critères de personnalisation, nous remarquons que les erreurs des élèves sont variées. Le simple copié-collé du problème initial est présent à hauteur de 10,98 % en condition PI et de 5,88 % en condition PD. D'autres élèves ont reformulé les problèmes au lieu de les personnaliser, c'est-à-dire qu'ils ont ajouté des éléments qui n'étaient pas personnels, proches de leur vie quotidienne. Le pourcentage de reformulation est similaire dans les deux conditions (environ 9,5 %). De plus, nous avons remarqué des erreurs comme l'absence de question, des données erronées ou un manque de cohérence. De manière générale, nous pouvons souligner que la condition PD est celle qui amène le plus de personnalisations correctes. Le problème le mieux personnalisé est celui des planches en condition PD (62,75 %) alors que celui du bus est celui ayant été le plus souvent copié-collé ou reformulé.

Le fait que les élèves n'aient pas réellement compris comment et pourquoi personnaliser peut être une raison expliquant ces personnalisations incorrectes. Il est possible que les élèves aient, après la lecture du problème, directement trouvé la réponse (non réaliste) et n'aient donc pas perçu l'intérêt de la personnalisation. Cela a pu provoquer les copiés-collés et les reformulations.

Après cela, il nous paraît important de revenir sur les informations ajoutées par les élèves dans leurs personnalisations. Nous les avons analysées selon cinq catégories : descriptives, intentionnelles, d'actions, temporelles et causales (Vicente et al., 2007, cités par Mellone et al., 2017). Sur la base des résultats de Mellone et al. (2017), nous avons imaginé que les personnalisations réalisées en dyades (PD) contiendraient davantage d'informations que celles réalisées individuellement (PI) (hypothèse 5).

Pour tous les problèmes confondus, le nombre moyen d'informations ajoutées dans les personnalisations est plus élevé en condition PD qu'en PI. En effet, ce nombre est de 2,85 en PD et de 1,9 en PI. Nous pouvons déjà confirmer que c'est lors du travail en dyades que les élèves ajoutent le plus d'éléments (hypothèse 5). Il est possible que le fait d'échanger en groupe ait permis aux élèves des conditions PD d'ajouter plus d'informations de chaque catégorie. Ces résultats sont en accord avec ceux mis en évidence par Mellone et al. (2017) où les dyades ajoutaient significativement plus d'éléments que les élèves seuls.

Si nous nous centrons sur les catégories, nous constatons que ce sont les informations descriptives qui sont le plus ajoutées. En effet, les dyades ajoutent en moyenne deux informations de description dans leurs personnalisations alors que le nombre moyen pour les autres catégories est inférieur à 0,5. Les informations descriptives étaient également les plus présentes dans la recherche de Mellone et al. (2017). Nous pouvons supposer que les élèves ont davantage de facilités à personnaliser les problèmes en ajoutant des noms pour les personnages, en décrivant les lieux et objets. En guise d'exemple, dans le problème des planches, toutes les personnalisations comprennent la modification du prénom « Steve » par celui d'un camarade de classe ou de quelqu'un de la famille de l'élève. Pour le problème de l'école, ce sont les lieux qui ont été décrits par les élèves, beaucoup ont mentionné leur maison et ont décrit plus précisément l'école et le centre sportif.

Le problème de l'école est celui dont les personnalisations comprennent le nombre moyen d'informations ajoutées le plus important. Néanmoins, ce n'est pas celui qui a été résolu avec le plus de réalisme. Ainsi, nous ne pouvons pas dire que le fait d'ajouter plus d'informations aide à résoudre les problèmes de manière plus réaliste.

Pour conclure ce point sur les personnalisations, nous pouvons indiquer qu'elles doivent être combinées au travail en dyades pour avoir un effet positif sur le réalisme dont font preuve les élèves lors de la résolution de problèmes problématiques. Cependant, cet effet est relativement faible, et il est principalement présent pour le problème du bus. En outre, nous constatons que

les dyades produisent davantage de personnalisations correctes que les élèves seuls (moins d'omissions et moins de reformulations) et ajoutent davantage d'informations, de chaque catégorie, à leurs personnalisations.

- **Catégorisation des réponses réalistes et non réalistes, en fonction de notre codage en sous-catégories**

Dans les différentes études portant sur les problèmes problématiques, les réponses des élèves sont catégorisées en réalistes et non réalistes. Néanmoins, Fagnant et Auquier (à paraître) ont mis en avant les difficultés de codage des réponses des élèves suivant ce code dichotomique. Sur base de cela, ainsi que la diversité des productions d'élèves auxquelles nous avons été confrontée, nous avons choisi de préciser notre codage. Nous avons subdivisé les catégories « réponses réalistes » et « réponses non réalistes » en sous-catégories, et ce pour chacun des problèmes (annexe 12). Chacune des sous-catégories a été créée en fonction des réponses réalistes et non réalistes attendues (sur la base de l'étude de Verschaffel et al., 1994) et des réponses effectivement produites par les élèves. Grâce à ce codage plus précis, nous pouvons mettre en lumière les spécificités des réponses des élèves et ainsi en avoir une analyse plus fine.

Pour le problème de la corde, nous remarquons que pour les réponses réalistes, seuls les codes 11 et 12 sont représentés. Le code 11 reprend les réponses faisant référence aux nœuds et/ou aux piquets avec ou sans réponse chiffrée approximative (« plus de 8 morceaux ») et le code 12 est une réponse non réaliste accompagnée d'un commentaire réaliste. Quant au code 13, il correspond au fait de se rendre compte de l'impossibilité de résoudre le problème, sans en expliciter la cause. Ainsi, nous pouvons souligner que tous les élèves/dyades qui se sont rendus compte de l'impossibilité de résoudre ce problème de manière univoque l'ont explicitée.

Concernant le problème des planches, les réponses réalistes ont été codées 11 (8 planches) et 13 (uniquement un commentaire réaliste). Il est intéressant de constater qu'aucune réponse n'était une réponse non réaliste combinée à un commentaire réaliste (code 12) alors que cet exemple est celui principalement cité comme étant une réponse réaliste typique depuis l'étude de Verschaffel et al. (1994).

De la même manière, pour le problème de l'école, notre codage permet de mettre en évidence que les réponses réalistes sont de différents types : donner une réponse non réaliste et la commenter de manière réaliste, donner une partie des réponses possibles (9 km et 25 km) ou encore indiquer que la localisation des lieux est inconnue. Nous notons qu'aucun élève n'a donné la réponse réaliste typiquement attendue (codée 11) qui est celle de l'intervalle « entre 9 km et 25

km ». Face aux réponses non réalistes données à ce problème (9 km, 25 km), nous pouvons mettre en exergue la croyance erronée des élèves qu'un problème ne peut avoir qu'une et une seule réponse (Reusser & Stebler, 1997a).

Concernant le problème du bus, résolu avec le plus de réalisme, notre codage permet de voir la diversité des réponses des élèves : quatre codes étaient possibles pour les réponses réalistes. Le plus fréquent est le code 11, correspondant aux réponses « 13 bus » ou « 12 bus et un à moitié rempli ». D'autres élèves ont répondu « 12,5 bus » avec un commentaire réaliste. D'autres encore ont répondu « 12 et un demi bus » ou « impossible car ça ne tombe pas juste ». Nous pouvons ainsi remarquer que certaines réponses sont plus précises au niveau du réalisme : les réponses « 12 bus et un à moitié rempli » et « 12 et un demi bus » ne sont pas sur un même pied d'égalité. Pour ce problème, la réponse non réaliste la plus fréquente est « 12,5 bus », cela signifie que le reste n'a pas été interprété de manière réaliste. Les élèves ont passé l'étape d'évaluation du processus de modélisation mathématique, ils ne se sont pas demandé si cette réponse était en accord avec la situation réelle du problème (Van Dooren et al., 2010).

Si nous regardons l'effet des conditions sur les différentes réponses réalistes et non réalistes produites, nous pouvons mettre en lumière plusieurs éléments. Concernant le problème de la corde et celui des planches, les réponses réalistes sont différentes en fonction des conditions de résolution et de personnalisation. De plus, pour les problèmes des planches, de l'école et du bus, nous constatons que les conditions de personnalisation entraînent une variété de réponses réalistes plus importante que les conditions de résolution. En guise d'exemple, pour le problème du bus, la condition PD est la seule à produire des réponses réalistes de chaque code.

De manière générale, nous pouvons souligner que les conditions de personnalisation entraînent davantage de réponses réalistes différentes que les conditions de résolution. En outre, les différences au niveau du pourcentage de réponses réalistes pour chacun des quatre problèmes, dans chacune des conditions, confirment notre huitième hypothèse.

- **Le réalisme présent dans les réponses des élèves lors de la seconde partie**

Enfin, nous terminons par analyser le pourcentage de réponses réalistes produites en seconde partie. Pour chacun des quatre problèmes problématiques, les élèves ont dû sélectionner une réponse parmi plusieurs propositions, dont la réaliste. Cette seconde partie n'était pas présente dans l'étude de Mellone et al. (2017), sur laquelle nous nous basons, mais nous nous sommes inspirée des études de Dewolf et al. (2017) et de Fagnant et Auquière (à paraître). Nous

souhaitons mettre en lumière un éventuel effet de la confrontation aux réponses réalistes sur le réalisme dont font preuve les élèves.

Le pourcentage général de réponses réalistes en partie 2 est de 22,33 %. Ce résultat est assez proche de celui de la première partie (19,53 %), mais nous pouvons souligner une légère augmentation. Dans le cadre de notre sixième hypothèse, nous avons imaginé que la confrontation avec la réponse réaliste permettrait aux élèves ayant répondu de manière non réaliste en partie 1 de prendre conscience du caractère problématique des problèmes présentés. Nous constatons que 10,5 % des élèves ayant donné une réponse non réaliste en partie 1 sélectionnent une réaliste en partie 2. Ainsi, la confrontation avec la réponse réaliste a pu permettre à ces élèves de prendre en compte la situation réelle du problème. Nous pouvons confirmer notre sixième hypothèse, tout en étant consciente que l'effet de la confrontation aux réponses réalistes est faible.

En outre, il apparaît qu'un raisonnement réaliste en première partie n'a pas d'office entraîné un raisonnement réaliste en seconde partie : 32,2% des élèves passent d'un raisonnement réaliste en phase 1 vers un non réaliste en phase 2. Cela contrebalance le pourcentage d'élèves passant d'un raisonnement non réaliste à un réaliste et peut expliquer pourquoi le pourcentage de réponses réalistes n'augmente que très légèrement entre les deux parties.

Sur la base des résultats de Dewolf et al. (2017), nous nous attendions à avoir un taux de réponses réalistes plus important lors de la seconde partie. En effet, dans cette étude, le pourcentage de réponses réalistes passait de 23,8 % à 39 % d'une partie à l'autre. L'augmentation de réponses réalistes est nettement plus importante que dans notre recherche. Selon nous, cela peut s'expliquer par les différences entre les deux études. Durant la seconde partie de l'étude de Dewolf et al. (2017), les élèves étaient confrontés à différentes propositions de réponses, devaient en sélectionner une et justifier leur choix sur la base de l'illustration présentée. Dans la deuxième partie de notre étude, nous n'avons pas demandé aux élèves de personnaliser le problème à nouveau. Les élèves ont dû justifier leur réponse mais pas sur la base d'une personnalisation. Cela peut expliquer pourquoi nos résultats n'indiquent qu'une faible amélioration au niveau du réalisme d'une partie à l'autre. Ainsi, le fait que les élèves soient majoritairement restés dans leur raisonnement non réaliste est en accord avec la tendance résistante des élèves à mettre le sens entre parenthèses mise en avant par Verschaffel et al. (1997).

Dans notre septième hypothèse, nous imaginions que les élèves ayant personnalisé en dyades (PD) lors de la première partie allaient davantage choisir les réponses réalistes que les élèves des

autres conditions. Étant donné que nous avons prévu un effet des personnalisations sur le réalisme en partie 1, nous avons émis l'hypothèse que celui-ci serait également présent lors de la seconde partie. Lors de l'analyse de nos résultats, nous remarquons que les pourcentages de réponses réalistes sont forts proches entre les différentes conditions. Il y a un léger avantage pour les conditions PD, RD et PI, c'est-à-dire de la personnalisation et du travail en dyades. Cela ne nous permet pas de confirmer notre septième hypothèse. À l'inverse, nous constatons que c'est en condition de personnalisation individuelle que le pourcentage d'élèves passant d'une réponse non réaliste à une réaliste est le plus élevé.

Pour conclure, les résultats de la partie 2 ne sont pas ceux auxquels nous nous attendions. En effet, le pourcentage de réponses réalistes en seconde partie n'est que très légèrement supérieur à celui de la partie 1. De plus, la condition PD n'entraîne pas plus de réponses réalistes en partie 2 que les autres conditions.

4. Limites

La réalisation de notre étude présente plusieurs limites. Il est possible que des biais aient influencé les résultats que nous avons présentés. Notre échantillon de 290 élèves n'est pas représentatif du système éducatif de la Fédération Wallonie-Bruxelles. En effet, il ne s'agit pas d'un échantillon aléatoire et simple car nous n'avons pas pris en compte toutes les caractéristiques des écoles de la FWB pour tirer notre échantillon (taille des classes, ISE...). Étant donné qu'il s'agit d'un échantillon de convenance, il faut rester prudent sur les résultats que nous avançons car ils ne reflètent probablement pas à 100 % ceux de la FWB.

En outre, deux enseignants des quinze classes que compte notre échantillon ont déjà été sensibilisés à la difficulté des élèves à utiliser leurs connaissances lors de la résolution de problèmes problématiques. Et ce, lors des cours d'enseignement et apprentissage des mathématiques dans l'enseignement fondamental et secondaire inférieur, dispensés par Isabelle Demonty et Annick Fagnant. Cela peut avoir influencé leurs pratiques quant à l'apprentissage de la résolution de problèmes à leurs élèves.

5. Conclusion et perspectives

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous sommes intéressée à la résolution de problèmes problématiques, c'est-à-dire des problèmes demandant de tenir compte de la situation réelle pour les résoudre efficacement (Verschaffel et al., 1994). Face à ces problèmes, les élèves n'utilisent pas leurs connaissances du monde réel et mettent le sens entre parenthèses (Verschaffel & De Corte, 2008). Comme nous l'avons vu, les recherches portant sur le fait d'aider les élèves à faire preuve de plus de réalisme face aux problèmes problématiques ont eu des résultats mitigés.

Notre recherche fut axée sur la personnalisation. Nous avons demandé aux élèves seuls et en dyades de reformuler les problèmes en y ajoutant des éléments personnels, de leur vie quotidienne. Notre question de recherche était la suivante : « *Dans quelle mesure la personnalisation des énoncés des problèmes lors d'échanges entre élèves va-t-elle permettre d'augmenter le nombre de réponses réalistes lors de la résolution de problèmes problématiques ?* » Sur la base des éléments mis en avant dans notre discussion, nous pouvons avancer que la personnalisation n'a pas un impact positif sur le réalisme dont font preuve les élèves face aux problèmes problématiques. Nous constatons toutefois que lorsque la personnalisation est combinée aux échanges entre élèves, elle a un effet légèrement positif.

Néanmoins, différents éléments théoriques portant sur la personnalisation nous indiquent qu'elle pourrait être plus efficace. En effet, selon Davis-Dorsey et al. (1991), la personnalisation du contexte d'un problème standard entraîne une meilleure représentation mentale de la situation du problème. Dans le cadre des problèmes problématiques, cela peut permettre aux élèves de se créer un modèle de situation réaliste, étape essentielle du processus de modélisation mathématique (Van Dooren et al., 2010). En outre, Voyer (2011) indique qu'il est nécessaire que les élèves prennent en compte les informations situationnelles pour qu'elles aient un impact positif sur leurs performances en résolution de problèmes. Le fait que les élèves personnalisent eux-mêmes les énoncés peut entraîner une prise en considération de ces éléments.

Compte tenu de ces éléments théoriques, nous sommes convaincue que la personnalisation pourrait entraîner davantage de raisonnements réalistes. Cependant, nous supposons qu'elle devrait être amenée autrement aux élèves, que le dispositif devrait être différent. Effectivement, nous avons remarqué de nombreuses omissions de la phase de personnalisation et des personnalisations incorrectes, ce qui peut être le signe d'une incompréhension. Nous pensons qu'il est important de permettre aux élèves de mieux saisir le sens de la personnalisation.

Une perspective possible pourrait être d'intégrer la personnalisation dans le cadre d'un changement général de l'environnement d'apprentissage des mathématiques. Dans notre revue de littérature, nous avons présenté deux études portant sur la modification de la culture de classe et de l'environnement d'enseignement/apprentissage des mathématiques (Verschaffel et al., 1999 ; Verschaffel & De Corte, 1997). Nous imaginons que la personnalisation pourrait être enseignée aux élèves afin de leur permettre de construire une représentation mentale réaliste du problème. Cela correspond à la première étape de la stratégie métacognitive de Verschaffel et al. (1999).

Nous soulignons l'importance de faire travailler les élèves en groupes (dyades). Cela permet aux élèves d'échanger, de confronter leurs avis et entraîne plus de réalisme dans leurs réponses (Wyndhamn & Säljö, 1997). En outre, l'apprentissage interactif et coopératif est mis en évidence dans les recherches portant sur la modification de la culture de classe (Verschaffel et al., 1999 ; Verschaffel & De Corte, 1997).

Pour conclure, nous souhaitons rappeler que l'objectif de la résolution de problèmes est de « faire entrer la réalité dans les classes » pour permettre aux élèves d'utiliser leurs connaissances mathématiques face aux situations de la vie quotidienne (Van Dooren et al., 2010, p. 172). Il faut donc laisser l'opportunité aux élèves de résoudre des problèmes proches de leur vie de tous les jours et mettre en avant la diversité des méthodes de résolution. Et ce, afin que les élèves puissent mettre en oeuvre des stratégies expertes de modélisation mathématique.

6. Bibliographie

- Davis-Dorsey, J., Ross, S. M., & Morrison, G. R. (1991). The role of rewording and context personalization in the solving of mathematical word-problems. *Journal of Educational Psychology, 83*, 61–68.
- De Corte, E. (2012). Résoudre des problèmes mathématiques : de la modélisation superficielle vers la modélisation experte. In *La recherche sur la résolution de problèmes en mathématiques: au-delà d'une compétence, au-delà des constats : actes du colloque du Groupe de didactique des mathématiques du Québec* (pp. 1-12). Québec : Groupe de Didactique des Mathématiques.
- De Corte, E., Verschaffel, L., & De Win, L. (1985). Influence of rewording verbal problems on children's problem representations and solutions. *Journal of Educational Psychology, 77*(4), 460-470.
- Depaepe, F., De Corte, E., & Verschaffel, L. (2007). Unraveling the culture of the mathematics classroom : A video-based study in sixth grade. *International Journal of Educational Research, 46*, 266-279. doi:10.1016/j.ijer.2007.10.008
- Depaepe, F., De Corte, E., & Verschaffel, L. (2015). Students' non-realistic mathematical modeling as a drawback of teachers' beliefs about and approaches to word problem solving. In: B. Pepin & B. Roesken-Winter B. (Eds), *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education*. (pp. 137-156). Cham, Switzerland : Springer. doi: 10.1007/978-3-319-06808-4_7
- Dewolf, T., Van Dooren, W., & Verschaffel, L. (2017). Can visual aids in representational illustrations help pupils to solve mathematical word problems more realistically? *European Journal of Psychology of Education, 32*(3), 335-351. doi:10.1007/s10212-016-0308-7
- Dewolf, T., Van Dooren, W., Ev Cimen, E., & Verschaffel, L. (2014). The impact of illustrations and warnings on solving mathematical word problems realistically. *Journal of Experimental Education, 82*(1), 103–120. doi: 10.1080/00220973.2012.745468
- Fagnant, A. (2003). La résolution de problèmes : un processus de "modélisation mathématique". *Informations pédagogiques, 24*, 29-39.

- Fagnant, A. (2008). Des outils didactiques pour développer la résolution de problèmes dans l'enseignement fondamentale. Aperçu des fondements théoriques et entrée au cœur de quelques activités. *Cahiers des Sciences de l'éducation*, 27, 51-94.
- Fagnant, A. (à paraître). *Des illustrations qui accompagnent les problèmes à la construction de représentations schématiques par les élèves : quels enjeux face aux problèmes standards et problématiques ?* Paper presented at séminaire de didactique des mathématiques de l'ARDM, Paris. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2268/223066>
- Fagnant, A., & Auquière, A. (à paraître). Impact des illustrations accompagnant les problèmes problématiques : focus sur le codage des réponses. *Colloque de l'Espace Mathématique Francophone (EMF 2018)*, Paris, octobre 2018.
- Fagnant, A., & Burton, R. (2009). Développement de compétences et résolution de problèmes en mathématiques à l'école primaire : pratiques déclarées des enseignants et pratiques projetées des futurs enseignants. *Scientia Paedagogica Experimentalis*, XLVI(2), 293-318.
- Fagnant, A., & Vlassis, J. (2010). Le rôle de la résolution de problèmes dans les apprentissages mathématiques : questions et réflexions. *Education Canada*, 50(1), 50-52.
- Fagnant, A., & Vlassis, J. (2013). Schematic representations in arithmetical problem solving: Analysis of their impact on grade 4 students. *Educational Studies in Mathematics*, 84(1), 149-168. doi: 10.1007/s10649-013-9476-4
- Fédération Wallonie-Bruxelles. (1999). *Socles de compétences*. Bruxelles, Belgique : FWB.
- Fédération Wallonie-Bruxelles. (2015). Pistes didactiques mathématiques 5e année de l'enseignement primaire. Bruxelles, Belgique : FWB.
- Greer, B., Verschaffel, L., & De Corte, E. (2003). "The answer is really 4.5" : beliefs about word problems. In G. Leder, E. E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Beliefs : A Hidden Variable in Mathematics Education ?* (pp. 271-292). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Houdement, C. (2011). Connaissances cachées en résolution de problèmes arithmétiques ordinaires à l'école. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 16, 67-96.

- Houdement, C. (2014). Des connaissances fonctionnelles (mais ignorées) en résolution de problèmes arithmétiques. *Cahiers des Sciences de l'Éducation*, 36, 7-33.
- Larousse. (2012). *Le petit Larousse illustré 2013*. Paris : Larousse.
- Lemonidis, C. (2007, juin). *Les comportements des élèves de l'école élémentaire et des futurs enseignants face aux problèmes réalistes*. Paper presented at XXXIVe Colloque COPIRELEM, Troyes. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/247218936_Lemonidis_Ch_2007_Les_comportements_des_eleves_de_l'ecole_elementaire_et_des_futurs_enseignants_face_aux_problemes_realistes_Colloque_COPIRELEM_11-13_juin_Troyes_2007
- Lemonidis, C., Panagiotopoulos, I., & Nikolantonakis, K. (2009). Les enseignants grecs face aux problèmes réalistes - Les caractéristiques des enseignants qui influencent les réponses réalistes. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 14, 195-212.
- Mellone, M., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. (2017). The effect of rewording and dyadic interaction on realistic reasoning in solving word problems. *The Journal of Mathematical Behavior*, 46, 1-12. doi:10.1016/j.jmathb.2017.02.002
- Palm, T. (2008). Impact of authenticity on sense making in word problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 67(1), 37-58.
- Polastkaia, E. (2009, janvier). Communication de la structure mathématique du problème par les élèves du primaire. Analyse d'un scénario didactique. *Proceedings CIEAEM*, 61, 178-183. doi:10.13140/2.1.3719.2645
- Reusser, K., & Stebler, R. (1997a). Every word problem has a solution - The social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, 7(4), 309-327. doi: 10.1016/S0959-4752(97)00014-5
- Reusser, K., & Stebler, R. (1997b, August). *Realistic mathematical modelling through the solving of performance tasks*. Paper presented at the 7th European Conference for Research on

Learning and Instruction, Athens. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/280804134_Realistic_Mathematical_Modeling_through_the_Solving_of_Performance_Tasks

Van Dooren, W., Lem, S., De Wortelaer, H., & Verschaffel, L. (2018). Improving realistic word problem solving by using humor. *Journal of Mathematical Behavior*. doi:/10.1016/j.jmathb.2018.06.008

Van Dooren, W., Verschaffel, L., Greer, B., De Bock, D., & Crahay, M. (2010). La modélisation et la résolution de problèmes d'application. In M. Crahay & M. Dutrevis (Eds), *Psychologie des apprentissages scolaires* (pp. 167-188). Bruxelles: De Boeck.

Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Teaching realistic mathematical modeling in the elementary school : a teaching experiment with fifth graders. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 577-601.

Verschaffel, L., & De Corte, E. (2008). La modélisation et la résolution des problèmes d'application : de l'analyse à l'utilisation efficace. In M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte & J. Grégoire (Eds.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques. Que disent les recherches psychopédagogiques ?* (pp. 153-176). Bruxelles : De Boeck.

Verschaffel, L., De Corte, E., & Borghart, I. (1997). Pre-service teachers' conceptions and beliefs about the role of real-world knowledge in mathematical modelling of school word problems. *Learning and instruction*, 7(4), 339-359.

Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S. (1994) Realistic considerations in mathematical modeling of school arithmetic word problems. *Learning and Instruction*. 4, 273-294.

Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogaerts, H., & Ratinckx, E. (1999). Learning to solve mathematical application problems : a design experiment with fifth graders. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(3), 195-229. doi : 10.1207/s15327833mtl0103_2

Vicente, S., Orrantia, J., Verschaffel, L. (2007). Influence of situational and conceptual rewording on word problem solving. *British Journal of Educational Psychology*, 77, 829-848. doi: 10.1348/000709907X178200

Vlassis, J., Mancuso, G., & Poncelet, D. (2014). Le rôle des problèmes dans l'enseignement des mathématiques : analyse des croyances d'enseignants du primaire. *Cahiers des Sciences de l'Education*, 36, 143-174.

Weyns, A., Van Dooren, W., Dewolf, T., & Verschaffel, L. (2017). The effect of emphasising the realistic modelling complexity in the text or picture on pupils' realistic solutions of P-items, *Educational Psychology*, 37(10), 1173-1185. doi:10.1080/01443410.2016.1259461

Wyndhamn, J., & Säljö, R. (1997). Word problems and mathematical reasoning : a study of children's mastery of reference and meaning in textual realities. *Learning and Instruction*, 7(4), 361–382.

Yoshida, H., Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Realistic considerations in solving problematic word problems : do Japanese and Belgian children have the same difficulties? *Learning and Instruction*, 7(4), 329-338. doi:10.1016/S0959-4752(97)00007-8

7. Table des illustrations

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Vision élaborée du processus de modélisation (Verschaffel et al., 2000, cités par De Corte, 2012, p. 8). | 7 |
| Figure 2 : Démarche superficielle en matière de modélisation mathématique (Verschaffel et al, 2000, p. 13, cités par Van Dooren et al., 2010, p. 175..... | 11 |
| Figure 3 : Illustrations utilisées dans l'étude de Dewolf et al. (2017, p. 343) pour le problème des planches. | 22 |
| Figure 4 : Illustrations utilisées dans l'étude de Fagnant et Auquièrre (à paraître, p. 4) pour le problème des planches. | 24 |
| Figure 5 : Exemple de blagues présentées dans la (Van Dorren et al., 2018, p. 6). | 31 |
| Figure 6 : Problèmes proposés aux élèves dans le cadre de notre recherche (Dewolf et al., 2017). | 53 |
| Figure 7 : Propositions de réponses pour les problèmes de la corde, des planches, de l'école et du bus issues de l'étude de Fagnant et Auquièrre (à paraître). | 54 |

| | |
|--|----|
| Figure 8 : Critères de codage pour les réponses réalistes et non réalistes concernant le problème de la corde. | 55 |
| Figure 9 : Définitions des cinq catégories d'éléments ajoutés lors de la personnalisation des problèmes (sur la base des catégories de Mellone et al., 2017). | 56 |
| Figure 10 : Critères de codage pour les personnalisations. | 56 |
| Figure 11 : Exemple de réponse non réaliste pour le problème de l'école en partie 2. | 57 |
| Figure 12 : Critères de codage pour la partie 2. | 57 |
| Figure 13 : Répartition des élèves et des réponses par condition. | 58 |
| Figure 14 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème et au total (partie 1). ... | 59 |
| Figure 15 : Catégorisation des réponses pour le problème de la corde. | 60 |
| Figure 16 : Catégorisation des réponses pour le problème des planches. | 60 |
| Figure 17 : Catégorisation des réponses pour le problème de l'école. | 61 |
| Figure 18 : Catégorisation des réponses pour le problème du bus. | 62 |
| Figure 19 : Pourcentage de réponses réalistes (codage 1/0/9) par condition. | 62 |
| Figure 20 : Taille de l'effet pour le croisement deux à deux des conditions. | 63 |
| Figure 21 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour les quatre problèmes et au total. | 63 |
| Figure 22 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème de la corde. | 64 |
| Figure 23 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème des planches. | 64 |
| Figure 24 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème de l'école. | 64 |
| Figure 25 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème du bus. | 64 |
| Figure 26 : Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème de la corde. ... | 65 |

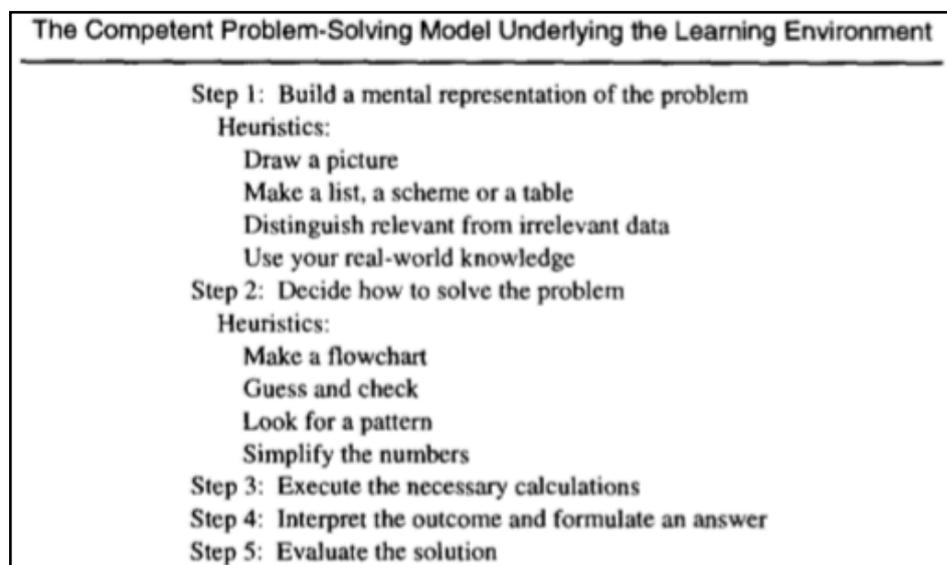
| | |
|---|----|
| Figure 27 : Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème des planches. ..66 | 66 |
| Figure 28 : Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème de l'école. 66 | 66 |
| Figure 29 : Impact de la condition sur les réponses en partie 1 pour le problème du bus. 67 | 67 |
| Figure 30 : Critères de codage pour les personnalisations. 67 | 67 |
| Figure 31 : Effet de la condition sur les critères de personnalisation pour les 4 problèmes (codage simplifié). 68 | 68 |
| Figure 32 : Effet de la condition sur les critères de personnalisation pour les 4 problèmes. 69 | 69 |
| Figure 33 : Comparaison du nombre moyen d'informations ajoutées dans les personnalisations des conditions PD et PI, par problème et au total. 70 | 70 |
| Figure 34 : Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour les quatre problèmes (codage 1/0/9). 74 | 74 |
| Figure 35 : Exemple de résolution avec les termes du problème et non ceux de la personnalisation (C9PI002). 75 | 75 |
| Figure 36 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème et au total (partie 2). 76 | 76 |
| Figure 37 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour les quatre problèmes (codage 1/0/9). 77 | 77 |
| Figure 38 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour les quatre problèmes (codage 1/0/9). 78 | 78 |
| Figure 39 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour le problème de la corde (codage 1/0/9). 79 | 79 |
| Figure 40 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour le problème des planches (codage 1/0/9). 79 | 79 |
| Figure 41 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour le problème de l'école (codage 1/0/9). 80 | 80 |
| Figure 42 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1 pour le problème du bus (codage 1/0/9). 80 | 80 |

8. Annexes

| | |
|--|-----|
| Annexe 1 : Modèle de résolution de problèmes sous-jacent à l'environnement d'apprentissage (Verschaffel et al., 1999, p. 202) | 104 |
| Annexe 2 : Les deux conditions testées dans le cadre de la recherche de DeFranco et Curcio (1997, cités par De Corte, 2012, p. 4) | 104 |
| Annexe 3 : Deux versions du problème de l'école présentées dans le cadre de la recherche de Wyndhamn et Säljö (1997, p. 370) | 105 |
| Annexe 4 : Panneaux routiers présentés lors de la discussion à propos du second problème dans le cadre de la recherche de Wyndhamn et Säljö (1997, p. 370) | 105 |
| Annexe 5 : Exemple d'adaptation dans l'étude de Palm (2008, p. 44) : problème du bus | 105 |
| Annexe 6 : Exemple de reformulation donné dans l'étude de Mellone et al. (2017, p. 10) | 106 |
| Annexe 7 : Exemple d'un problème reformulé en « version complète » dans l'étude de Voyer (2011, p. 1078) | 106 |
| Annexe 8 : Consignes de passation de notre étude (données par l'enseignant à ses élèves) | 107 |
| Annexe 9 : Consignes concernant la personnalisation des problèmes (condition PD) | 109 |
| Annexe 10 : Présentation du problème de la corde dans les conditions PI et PD et RI et RD dans la partie 1 de notre recherche | 110 |
| Annexe 11 : Présentation du problème de la corde dans la partie 2 de notre recherche | 112 |
| Annexe 12 : Critères de codage pour le problème de la corde, des planches, de l'école et du bus | 113 |
| Annexe 13 : Exemples de catégorisation des éléments ajoutés dans les reformulations des élèves (Mellone et al., 2017, p. 6) | 117 |
| Annexe 14 : Répartition de l'échantillon par classe | 117 |
| Annexe 15 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition (un tableau par problème) | 118 |
| Annexe 16 : Exemple de réponse codée 12 pour le problème de la corde | 119 |
| Annexe 17 : Exemples de réponses codées 11 pour le problème des planches. | 120 |
| Annexe 18 : Exemples de réponses codées 14 pour le problème de l'école. | 121 |
| Annexe 19 : Exemple d'une réponse codée 13 pour le problème de l'école (C13PD0009) | 122 |
| Annexe 20 : Exemple d'une réponse codée 11 pour le problème du bus | 122 |
| Annexe 21 : Exemples de « personnalisations » étant des reformulations (code 25) | 123 |
| Annexe 22 : Impact de la condition sur les critères de personnalisation (un tableau pour chaque problème) | 124 |
| Annexe 23 : Définitions des cinq catégories d'éléments ajoutés lors de la personnalisation des problèmes (sur la base des catégories utilisées dans l'étude de Mellone et al., 2017) | 126 |
| Annexe 24 : Comparaison du nombre d'informations ajoutées dans les personnalisations dans les conditions PD et PI, par problème et au total | 126 |
| Annexe 25 : Effet des conditions sur l'ajout d'informations de diverses catégories pour le problème de la corde (un tableau par catégorie d'informations) | 127 |

| | |
|--|-----|
| Annexe 26 : Effet des conditions sur l'ajout d'informations de diverses catégories pour le problème des planches (un tableau par catégorie d'informations) | 129 |
| Annexe 27 : Effet des conditions sur l'ajout d'informations de diverses catégories pour le problème de l'école (un tableau par catégorie d'informations) | 131 |
| Annexe 28 : Effet des conditions sur l'ajout d'informations de diverses catégories pour le problème du bus (un tableau par catégorie d'informations) | 133 |
| Annexe 29 : Exemples de personnalisation pour le problème de la corde | 135 |
| Annexe 30 : Exemples de personnalisation pour le problème des planches | 136 |
| Annexe 31 : Exemples de personnalisation pour le problème de l'école | 137 |
| Annexe 32 : Exemple de personnalisation pour le problème du bus | 138 |
| Annexe 33 : Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème de la corde (codage 1/0/9) | 139 |
| Annexe 34 : Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème des planches (codage 1/0/9) | 139 |
| Annexe 35 : Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème de l'école (codage 1/0/9) | 140 |
| Annexe 36 : Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème du bus (codage 1/0/9) | 140 |
| Annexe 37 : Exemples de réponses jugées réalistes pour chacun des quatre problèmes (partie 2) | 141 |
| Annexe 38 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème pour les parties 1 et 2 | 143 |
| Annexe 39 : Exemple de réponse réaliste pour le problème des planches (partie 2) | 143 |
| Annexe 40 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème de la corde (codage 1/0/9) | 144 |
| Annexe 41 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème des planches (codage 1/0/9) | 145 |
| Annexe 42 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème de l'école (codage 1/0/9) | 146 |
| Annexe 43 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème du bus (codage 1/0/9) | 147 |

Annexe 1 : Modèle de résolution de problèmes sous-jacent à l'environnement d'apprentissage (Verschaffel et al., 1999, p. 202)



Annexe 2 : Les deux conditions testées dans le cadre de la recherche de DeFranco et Curcio (1997, cités par De Corte, 2012, p. 4)

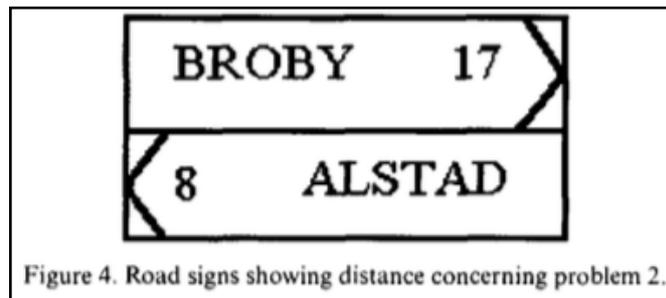
| Présentation traditionnelle : |
|---|
| 328 retraités font un voyage. Un bus peut contenir 40 personnes. Combien de bus sont nécessaires pour que tous les retraités puissent faire le voyage ? |
| Présentation plus authentique : |
| - Les données : Fête de classe : le 15 avril de 16 à 18 heures |
| - Endroit : Ricardo's Restaurant |
| - Nombre d'élèves : 32 |
| - Problème : Des minibus doivent être commandés pour le transport des élèves au restaurant. Les minibus de l'autorité éducative ont 6 sièges avec une ceinture de sécurité et la loi interdit d'avoir plus de 5 enfants dans un minibus. Combien de minibus il nous faut ? Dès que vous savez le nombre de minibus nécessaire, vous pouvez téléphoner au numéro 998- 2323 pour faire la commande. |

Annexe 3 : Deux versions du problème de l'école présentées dans le cadre de la recherche de Wyndhamn et Säljö (1997, p. 370)

(1) Anna et Berra vont à la même école. Anna habite à 500 mètres de l'école et Berra à 300 mètres de l'école. À quelle distance vivent-ils les uns des autres ?
 —> Anna and Berra attend the same school. Anna lives 500 metres from the school and Berra 300 metres from the school. How far apart from each other do they live ?

(2) Quelle est la distance entre Alstad et Broby sur base de ces panneaux ?
 —> What is the distance between Alstad and Broby according to these road signs ?

Annexe 4 : Panneaux routiers présentés lors de la discussion à propos du second problème dans dans le cadre de la recherche de Wyndhamn et Säljö (1997, p. 370)



Annexe 5 : Exemple d'adaptation dans l'étude de Palm (2008, p. 44) : problème du bus

All students in the school will go on a school trip together on the 15th of May. You and the other organizing students have decided that everyone will go by bus, and that you will order the buses. You have seen in the student rosters that there are 360 students in the school. Your teacher said that you can order the buses from Swebus, and that each bus can hold 48 students.

Fill in the note below, which you are going to send to Swebus to order the buses

SWEBUS – Busorder

Your name:.....

School:.....

Date of the trip:.....

Number of buses to order:.....

Other requirements:.....

.....

Annexe 6 : Exemple de reformulation donné dans l'étude de Mellone et al. (2017, p. 10)

« Someone has 8 € and he has to buy 2 comic books. One comic book costs 3,6 €. How much money does he have left ? »

« Carlos is a very wise boy and he likes to save money received for his birthdays in a piggy bank. That way, he can sometimes buy something he really likes. Carlos saw that he had 8 € in his piggy bank, and he decided to buy two new comic books of the series he really likes. Each comic book costs 3.6 €. Now Carlos wants to buy some candies. How much does Carlos have left in his piggy bank to buy candies ? »

Annexe 7 : Exemple d'un problème reformulé en « version complète » dans l'étude de Voyer (2011, p. 1078)

Voyer (2011) présente un exemple de problème reformulé de la version 4, version complète. Après chaque phrase, il y a un numéro afin de pouvoir la catégoriser.

(1) Julie and her brother Antoine have been skiing together for a few years. (2) This year Julie is in grade 6 and her brother is in his first year of high school. (3) Julie's skis are red and Antoine's are yellow. (4) Both wish to save money for their next ski trip. (5) Julie already has \$30 in her bank account saved up for the trip, but Antoine only has \$15. (6) Antoine can save \$5 a week for the trip. (7) Julie can save \$2 per week for the trip. (8) Antoine has less money to start with, but every week his savings increase more rapidly than Julie's. (9) How many weeks will it take for Julie and Antoine to have the same amount of money for their trip?

1. Situational information used to introduce the characters (character)
2. Situational information used to situate the characters in their school environment (context)
3. Superfluous narrative information, unessential for the comprehension of the problem
4. Situational information used to set the arithmetic problem in a story (theme)
- 5–7. Solving information, including numerical data, required to solve the problem
8. Explanation information explicitly connecting the various numerical data
9. Solving information: the question

Consignes de passation pour la **partie 1**

Dans le cadre d'un mémoire en Sciences de l'Éducation à l'Uliège, une étudiante s'intéresse à la manière dont les élèves de cinquième et sixième primaire résolvent des problèmes. C'est pourquoi je voudrais vous demander de l'aider en répondant à quelques problèmes. Voilà ce que vous allez devoir faire. Nous allons procéder en deux parties. L'intégralité de cet exercice durera environ une heure et demie.

Avant toute chose, je tiens à signaler qu'il ne s'agit pas d'un test coté, cela ne comptera pas pour votre bulletin. Vous allez réaliser le test au mieux, comme vous le faites habituellement en classe avec moi. Je ne vous aiderai pas pendant le test et vous ne pourrez pas me poser de questions pendant celui-ci, mais nous reviendrons ensemble sur ces problèmes par la suite. Le fait de participer à cette étude nous permettra en effet de réfléchir ensemble à la façon dont on aborde la résolution de problèmes en classe.

Pour la première partie, vous allez, par deux ou individuellement, résoudre 4 problèmes. C'est moi qui vais, au hasard, créer les groupes. Vous verrez sur vos feuilles que vous avez un endroit où répondre et un autre pour vos commentaires, si vous en avez. Comme je l'ai dit, je ne répondrai pas à vos questions pendant le test. Néanmoins, si vous avez une interrogation, notez-la dans l'espace prévu pour les commentaires. Cela sera très utile pour comprendre la manière dont vous avez compris le problème. De manière générale, veillez à noter au maximum vos démarches. Vous pouvez utiliser une calculatrice.

Pour les duos, vous ne recevez qu'un seul carnet. Ainsi, vous devez décider à deux de ce que vous allez noter, vous devez en discuter afin de tomber d'accord.

De plus amples informations sur ce que vous devez faire sont présentées dans votre carnet. Lisez bien ces consignes. Faites attention, certains problèmes du questionnaire sont difficiles à résoudre parce qu'ils ne sont pas clairs. Si vous rencontrez des difficultés, écrivez aussi précisément que possible pourquoi ce n'est pas clair.

Après ces consignes, les duos sont créés et les élèves peuvent commencer à répondre au test.

Lorsque tous les élèves auront terminé la première partie, celle-ci sera ramassée par l'enseignant et la deuxième partie pourra être réalisée par les élèves. L'enseignant ne fournira pas de feedback concernant la première partie et ne permettra pas aux élèves de discuter entre eux avant la fin de l'expérimentation.

Consignes de passation pour la **partie 2**

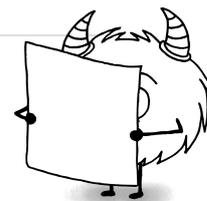
Pour la deuxième partie, vous allez tous travailler individuellement. Vous allez travailler sur les 4 mêmes problèmes que ceux que vous venez de résoudre.

Vous allez devoir choisir entre deux ou trois réponses et expliquer pourquoi. Vous devez justifier votre choix, expliquer pourquoi la réponse que vous avez choisie est la meilleure solution du problème.

Vous pouvez toujours utiliser votre calculatrice. Je vous laisse 30 minutes pour réaliser cette partie.

Les durées communiquées aux élèves sont approximatives. Il ne s'agit pas d'une course contre la montre. Il n'est pas demandé d'arrêter le test après ce timing. Néanmoins, il ne s'agit pas d'accorder du temps supplémentaire à un élève qui ne sait visiblement pas répondre.

Avant de commencer, lisez attentivement ces consignes :



Vous allez devoir faire **2** choses : personnaliser et résoudre 4 problèmes !

1) **Personnalisation des problèmes :**

Avant de résoudre chaque problème, vous allez devoir les reformuler en les personnalisant. C'est-à-dire que vous allez réécrire le problème en le reformulant, en modifiant des éléments pour rendre la situation du problème plus proche de votre vie de tous les jours.

Ainsi, pour personnaliser le problème, vous pouvez ajouter des détails **en lien avec votre vie quotidienne** :

- modifier/préciser qui est impliqué : mettre un de vos prénoms, celui d'un ami, de quelqu'un de votre famille...
- Ajouter des détails à propos de ce qu'il se passe dans le problème.
- Préciser les circonstances dans lesquelles le problème se passe (Quand ? Où ?).
- Préciser les raisons de la question posée.



Mais **attention** ! Vous ne pouvez pas changer les nombres et la question du problème !

EXEMPLE :

« Quelqu'un a 5 € et il veut acheter deux croissants. Un croissant coûte 1,15 €. Combien d'argent lui restera-t-il ? »

Personnalisation : « Mon meilleur ami, Florian, est très gourmand, il adore les viennoiseries ! Ce matin, il veut s'acheter deux délicieux croissants dans sa boulangerie préférée. Comme il y passe chaque matin, il sait qu'un croissant coûte 1,15 €. Florian n'a qu'un billet de 5 € en poche, et il aimerait savoir ce qu'il lui restera après avoir acheté deux croissants car il ne doit pas tout dépenser dès le matin.

Combien d'argent restera-t-il à Florian ? »

2) **Résolution des problèmes :**

Après avoir reformulé chaque problème, vous devez les résoudre.

Laissez vos démarches de résolution visibles.

Annexe 10 : Présentation du problème de la corde dans les conditions PI et PD et RI et RD dans la partie 1 de notre recherche

Conditions PI et PD :

La corde

Un homme veut une corde assez longue pour l'étendre entre deux poteaux séparés de 12 m, mais il n'a que des morceaux de 1,5 m de long. Combien de morceaux doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde qu'il peut étendre entre les deux poteaux ?

Personnalisation :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Résolution :

Commentaires éventuels :

Conditions RI et RD :

La corde

Un homme veut une corde assez longue pour l'étendre entre deux poteaux séparés de 12 m, mais il n'a que des morceaux de 1,5 m de long. Combien de morceaux doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde qu'il peut étendre entre les deux poteaux ?

Résolution :

Commentaires éventuels :

La corde

Un homme veut une corde assez longue pour l'étendre entre deux poteaux séparés de 12 m, mais il n'a que des morceaux de 1,5 m de long.

Combien de morceaux doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde qu'il peut étendre entre les deux poteaux ?

Choisis la meilleure réponse parmi les propositions :

Réponse 1 : Plus de 8 morceaux sont nécessaires.

Réponse 2 : 8 morceaux sont nécessaires.

Justifie ton choix :

J'ai choisi la réponse n°..... car

.....

.....

.....

.....

PROBLÈME DE LA CORDE

1) Réponse réaliste

- a. **Code 11** : référence aux nœuds et/ou aux piquets (= « plus de 8 ») accompagnée ou non d'une réponse chiffrée approximative (supérieure à 8 mais proche)
- b. **Code 12** : réponse non réaliste (8) avec un commentaire réaliste (référence aux nœuds et/ou aux piquets)
- c. **Code 13** : l'élève se rend compte que le problème ne peut être résolu, mais n'explique pas pourquoi

2) Réponse non réaliste : réponse chiffrée (avec ou sans calcul) SANS commentaire remettant en cause la réponse

- a. **Code 21** : $12/1,5=8$ ou $8 \times 1,5=12$ ou 8
- b. **Code 22** : $12 \times 1,5=18$ ou 18
- c. **Code 23** : réponse « 12 » (cordes, morceaux... = donnée de l'énoncé)

3) Réponse témoignant d'une incompréhension de l'énoncé

- a. **Code 31** : expression de l'incompréhension

4) Calcul / réponse peu compréhensible

- a. **Code 41** : réponse/calculs incompréhensibles.

Code 88 : Incodable

Code 99 : Omission

PROBLÈME DES PLANCHES

1) Réponse réaliste

- a. Code 11 : réponse « 8 » avec ou sans calcul
- b. Code 12 : réponse « 10 » accompagnée d'un commentaire réaliste (coller les déchets)
- c. Code 13 : Seulement un commentaire réaliste

2) Réponse non réaliste : réponse chiffrée (avec ou sans calcul) SANS commentaire remettant en cause la réponse

- a. Code 21 : $2,5 \times 4 = 10$ ou décomposition du calcul, réponse « 10 »
- b. Code 22 : même type de raisonnement, mais avec un autre nombre de planches
(ex. idem mais multiplier par 3 et non par 4)
- c. Code 23 : réponse « 4 » (Donnée de l'énoncé)

3) Réponse témoignant d'une incompréhension de l'énoncé

- a. Code 31 : expression de l'incompréhension

4) Calcul / réponse peu compréhensible

- a. Code 42 : autre réponse chiffrée inférieure à 8 (nombre entier, autre que 4)
- b. Code 43 : autre réponse chiffrée supérieure à 8 (nombre entier)
- c. Code 44 : autre réponse chiffrée : nombre décimal

Code 88 : Incodable

Code 99 : Omission

PROBLÈME DE L'ÉCOLE

1) Réponse réaliste

- a. **Code 11** : réponse chiffrée prenant la forme d'un intervalle (« entre 9 et 25 km ») avec ou sans calcul
- b. **Code 12** : réponse non réaliste (code 21 ou 22) accompagnée d'un commentaire réaliste (référence au fait que la situation des lieux n'est pas connue).
- c. **Code 13** : référence à la situation des lieux les uns par rapport aux autres, mais **PAS** de calcul ni de réponse chiffrée (On ne sait pas où se situent le CS et la G par rapport à l'E).
- d. **Code 14** : réponse chiffrée prenant en compte une partie des réponses possibles (ex. : « 9 ou 25 km ») avec ou sans calcul → solution différente d'une réponse chiffrée unique
- e. **Code 15** : l'élève se rend compte qu'on ne peut pas calculer précisément la distance entre le centre sportif et la gare, mais n'explique pas pourquoi

2) Réponse non réaliste : réponse chiffrée (avec ou sans calcul) SANS commentaire remettant en cause la réponse

- a. **Code 21** : $17+8 = 25$ ou 25 ou décomposition du calcul.
- b. **Code 22** : $17-8 = 9$ ou 9 ou décomposition du calcul.
- c. **Code 23** : une ou plusieurs donnée(s) de l'énoncé avec ou sans
- d. justification (uniquement les réponses « 17 km » et/ou « 8 km »).

3) Réponse témoignant d'une incompréhension de l'énoncé

- a. **Code 31** : expression de l'incompréhension

4) Calcul / réponse peu compréhensible

- a. **Code 41** : réponse/calcul incompréhensible

Code 88 : Incodable

Code 99 : Omission

PROBLÈME DES BUS

1) Réponse réaliste

- a. Code 11 : « 13 » ou « 12 bus rempli et un bus à moitié rempli » avec ou sans calcul (y inclure aussi les réponses de type « plus de 12 »)
- b. Code 12 : réponse « 12,5 » accompagnée d'un commentaire réaliste (référence au fait qu'on ne peut pas couper un bus en deux, qu'un bus sera à moitié rempli ou que des passagers ne pourront pas être transportés)
- c. Code 13 : « 12 et un demi bus »
- d. Code 14 : Référence au fait qu'il est impossible de donner une réponse car « ça ne tombe pas juste » ($450/36$ ne donne pas un nombre entier)

2) Réponse non réaliste : réponse chiffrée (avec ou sans calcul) SANS commentaire remettant en cause la réponse

- a. Code 21 : « 12,5 »
- b. Code 22 : réponse « 12 » ou « plus ou moins 12 »

3) Réponse témoignant d'une incompréhension de l'énoncé

- a. Code 31 : expression de l'incompréhension

4) Calcul / réponse peu compréhensible

- a. Code 41 : réponse chiffrée non discutée : nombre entier (autre que 12 et 13) AVEC/SANS calcul
- b. Code 42 : réponse chiffrée non discutée : nombre décimal (autre que 12,5) AVEC/SANS calcul

Code 88 : Incodable

Code 99 : Omission

Annexe 13 : Exemples de catégorisation des éléments ajoutés dans les reformulations des élèves
 (Mellone et al., 2017, p. 6)

| |
|---|
| <p>Reworded text: The head of the Italian army decided to make a war against the U.S. army. To do this, the Italian army has to train, so it must be transported in a proper military camp. The soldiers are 450 and must be transported by bus to 36 soldiers each. How many buses are needed? Scoring categories: D: 'The head of the Italian army', 'U.S. army', 'proper military camp'; I: 'he decided to make a war'; A: 'to make a war', 'to train'; T: – C: 'they have to train'</p> <p>Reworded text: Marina and Mariafrancesca go to the same school, in the same classroom and they are deskmates. The distance from Marina's house to the school is 17 km while for Mariafrancesca it is 8 km. One day their mothers organize for them a meeting on Saturday to Marina's house, but there is a problem: none of them knows how far it is from Marina's house to Mariafrancesca's house. Could you help them?" Scoring categories: D: 'Marina', 'Mariafrancesca', 'classroom', 'deskmate', 'their mothers' I: ' they organize for them a meeting' A: – T: 'one day', 'Saturday' C: 'none of them knows how far it is from Marina's house to Mariafrancesca's house. Could you help them?'</p> |
|---|

Annexe 14 : Répartition de l'échantillon par classe

| Classe | Nombre d'élèves par classe |
|--------|----------------------------|
| 1 | 22 |
| 2 | 23 |
| 3 | 20 |
| 4 | 16 |
| 5 | 20 |
| 6 | 14 |
| 7 | 22 |
| 8 | 20 |
| 9 | 14 |
| 10 | 14 |
| 11 | 15 |
| 12 | 23 |
| 13 | 22 |
| 14 | 22 |
| 15 | 23 |

Annexe 15 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition (un tableau par problème)

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème de la corde | | | |
|--|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 49 | 96,08 % |
| | 1 | 1 | 1,96 % |
| | 9 | 1 | 1,96 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 62 | 93,94 % |
| | 1 | 2 | 3,03 % |
| | 9 | 2 | 3,03 % |
| | Total | 66 | 100 % |
| RD | 0 | 46 | 97,87 % |
| | 1 | 1 | 2,13 % |
| | Total | 47 | 100 % |
| RI | 0 | 28 | 100 % |
| | Total | 28 | 100 % |

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème de l'école | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 43 | 84,31 % |
| | 1 | 8 | 15,69 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 63 | 95 % |
| | 9 | 3 | 4,55 % |
| | Total | 66 | 100 % |
| RD | 0 | 43 | 91,49 % |
| | 1 | 4 | 9 % |
| | Total | 47 | 100 % |
| RI | 0 | 25 | 89,29 % |
| | 1 | 3 | 10,71 % |
| | Total | 28 | 100 % |

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème des planches | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 44 | 86,27 % |
| | 1 | 4 | 7,84 % |
| | 9 | 3 | 5,88 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 58 | 87,88 % |
| | 1 | 3 | 4,55 % |
| | 9 | 5 | 7,58 % |
| | Total | 66 | 100 % |
| RD | 0 | 45 | 95,74 % |
| | 1 | 1 | 2,13 % |
| | 9 | 1 | 2,13 % |
| | Total | 47 | 100 % |
| RI | 0 | 27 | 96,43 % |
| | 9 | 1 | 3,57 % |
| | Total | 28 | 100 % |

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par condition pour le problème du bus | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 15 | 29,41 % |
| | 1 | 36 | 70,59 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 28 | 42,42 % |
| | 1 | 37 | 56,06 % |
| | 9 | 1 | 1,52 % |
| | Total | 66 | 100 % |
| RD | 0 | 13 | 27,66 % |
| | 1 | 34 | 72,34 % |
| | Total | 47 | 100 % |
| RI | 0 | 12 | 42,86 % |
| | 1 | 16 | 57,14 % |
| | Total | 28 | 100 % |

Annexe 16 : Exemple de réponse codée 12 pour le problème de la corde

C11PD004

Personnalisation :

Kylian a besoin d'une rallonge de 12 mètres pour brancher sa console de jeux dans sa chambre mais, il ne possède que des rallonges de 1,5 mètres. Combien de rallonges lui faudra-t-il pour brancher sa console dans sa chambre ?

Résolution :

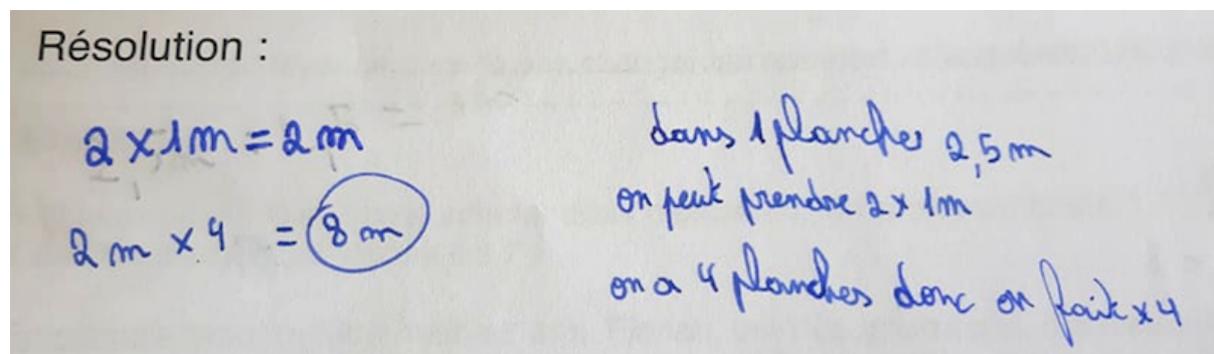
Ca dépend de si il y a des noeuds, si il n'y en a pas alors il lui faut 8 rallonges
Si il y en a alors, la distance est indéterminée.

$12 : 1,5 = 8$

- ➔ Cette réponse est codée 12 car la dyade indique comme réponse « 8 rallonges » (= 8 cordes) et ajoute un commentaire réaliste faisant référence aux noeuds. De plus, elle précise que la distance serait indéterminée si les noeuds sont présents.

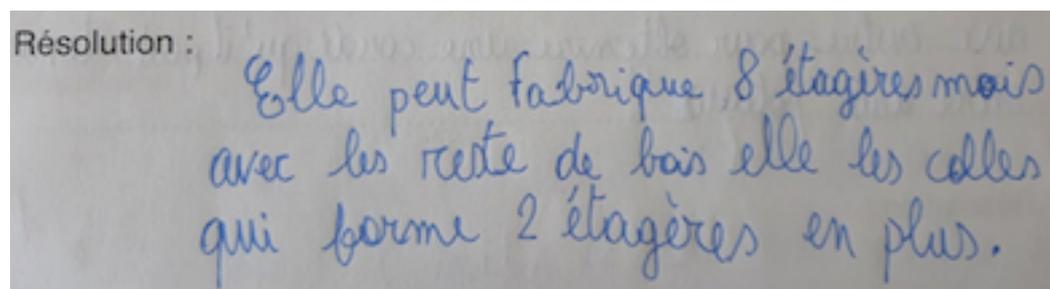
Annexe 17 : Exemples de réponses codées 11 pour le problème des planches.

C5PD005 :



➔ Cette réponse est codée 11 car la dyade donne la réponse « 8 planches ».

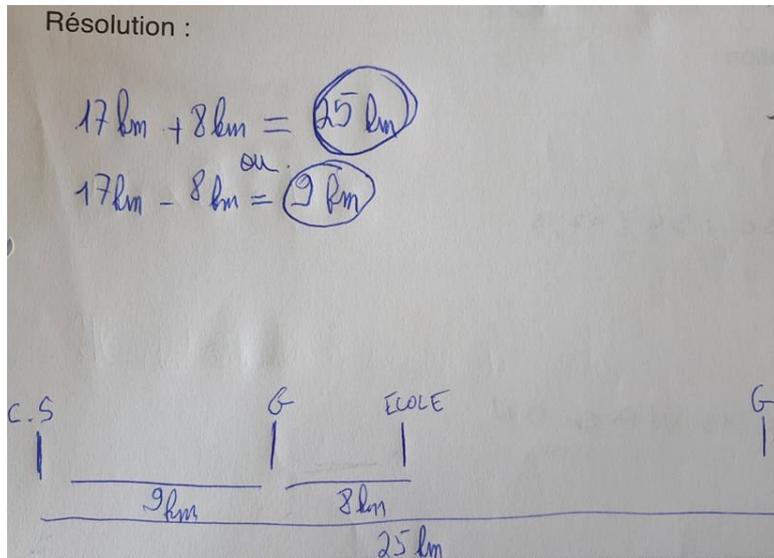
C14PI004



➔ Cette réponse est codée 11 car l'élève donne la réponse « 8 planches ». De plus, il fait référence au collage des « déchets » de planches qui permet d'avoir 2 planches supplémentaires.

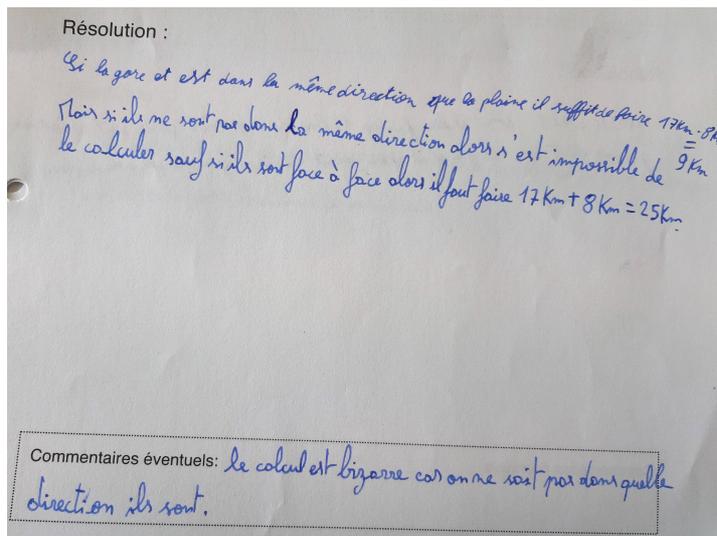
Annexe 18 : Exemples de réponses codées 14 pour le problème de l'école.

C5PD008



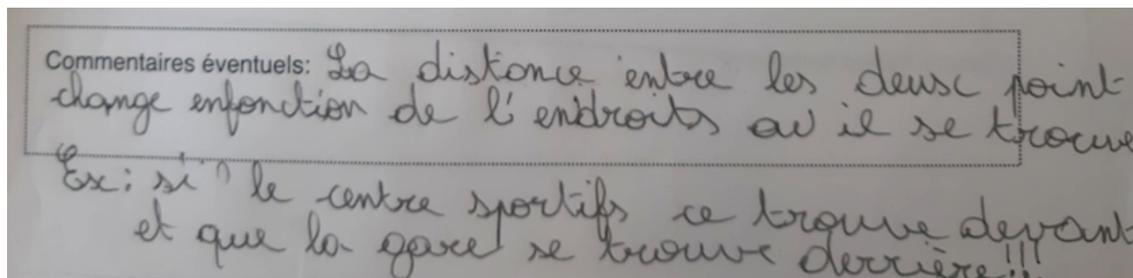
➡ Cette réponse est codée 14 car la dyade présente deux des réponses possibles : « 25 km ou 9 km ».

C11PD004



➡ Cette réponse est codée 14 car la dyade fait référence aux diverses directions possibles. Elle présente deux réponses possibles en fonction de deux possibilités de localisation de la gare et de la plaine (=centre sportif). En outre, la dyade précise qu'il est impossible de connaître la distance entre ces deux lieux s'ils ne sont pas disposés selon les deux exemples de localisations cités.

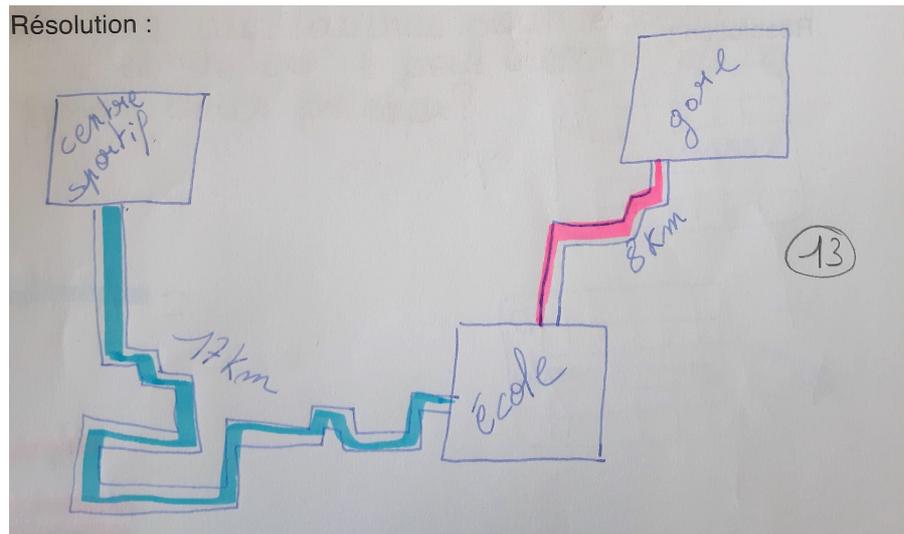
C12RD015



➡ Cette réponse est codée 14 car la dyade fait référence aux diverses distances possibles.

Annexe 19 : Exemple d'une réponse codée 13 pour le problème de l'école (C13PD0009)

Résolution :

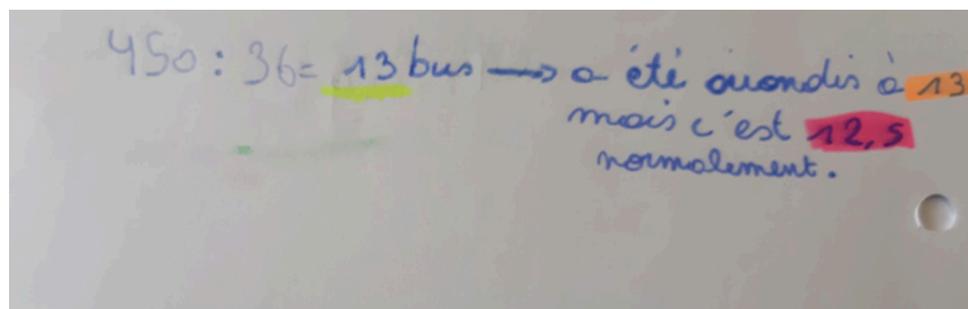


Commentaires éventuels:

Impossible. Manque d'informations
Nous ne savons pas où la gare
est située exactement (devant l'école,
derrière...)

➔ Cette réponse est codée 13 car la dyade ne produit pas de réponse chiffrée. Elle fait référence de manière réaliste à la situation des lieux les uns par rapport aux autres.

Annexe 20 : Exemple d'une réponse codée 11 pour le problème du bus



Il faut treize bus pour transporter les 450 soldats

Commentaires éventuels:

La difficulté était que on ne pouvait pas couper un soldat en deux.

➔ Cette réponse est codée 13 car la réponse est « 13 bus », ce qui est la réponse réaliste typiquement attendue.

Annexe 21 : Exemples de « personnalisations » étant des reformulations (code 25)

Problème initial (planches):

Steve a acheté 4 planches de 2,5 m chacune pour fabriquer une étagère. Combien de planches de 1 m peut-il faire avec ces planches ?

Problème reformulé (C1PI001) :

Steve a acheté 4 planches de 2,5 m chacune parce qu'il n'y avait plus de planche de 1 m au magasin. Alors, il va les fabriquer pour faire une étagère. (*Absence de question*)

Analyse de la reformulation :

➡ Cette « personnalisation » a été codée 25 car l'élève n'ajoute pas d'éléments descriptifs qui auraient pu lui permettre de lier la situation du problème à sa vie quotidienne. Il ne modifie pas le prénom « Steve » en celui de quelqu'un qu'il connaît.

Problème initial (bus):

450 soldats doivent être transportés à leur camp d'entraînement. Chaque bus de l'armée peut accueillir 36 soldats. Combien de bus sont nécessaires ?

Problème reformulé (C2PI005) :

450 aventuriers doivent être transportés à leur camp de survie. Chaque bus peut accueillir 36 aventuriers. Combien de bus sont nécessaires ?

Analyse de la reformulation :

➡ Cette « personnalisation » a été codée 25 car l'élève ne rend pas la situation du problème plus proche de sa vie de tous les jours.

Annexe 22 : Impact de la condition sur les critères de personnalisation (un tableau pour chaque problème)

| Impact de la condition sur les critères de personnalisation pour le problème de la corde | | | |
|---|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 1 | 29 | 56,86 % |
| | 21 | 2 | 3,92 % |
| | 22 | 3 | 5,88 % |
| | 22&23 | 1 | 1,96 % |
| | 22&24 | 2 | 3,92 % |
| | 22&26 | 2 | 3,92 % |
| | 23 | 1 | 1,96 % |
| | 25 | 4 | 7,84 % |
| | 26 | 1 | 1,96 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 5 | 9,80 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 1 | 36 |
| 21 | | 6 | 9,09 % |
| 22 | | 2 | 3,03 % |
| 22&23 | | 2 | 3,03 % |
| 22&23&24 | | 1 | 1,52 % |
| 22&23&26 | | 1 | 1,52 % |
| 22&24 | | 1 | 1,52 % |
| 23 | | 1 | 1,52 % |
| 24 | | 1 | 1,52 % |
| 25 | | 6 | 9,09 % |
| 26 | | 3 | 4,55 % |
| 99 | | 6 | 9,09 % |
| Total | | 66 | 100 % |

| Impact de la condition sur les critères de personnalisation pour le problème des planches | | | |
|--|-------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 1 | 32 | 62,75 % |
| | 21 | 2 | 3,92 % |
| | 22 | 6 | 11,76 % |
| | 22&24 | 1 | 1,96 % |
| | 25 | 2 | 3,92 % |
| | 26 | 1 | 1,96 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 6 | 11,76 % |
| | Total | 51 | 100,00 % |
| | PI | 1 | 33 |
| 21 | | 8 | 12,12 % |
| 22 | | 3 | 4,55 % |
| 22&23&24 | | 1 | 1,52 % |
| 23&24 | | 1 | 1,52 % |
| 24 | | 1 | 1,52 % |
| 25 | | 9 | 13,64 % |
| 26 | | 2 | 3,03 % |
| Total | 66 | 100 % | |

| Impact de la condition sur les critères de personnalisation pour le problème de l'école | | | |
|--|----------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 1 | 29 | 56,86 % |
| | 21 | 5 | 9,80 % |
| | 22 | 7 | 13,73 % |
| | 22&23 | 3 | 5,88 % |
| | 22&26 | 1 | 1,96 % |
| | 24 | 1 | 1,96 % |
| | 25 | 2 | 3,92 % |
| | 26 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 2 | 3,92 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 1 | 25 | 37,88 % |
| | 21 | 6 | 9,09 % |
| | 22 | 5 | 7,58 % |
| | 22&23&24 | 2 | 3,03 % |
| | 22&24 | 1 | 1,52 % |
| | 23 | 5 | 7,58 % |
| | 23&24 | 3 | 4,55 % |
| | 24 | 3 | 4,55 % |
| | 26 | 3 | 4,55 % |
| | 99 | 13 | 19,70 % |
| | Total | 66 | 100 % |

| Impact de la condition sur les critères de personnalisation pour le problème du bus | | | |
|--|----------|-----------|-------------|
| Condition | Code | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 1 | 25 | 49,02 % |
| | 21 | 3 | 5,88 % |
| | 22 | 1 | 1,96 % |
| | 22&23 | 1 | 1,96 % |
| | 22&24 | 1 | 1,96 % |
| | 23 | 2 | 3,92 % |
| | 24 | 2 | 3,92 % |
| | 25 | 11 | 21,57 % |
| | 26 | 2 | 3,92 % |
| | 99 | 3 | 5,88 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 1 | 23 | 34,85 % |
| | 21 | 9 | 13,64 % |
| | 22 | 3 | 4,55 % |
| | 22&23&24 | 1 | 1,52 % |
| | 22&24 | 1 | 1,52 % |
| | 24 | 3 | 4,55 % |
| | 25 | 11 | 16,67 % |
| | 26 | 2 | 3,03 % |
| | 99 | 13 | 19,70 % |
| | Total | 66 | 100 % |

Annexe 23 : Définitions des cinq catégories d'éléments ajoutés lors de la personnalisation des problèmes (sur la base des catégories utilisées dans l'étude de Mellone et al., 2017)

| <u>Catégorisation des informations ajoutées</u> | |
|---|--|
| - D : descriptive : | Description des protagonistes : ajout de noms pour les personnages, description des lieux et objets (Mellone et al., 2017). |
| - I : intentionnelle : | Expression d'un objectif à atteindre ou à éviter, but. Notion de choix. « Dessein délibéré d'accomplir tel ou tel acte ; volonté » (Larousse, 2012, p. 585). |
| - A : d'action : | Ajout d'un verbe d'action. « Fait d'agir, de manifester sa volonté, en accomplissant quelque chose » (Larousse, 2012, p. 15). |
| - T : temporelle : | Qui se situe dans le temps (Ex : le lendemain, mardi, après ...). |
| - C : causale : | Expression de l'origine de l'action ou de l'état. « Ce qui produit un effet, détermine un phénomène ; ce par quoi qqch existe ; origine » (Larousse, 2012, p. 182). Réponse aux questions : « Pour quelle raison ? », « Pourquoi ? », « À cause de qui/quoi ? ». |

Annexe 24 : Comparaison du nombre d'informations ajoutées dans les personnalisations dans les conditions PD et PI, par problème et au total

| Comparaison du nombre d'informations ajoutées dans les personnalisations dans les conditions PD et PI, par problème et au total | | | | | | | |
|--|-----------|---------------------------------------|-------------|-----------|--------|-------------|-------|
| Problème | Condition | Nombres total d'informations ajoutées | Description | Intention | Action | Temporalité | Cause |
| Corde | PD | 132 | 88 | 8 | 18 | 1 | 17 |
| | PI | 132 | 94 | 7 | 17 | 0 | 14 |
| Planches | PD | 118 | 89 | 6 | 12 | 3 | 8 |
| | PI | 114 | 83 | 6 | 13 | 1 | 11 |
| Ecole | PD | 194 | 118 | 9 | 46 | 12 | 9 |
| | PI | 155 | 104 | 7 | 24 | 15 | 5 |
| Bus | PD | 137 | 117 | 0 | 15 | 3 | 2 |
| | PI | 102 | 93 | 2 | 7 | 0 | 0 |
| Tous les problèmes | PD | 581 | 412 | 23 | 91 | 19 | 36 |
| | PI | 503 | 374 | 22 | 61 | 16 | 30 |

Annexe 25 : Effet des conditions sur l'ajout d'informations de diverses catégories pour le problème de la corde (un tableau par catégorie d'informations)

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « description » pour le problème de la corde | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 3 | 5,88 % |
| | 1 | 15 | 29,41 % |
| | 2 | 17 | 33,33 % |
| | 3 | 5 | 9,80 % |
| | 4 | 3 | 5,88 % |
| | 5 | 1 | 1,96 % |
| | 7 | 1 | 1,96 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 5 | 9,80 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 11 | 16,67 % |
| | 1 | 26 | 39,39 % |
| | 2 | 12 | 18,18 % |
| | 3 | 6 | 9,09 % |
| | 4 | 2 | 3,03 % |
| | 5 | 2 | 3,03 % |
| | 8 | 1 | 1,52 % |
| | 99 | 6 | 9,09 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 88 informations ajoutées sur 204 personnalisations (43,13 %)
 PI = 94 informations ajoutées sur 264 personnalisations (35,6 %)

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « intention » pour le problème de la corde | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 37 | 72,55 % |
| | 1 | 8 | 15,69 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 5 | 9,80 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 0 | 53 |
| 1 | | 7 | 10,61 % |
| 99 | | 6 | 9,09 % |
| Total | | 66 | 100 % |

PD = 8 informations ajoutées sur 204 personnalisations (3,92 %)
 PI = 7 informations ajoutées sur 264 personnalisations (2,65 %)

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « action » pour le problème de la corde | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 31 | 60,78 % |
| | 1 | 11 | 21,57 % |
| | 2 | 2 | 3,92 % |
| | 3 | 1 | 1,96 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 5 | 9,80 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 46 | 69,70 % |
| | 1 | 12 | 18,18 % |
| | 2 | 1 | 1,52 % |
| | 3 | 1 | 1,52 % |
| | 99 | 6 | 9,09 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 18 informations ajoutées sur 204 personnalisations (8,82 %)

PI = 17 informations ajoutées sur 264 personnalisations (6,43 %)

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « cause » pour le problème de la corde | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 30 | 58,82 % |
| | 1 | 13 | 25,49 % |
| | 2 | 2 | 3,92 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 5 | 9,80 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 0 | 48 |
| 1 | | 10 | 15,15 % |
| 2 | | 2 | 3,03 % |
| 99 | | 6 | 9,09 % |
| Total | | 66 | 100 % |

PD = 17 informations ajoutées sur 204 personnalisations (8,33 %)

PI = 14 informations ajoutées sur 264 personnalisations (5,30 %)

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « temporalité » pour le problème de la corde | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 44 | 86,27 % |
| | 1 | 1 | 1,96 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 5 | 9,80 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 60 | 90,91 % |
| | 99 | 6 | 9,09 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 1 information ajoutée sur 204 personnalisations (0,5 %)

PI = 0 information ajoutée (0 %)

TOTAL PD : 88 + 8 + 18 + 1 + 17 = 132 informations ajoutées.

TOTAL PI : 94 + 7 + 17 + 0 + 14 = 132 informations ajoutées.

Annexe 26 : Effet des conditions sur l'ajout d'informations de diverses catégories pour le problème des planches (un tableau par catégorie d'informations)

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « description » pour le problème des planches | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 3 | 5,88 % |
| | 1 | 13 | 25,49 % |
| | 2 | 15 | 29,41 % |
| | 3 | 8 | 15,69 % |
| | 4 | 3 | 5,88 % |
| | 5 | 2 | 3,92 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 6 | 11,76 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 10 | 15,15 % |
| | 1 | 25 | 37,88 % |
| | 2 | 13 | 19,70 % |
| | 3 | 8 | 12,12 % |
| | 4 | 2 | 3,03 % |
| | 99 | 8 | 12,12 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 89 informations ajoutées sur 204 personnalisations (43,62 %)

PI = 83 informations ajoutées sur 264 personnalisations (31,44 %)

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « intention » pour le problème des planches | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 40 | 78,43 % |
| | 1 | 3 | 5,88 % |
| | 3 | 1 | 1,96 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 6 | 11,76 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 53 | 80,30 % |
| | 1 | 4 | 6,06 % |
| | 2 | 1 | 1,52 % |
| | 99 | 8 | 12,12 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 6 informations ajoutées

PI = 6 informations ajoutées

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « action » pour le problème des planches | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 33 | 64,71 % |
| | 1 | 10 | 19,61 % |
| | 2 | 1 | 1,96 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 6 | 11,76 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 49 | 74,24 % |
| | 1 | 6 | 9,09 % |
| | 2 | 2 | 3,03 % |
| | 3 | 1 | 1,52 % |
| | 99 | 8 | 12,12 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 12 informations ajoutées

PI = 13 informations ajoutées

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « temporalité » pour le problème des planches | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 42 | 82,35 % |
| | 1 | 1 | 1,96 % |
| | 2 | 1 | 1,96 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 6 | 11,76 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 0 | 57 |
| 1 | | 1 | 1,52 % |
| 99 | | 8 | 12,12 % |
| Total | | 66 | 100 % |

PD = 3 informations ajoutées

PI = 1 information ajoutée

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « cause » pour le problème des planches | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 36 | 70,59 % |
| | 1 | 8 | 15,69 % |
| | 88 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 6 | 11,76 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 0 | 49 |
| 1 | | 7 | 10,61 % |
| 2 | | 2 | 3,03 % |
| 99 | | 8 | 12,12 % |
| Total | | 66 | 100 % |

PD = 8 informations ajoutées

PI = 11 informations ajoutées

TOTAL PD : $89 + 6 + 12 + 3 + 8 = 118$ informations ajoutées.

TOTAL PI : $83 + 6 + 13 + 1 + 11 = 114$ informations ajoutées.

Annexe 27 : Effet des conditions sur l'ajout d'informations de diverses catégories pour le problème de l'école (un tableau par catégorie d'informations)

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « description » pour le problème de l'école | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 6 | 11,76 % |
| | 1 | 9 | 17,65 % |
| | 2 | 13 | 25,49 % |
| | 3 | 12 | 23,53 % |
| | 4 | 3 | 5,88 % |
| | 5 | 3 | 5,88 % |
| | 6 | 1 | 1,96 % |
| | 7 | 2 | 3,92 % |
| | 99 | 2 | 3,92 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 10 | 15,15 % |
| | 1 | 11 | 16,67 % |
| | 2 | 17 | 25,76 % |
| | 3 | 8 | 12,12 % |
| | 4 | 6 | 9,09 % |
| | 5 | 1 | 1,52 % |
| | 6 | 1 | 1,52 % |
| | 99 | 12 | 18,18 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 118 informations ajoutées

PI = 104 informations ajoutées

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « intention » pour le problème de l'école | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 42 | 82,35 % |
| | 1 | 5 | 9,80 % |
| | 2 | 2 | 3,92 % |
| | 99 | 2 | 3,92 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 0 | 47 |
| 1 | | 7 | 10,61 % |
| 99 | | 12 | 18,18 % |
| Total | | 66 | 100 % |

PD = 9 informations ajoutées

PI = 7 informations ajoutées

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « action » pour le problème de l'école | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 30 | 58,82 % |
| | 1 | 7 | 13,73 % |
| | 2 | 3 | 5,88 % |
| | 3 | 6 | 11,76 % |
| | 4 | 2 | 3,92 % |
| | 7 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 2 | 3,92 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 0 | 38 |
| 1 | | 11 | 16,67 % |
| 2 | | 2 | 3,03 % |
| 3 | | 3 | 4,55 % |
| 99 | | 12 | 18,18 % |
| Total | | 66 | 100 % |

PD = 46 informations ajoutées

PI = 24 informations ajoutées

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « temporalité » pour le problème de l'école | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 41 | 80,39 % |
| | 1 | 5 | 9,80 % |
| | 2 | 2 | 3,92 % |
| | 3 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 2 | 3,92 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 44 | 66,67 % |
| | 1 | 8 | 12,12 % |
| | 2 | 1 | 1,52 % |
| | 3 | 1 | 1,52 % |
| | 99 | 12 | 18,18 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 12 informations ajoutées

PI = 15 informations ajoutées

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « cause » pour le problème de l'école | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 43 | 84,31 % |
| | 1 | 4 | 7,84 % |
| | 2 | 1 | 1,96 % |
| | 3 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 2 | 3,92 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 0 | 51 |
| 1 | | 1 | 1,52 % |
| 2 | | 2 | 3,03 % |
| 99 | | 12 | 18,18 % |
| Total | | 66 | 100 % |

PD = 9 informations ajoutées

PI = 5 informations ajoutées

TOTAL PD : $118 + 9 + 46 + 12 + 9 = 194$ informations ajoutées.

TOTAL PI : $104 + 7 + 24 + 15 + 5 = 155$ informations ajoutées.

Annexe 28 : Effet des conditions sur l'ajout d'informations de diverses catégories pour le problème du bus (un tableau par catégorie d'informations)

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « description » pour le problème du bus | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 5 | 9,80 % |
| | 1 | 5 | 9,80 % |
| | 2 | 9 | 17,65 % |
| | 3 | 24 | 47,06 % |
| | 4 | 3 | 5,88 % |
| | 5 | 2 | 3,92 % |
| | 99 | 3 | 5,88 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 0 | 12 |
| 1 | | 12 | 18,18 % |
| 2 | | 13 | 19,70 % |
| 3 | | 15 | 22,73 % |
| 5 | | 2 | 3,03 % |
| 99 | | 12 | 18,18 % |
| Total | | 66 | 100 % |

PD = 117 informations ajoutées

PI = 93 informations ajoutées

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « intention » pour le problème du bus | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 48 | 94,12 % |
| | 99 | 3 | 5,88 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 52 | 78,79 % |
| | 1 | 2 | 3,03 % |
| | 99 | 12 | 18,18 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 0 information ajoutée

PI = 2 informations ajoutées

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « action » pour le problème du bus | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 38 | 74,51 % |
| | 1 | 6 | 11,76 % |
| | 2 | 3 | 5,88 % |
| | 3 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 3 | 5,88 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| | PI | 0 | 49 |
| 1 | | 3 | 4,55 % |
| 2 | | 2 | 3,03 % |
| 99 | | 12 | 18,18 % |
| Total | | 66 | 100 % |

PD = 15 informations ajoutées

PI = 7 informations ajoutées

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « temporalité » pour le problème du bus | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 46 | 90,20 % |
| | 1 | 1 | 1,96 % |
| | 2 | 1 | 1,96 % |
| | 99 | 3 | 5,88 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 54 | 81,82 % |
| | 99 | 12 | 18,18 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 3 informations ajoutées

PI = 0 information ajoutée

| Effet des conditions sur l'ajout d'informations de la catégorie « cause » pour le problème du bus | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Condition | Nombre d'informations ajoutées | Fréquence | Pourcentage |
| PD | 0 | 46 | 90,20 % |
| | 1 | 2 | 3,92 % |
| | 99 | 3 | 5,88 % |
| | Total | 51 | 100 % |
| PI | 0 | 54 | 81,82 % |
| | 99 | 12 | 18,18 % |
| | Total | 66 | 100 % |

PD = 2 informations ajoutées

PI = 0 information ajoutée

TOTAL PD : $117 + 0 + 15 + 3 + 2 = 137$ informations ajoutées

TOTAL PI : $93 + 2 + 7 + 0 + 0 = 102$ informations ajoutées

Annexe 29 : Exemples de personnalisation pour le problème de la corde

Problème initial :

Un homme veut une corde assez longue pour l'étendre entre deux poteaux séparés de 12 m, mais il n'a que des morceaux de 1,5 m de long. Combien de morceaux doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde qu'il peut étendre entre les deux poteaux ?

—> Problème personnalisé (C1PI003) :

Sefa veut une corde assez longue pour l'étendre entre deux poteaux séparés de 12 m, (il veut jouer au limbo) mais il n'a que des morceaux de 1,5 m de long. Il faut combien de morceaux pour avoir une corde de 12 m ?

Analyse de la reformulation :

L'élève ajoute une information descriptive en remplaçant « un homme » par « Sefa ». Cette information est en lien avec sa vie personnelle car Sefa est le prénom d'un des élèves de la classe. Il y a également l'ajout d'une information d'intention « il veut jouer au limbo », cela donne du sens au fait de nouer différentes cordes de 1,5 m. « Jouer » est une information d'action.

—> Problème personnalisé (C2PI006) :

Mon voisin est fermier. Il veut mettre une corde entre 2 poteaux pour achever sa clôture du champ. Entre les 2 poteaux, il y a 12m. 1 morceau de corde mesure 1,5m. Combien de morceaux doit-il attacher les uns aux autres pour obtenir une corde qu'il peut étendre entre les deux poteaux ?

Analyse de la reformulation :

4 informations descriptives sont ajoutées : « mon voisin », « fermier », « clôture » et « champ ». Cela indique que l'élève a réellement personnalisé la situation du problème car il la rend proche de sa vie de tous les jours. En effet, l'école de cet élève est située en milieu rural. Il y a également 2 informations d'action : « mettre » et « achever ». Enfin, l'élève ajoute aussi une information causale « pour achever sa clôture du champ ». Ainsi, cela donne du sens au fait d'attacher plusieurs cordes ensemble.

Annexe 30 : Exemples de personnalisation pour le problème des planches

Problème initial :

Steve a acheté 4 planches de 2,5 m chacune pour fabriquer une étagère. Combien de planches de 1 m peut-il faire avec ces planches ?

—> Problème personnalisé (C2PI002) :

J'ai acheté 4 fils de pêche de 2,5 M chacun pour fabriquer un moulinet. Combien de fil de 1 m je pourrai faire avec ces fils ?

Analyse de la reformulation :

L'élève parle en « je », il s'attribue la situation du problème, c'est lui qui fait l'action et lui qui se pose la question à résoudre. Ainsi, 2 informations descriptives sont ajoutées : « je » et « fils de pêche ». L'élève indique son intention « fabriquer un moulinet », « fabriquer » est une information d'action.

—> Problème personnalisé (C11PD003) :

Tyfène a acheté 4 planches de 2,5 m avec des petites licornes dessus pour fabriquer une étagère féérique. Combien de planches de 1 m avec des petites licornes peut-elle faire avec ces planches ?

Analyse de la reformulation :

La dyade ajouté 4 informations descriptives lors de sa personnalisation : « Tyfène », « petites », « licornes », « féérique ». Nous soulignons le fait d'avoir ajouté le prénom d'une élève de la classe. Ainsi, la dyade a pu s'imaginer leur camarade réaliser cette étagère, elle même décrite en détail.

Annexe 31 : Exemples de personnalisation pour le problème de l'école

Problème initial :

Le centre sportif est situé à 17 km de l'école et la gare est située à 8 km de l'école. A quelle distance le centre sportif et la gare sont-ils situés l'un de l'autre ?

Problème personnalisé (C14PD006) :

Chloé et Charlie sont à l'école et veulent aller à la gare puis au centre sportif. La gare est à 8 km de l'école et le centre sportif à 17 km de l'école. Combien y a-t-il d'écart entre la gare et le centre sportif ?

Analyse de la reformulation :

La dyade ajoute 2 informations descriptives, leurs deux prénoms « Chloé » et « Charlie ». Ainsi, les élèves s'insèrent dans la situation problème, ils personnalisent ainsi le problème. « veulent aller à la gare puis au centre sportif » est une information d'intention. Elle permet de donner du sens à la situation problème, à la question posée. Les élèves ajoutent également une information temporelle « puis » et deux informations d'actions « sont » et « aller ».

Problème personnalisé (C15PD006) :

Le Basic Fit est situé à 17 km de l'école de Fétinne et la gare des Guillemins est située à 8 km de l'école. À quelle distance le Basic Fit et la gare des Guillemins sont-ils situés l'un de l'autre ?

Analyse de la reformulation :

La dyade précise les trois lieux du problème grâce à trois informations descriptives : « Basic Fit », « école de Fétinne » et « la gare des Guillemins ». Ainsi, la situation du problème est rendue plus proche de la vie quotidienne de la dyade car leur école est incluse dans l'énoncé.

Annexe 32 : Exemple de personnalisation pour le problème du bus

Problème initial :

450 soldats doivent être transportés à leur camp d'entraînement. Chaque bus de l'armée peut accueillir 36 soldats. Combien de bus sont nécessaires ?

Exemple présenté dans le corps du texte : personnalisation et résolution (C15PD007) :

Personnalisation :
450 élèves doivent être transportés au centre sportif. Chaque bus de l'école peut accueillir 36 élèves. Combien de bus sont nécessaires ?

Résolution : On a fait le calcul $450 \div 36 = 12,5$ mais on ne peut pas couper un bus en deux donc on ne peut pas mettre 12 ou sinon on n'a pas assez de place. Et comme on a pas pu couper un bus en deux, on a rajouté un bus en plus donc ça fait 13 bus pour transporter les élèves au centre sportif.

Problème personnalisé (C15PD008) :

450 élèves de Waha doivent aller en Angleterre mais chaque car peut accueillir 36 élèves. Combien de car sont nécessaires ?

Analyse de la reformulation :

La dyade a ajouté trois informations descriptives : « de Waha », « Angleterre » et « car ». Il s'agit d'une personnalisation car les élèves de cette école avec enseignement en immersion s'apprêtaient à partir quelques jours en Angleterre. La dyade a rendu la situation du problème plus proche de son quotidien.

Annexe 33 : Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème de la corde (codage 1/0/9)

Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème de la corde (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 1 | | Critères de personnalisation | | | | | | | | | | | | | Total | | | |
|------------------------------|-------|------------------------------|----------|--------|-----------|--------------|--------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 21 | 22 | 22&2 3 | 22&2 3&24 | 22&2 3&26 | 22&2 4 | 22&2 6 | 23 | 24 | 25 | 26 | 88 | | 99 | | |
| PD | 0 | Effectif | 28 | 2 | 3 | 1 | | | 2 | 2 | 1 | | 4 | 1 | 1 | 4 | 49 | |
| | | % | 57,1 % | 4,1 % | 6,1 % | 2 % | | | 4,1 % | 4,1 % | 2 % | | 8,2 % | 2 % | 2 % | 8,2 % | 100 % | |
| | 1 | Effectif | 1 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | | % | 100 % | 0 % | 0 % | 0 % | | | 0 % | 0 % | 0 % | | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 100 % | |
| | 9 | Effectif | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | | % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | | | 0 % | 0 % | 0 % | | 0 % | 0 % | 0 % | 100 % | 100 % | |
| | Total | Effectif | 29 | 2 | 3 | 1 | | | 2 | 2 | 1 | | 4 | 1 | 1 | 5 | 51 | |
| | | % | 56,9 % | 3,9 % | 5,9 % | 2 % | | | 3,9 % | 3,9 % | 2 % | | 7,8 % | 2 % | 2 % | 9,8 % | 100 % | |
| | PI | 0 | Effectif | 33 | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 6 | 3 | | 5 | 62 |
| | | | % | 53,2 % | 9,7 % | 3,2 % | 3,2 % | 1,6 % | 1,6 % | 1,6 % | | 1,6 % | 1,6 % | 9,7 % | 4,8 % | | 8,1 % | 100 % |
| 1 | | Effectif | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 2 | |
| | | % | 100 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | | 0 % | 100 % | |
| 9 | | Effectif | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | 2 | |
| | | % | 50 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | | 50 % | 100 % | |
| Total | | Effectif | 36 | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 6 | 3 | | 6 | 66 | |
| | | % | 54,5 % | 9,1 % | 3 % | 3 % | 1,5 % | 1,5 % | 1,5 % | | 1,5 % | 1,5 % | 9,1 % | 4,5 % | | 9,1 % | 100 % | |

Annexe 34 : Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème des planches (codage 1/0/9)

Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème des planches (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 1 | | Critères de personnalisation | | | | | | | | | | | Total | | |
|------------------------------|-------|------------------------------|----------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|-------|
| | | 1 | 21 | 22 | 22&23&2 4 | 22&24 | 23&24 | 24 | 25 | 26 | 88 | 99 | | | |
| PD | 0 | Effectif | 28 | 2 | 6 | | 1 | | | 2 | 1 | 1 | 3 | 44 | |
| | | % | 63,6 % | 4,5 % | 13,6 % | | 2,3 % | | | 4,5 % | 2,3 % | 2,3 % | 6,8 % | 100 % | |
| | 1 | Effectif | 4 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| | | % | 100,0 % | 0,0 % | 0,0 % | | 0,0 % | | | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 100,0 % | |
| | 9 | Effectif | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | |
| | | % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | | 0,0 % | | | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 100,0 % | 100,0 % | |
| | Total | Effectif | 32 | 2 | 6 | | 1 | | | 2 | 1 | 1 | 6 | 51 | |
| | | % | 62,7 % | 3,9 % | 11,8 % | | 2 % | | | 3,9 % | 2 % | 2 % | 11,8 % | 100 % | |
| | PI | 0 | Effectif | 30 | 8 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 8 | 2 | | 4 | 58 |
| | | | % | 51,7 % | 13,8 % | 5,2 % | 1,7 % | | 1,7 % | 1,7 % | 13,8 % | 3,4 % | | 6,9 % | 100 % |
| 1 | | Effectif | 2 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 1 | 0 | | 0 | 3 | |
| | | % | 66,7 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | | 0,0 % | 0,0 % | 33,3 % | 0,0 % | | 0,0 % | 100 % | |
| 9 | | Effectif | 1 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | 4 | 5 | |
| | | % | 20,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | | 80,0 % | 100,0 % | |
| Total | | Effectif | 33 | 8 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 9 | 2 | | 8 | 66 | |
| | | % | 50 % | 12,1 % | 4,5 % | 1,5 % | | 1,5 % | 1,5 % | 13,6 % | 3 % | | 12,1 % | 100 % | |

Annexe 35 : Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème de l'école (codage 1/0/9)

Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème de l'école (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 1 | | Critères de personnalisation | | | | | | | | | | | | Total | | |
|------------------------------|-------|------------------------------|--------|--------|--------|----------|-------|--------|------|-------|------|------|-------|-------|--------|---------|
| | | 1 | 21 | 22 | 22&23 | 22&23&24 | 22&24 | 22&26 | 23 | 23&24 | 24 | 25 | 26 | | 99 | |
| PD | 0 | Effectif | 25 | 5 | 5 | 3 | | | 1 | | | 1 | 1 | 0 | 2 | 43 |
| | | % | 58,1 % | 11,6 % | 11,6 % | 7,0 % | | | 2,3% | | | 2,3% | 2,3 % | 0,0% | 4,7% | 100 % |
| | 1 | Effectif | 4 | 0 | 2 | 0 | | | 0 | | | 0 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| | | % | 50,0% | 0,0% | 25,0% | 0,0% | | | 0,0% | | | 0,0% | 12,5% | 12,5% | 0,0% | 100,0 % |
| | Total | Effectif | 29 | 5 | 7 | 3 | | | 1 | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 51 |
| | | % | 56,9 % | 9,8 % | 13,7 % | 5,9% | | | 2 % | | | 2 % | 3,9 % | 2 % | 3,9 % | 100 % |
| PI | 0 | Effectif | 25 | 6 | 5 | | 2 | 0 | | 5 | 3 | 3 | | 3 | 11 | 63 |
| | | % | 39,7 % | 9,5 % | 7,9% | | 3,2% | 0,0% | | 7,9% | 4,8% | 4,8% | | 4,8% | 17,5 % | 100 % |
| | 9 | Effectif | 0 | 0 | 0 | | 0 | 1 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 2 | 3 |
| | | % | 0,0% | 0,0% | 0,0% | | 0,0% | 33,3 % | | 0,0% | 0,0% | 0,0% | | 0,0% | 66,7 % | 100 % |
| | Total | Effectif | 25 | 6 | 5 | | 2 | 1 | | 5 | 3 | 3 | | 3 | 13 | 66 |
| | | % | 37,9 % | 9,1 % | 7,6% | | 3,0% | 1,5% | | 7,6% | 4,5% | 4,5% | | 4,5% | 19,7 % | 100 % |

Annexe 36 : Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème du bus (codage 1/0/9)

Réponses données en partie 1 en fonction des critères de personnalisation, par condition, pour le problème du bus (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 1 | | Critères de personnalisation | | | | | | | | | | Total | | |
|------------------------------|----------|------------------------------|--------|--------|-------|-------|------|-------|------|--------|--------|-------|--------|---------|
| | | 1 | 21 | 22 | 22&23 | 22&23 | &24 | 22&24 | 23 | 24 | 25 | | 26 | 99 |
| PD | 0 | Effectif | 6 | 2 | 0 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 15 |
| | | % | 40 % | 13,3 % | 0,0% | 6,7% | | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 26,7 % | 6,7% | 6,7% | 100 % |
| | 1 | Effectif | 19 | 1 | 1 | 0 | | 1 | 2 | 2 | 7 | 1 | 2 | 36 |
| | | % | 52,8 % | 2,8 % | 2,8 % | 0,0% | | 2,8 % | 5,6% | 5,6% | 19,4 % | 2,8% | 5,6% | 100 % |
| | Total | Effectif | 25 | 3 | 1 | 1 | | 1 | 2 | 2 | 11 | 2 | 3 | 51 |
| | | % | 49,0 % | 5,9 % | 2,0 % | 2,0 % | | 2,0 % | 3,9% | 3,9% | 21,6 % | 3,9% | 5,9% | 100 % |
| PI | 0 | Effectif | 8 | 4 | 2 | | 1 | 0 | | 1 | 5 | 2 | 5 | 28 |
| | | % | 28,6% | 14,3 % | 7,1 % | | 3,6% | 0,0% | | 3,6% | 17,9 % | 7,1% | 17,9% | 100 % |
| | 1 | Effectif | 15 | 5 | 1 | | 0 | 1 | | 2 | 6 | 0 | 7 | 37 |
| | | % | 40,5 % | 13,5 % | 2,7 % | | 0,0% | 2,7% | | 5,4% | 16,2 % | 0,0% | 18,9% | 100,0 % |
| | 9 | Effectif | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | % | 0,0% | 0,0% | 0,0% | | 0,0% | 0,0% | | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 100,0% | 100,0% |
| Total | Effectif | 23 | 9 | 3 | | 1 | 1 | | 3 | 11 | 2 | 13 | 66 | |
| | % | 34,8% | 13,6 % | 4,5 % | | 1,5% | 1,5% | | 4,5% | 16,7 % | 3,0% | 19,7% | 100 % | |

Annexe 37 : Exemples de réponses jugées réalistes pour chacun des quatre problèmes (partie 2)

La corde (C6PI001)

Choisis la meilleure réponse parmi les propositions :

- Réponse 1 : Plus de 8 morceaux sont nécessaires.
 Réponse 2 : 8 morceaux sont nécessaires.

Justifie ton choix :

J'ai choisi la réponse n° 1... car pour faire les noeuds il faudra un peu plus de corde.....

- ➡ L'élève sélectionne la proposition réaliste et il justifie cela en faisant référence aux noeuds. Il explique qu'il faudra de davantage de cordes, ce qui est un commentaire réaliste.

Les planches (C2PD009A)

Choisis la meilleure réponse parmi les propositions :

- Réponse 1 : Steve peut faire 10 planches de 1 m.
 Réponse 2 : Steve peut faire 8 planches de 1 m.

Justifie ton choix :

J'ai choisi la réponse n° 1... car il peut couper 50 cm de chaque planche et les assembler : cela fait 2 planches de un m, et ensuite il coupe chaque morceau restant en 2 : cela fait 8 morceaux de 1 m.....

- ➡ L'élève sélectionne la proposition non réaliste mais sa justification témoigne d'un raisonnement réaliste. En effet, il prend en compte les « déchets » de 0,5 m pour reformer deux planches de 1 m.

L'école (C11PD004B)

Choisis la meilleure réponse parmi les propositions :

- Réponse 1 : La distance entre le centre sportif et la gare est de 9 km.
- Réponse 2 : La distance entre le centre sportif et la gare est de 25 km.
- Réponse 3 : La distance entre le centre sportif et la gare est comprise entre 9 km et 25 km.

Justifie ton choix :

J'ai choisi la réponse n°1/2/3 car *ça dépend de l'endroit où se trouve la gare et le centre sportif.*

➔ L'élève sélectionne toutes les réponses. Son raisonnement est réaliste car il mentionne que la distance entre les deux lieux dépend de leur localisation.

Le bus (C4PD004B)

Choisis la meilleure réponse parmi les propositions :

- Réponse 1 : 13 bus sont nécessaires.
- Réponse 2 : 12,5 bus sont nécessaires.
- Réponse 3 : 12 bus sont nécessaires.

Justifie ton choix :

J'ai choisi la réponse n°1 car *normalement 12,5 est la réponse mais on doit arrondir à 13 parce qu'on ne peut pas couper un bus en 2.*

➔ L'élève sélectionne la réponse réaliste. Sa justification témoigne de son raisonnement réaliste car il précise que l'on ne peut pas couper un bus en deux.

Annexe 38 : Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème pour les parties 1 et 2

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème et au total (partie 1) | | | |
|--|-------|-----------|-------------|
| Problème | Code | Fréquence | Pourcentage |
| Corde | 0 | 185 | 96,35 % |
| | 1 | 4 | 2,08 % |
| | 9 | 3 | 1,56 % |
| | Total | 192 | 100 % |
| Planches | 0 | 174 | 90,63 % |
| | 1 | 8 | 4,17 % |
| | 9 | 10 | 5,21 % |
| | Total | 192 | 100 % |
| Ecole | 0 | 174 | 90,63 % |
| | 1 | 15 | 7,81 % |
| | 9 | 3 | 1,56 % |
| | Total | 192 | 100 % |
| Bus | 0 | 68 | 35,42 % |
| | 1 | 123 | 64,06 % |
| | 9 | 1 | 0,52 % |
| | Total | 192 | 100 % |
| TOTAL | 0 | 601 | 78,26 % |
| | 1 | 150 | 19,53 % |
| | 9 | 17 | 2,21 % |
| | Total | 768 | 100 % |

| Catégorisation des réponses (codage 1/0/9) par problème et au total (partie 2) | | | |
|--|-------|-----------|-------------|
| Problème | Code | Fréquence | Pourcentage |
| Corde | 0 | 264 | 91,03 % |
| | 1 | 26 | 8,97 % |
| | Total | 290 | 100 % |
| Planches | 0 | 244 | 84,14 % |
| | 1 | 44 | 15,17 % |
| | 9 | 2 | 0,69 % |
| Total | 290 | 100 % | |
| Ecole | 0 | 260 | 89,66 % |
| | 1 | 29 | 10 % |
| | 9 | 1 | 0,34 % |
| Total | 290 | 100 % | |
| Bus | 0 | 127 | 43,79 % |
| | 1 | 160 | 55,17 % |
| | 9 | 3 | 1,03 % |
| Total | 290 | 100 % | |
| TOTAL | 0 | 895 | 77,16 % |
| | 1 | 259 | 22,33 % |
| | 9 | 6 | 0,52 % |
| Total | 1160 | 100 % | |

Annexe 39 : Exemple de réponse réaliste pour le problème des planches (partie 2)

Choisis la meilleure réponse parmi les propositions :

Réponse 1 : Steve peut faire 10 planches de 1 m.

Réponse 2 : Steve peut faire 8 planches de 1 m.

Justifie ton choix :

J'ai choisi la réponse n° 1... car *même si il y a des demi planches, on quand même en faire une avec 2 demi planches.*

Annexe 40 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème de la corde (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème de la corde (codage 1/0/9) | | | | | |
|--|-------|----------|------------------------------|--------|--------|
| Réponses données en partie 1 | | | Réponses données en partie 2 | | Total |
| Condition | | | 1 | 0 | |
| PD | 0 | Effectif | 7 | 91 | 98 |
| | | % | 7,1 % | 92,9 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 1 | 1 | 2 |
| | | % | 50% | 50% | 100% |
| | 9 | Effectif | 1 | 1 | 2 |
| | | % | 50,0% | 50,0% | 100% |
| | Total | Effectif | 9 | 93 | 102 |
| | | % | 8,8 % | 91,2 % | 100 % |
| PI | 0 | Effectif | 3 | 59 | 62 |
| | | % | 4,8% | 95,2% | 100% |
| | 1 | Effectif | 1 | 1 | 2 |
| | | % | 50% | 50% | 100% |
| | 9 | Effectif | 1 | 1 | 2 |
| | | % | 50,0% | 50,0% | 100,0% |
| | Total | Effectif | 5 | 61 | 66 |
| | | % | 7,6% | 92,4% | 100% |
| RD | 0 | Effectif | 9 | 83 | 92 |
| | | % | 9,8 % | 90,2 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 1 | 1 | 2 |
| | | % | 50% | 50% | 100% |
| | Total | Effectif | 10 | 84 | 94 |
| | | % | 10,6 % | 89,4 % | 100 % |
| RI | 0 | Effectif | 2 | 26 | 28 |
| | | % | 7,1% | 92,9% | 100 % |
| | Total | Effectif | 2 | 26 | 28 |
| | | % | 7,1% | 92,9% | 1 |
| Total | 0 | Effectif | 21 | 259 | 280 |
| | | % | 7,5 % | 92,5 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 3 | 3 | 6 |
| | | % | 50 % | 50 % | 100% |
| | 9 | Effectif | 2 | 2 | 4 |
| | | % | 50 % | 50 % | 100,0% |
| | Total | Effectif | 26 | 264 | 290 |
| | | % | 9,0 % | 91,0 % | 100 % |

Annexe 41 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème des planches (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème des planches (codage 1/0/9) | | | | | | |
|---|----------|----------|------------------------------|--------|--------|-------|
| Réponses données en partie 1 | | | Réponses données en partie 2 | | | Total |
| Condition | | | 1 | 0 | 9 | |
| PD | 0 | Effectif | 8 | 80 | 0 | 88 |
| | | % | 9,1% | 90,9% | 0% | 100% |
| | 1 | Effectif | 6 | 2 | 0 | 8 |
| | | % | 75 % | 25 % | 0% | 100 % |
| | 9 | Effectif | 1 | 4 | 1 | 6 |
| | | % | 16,7% | 66,7% | 16,7% | 100% |
| Total | Effectif | 15 | 86 | 1 | 102 | |
| | % | 14,7 % | 84,3 % | 1 % | 100 % | |
| PI | 0 | Effectif | 9 | 49 | 0 | 58 |
| | | % | 15,5% | 84,5 % | 0% | 100 % |
| | 1 | Effectif | 3 | 0 | 0 | 3 |
| | | % | 100% | 0% | 0% | 100% |
| | 9 | Effectif | 0 | 4 | 1 | 5 |
| | | % | 0% | 80% | 20% | 100% |
| Total | Effectif | 12 | 53 | 1 | 66 | |
| | % | 18,2% | 80,3 % | 1,5% | 100 % | |
| RD | 0 | Effectif | 12 | 78 | | 90 |
| | | % | 13,3% | 86,7 % | | 100 % |
| | 1 | Effectif | 2 | 0 | | 2 |
| | | % | 100% | 0% | | 100% |
| | 9 | Effectif | 1 | 1 | | 2 |
| | | % | 50% | 50% | | 100% |
| Total | Effectif | 15 | 79 | | 94 | |
| | % | 16% | 84 % | | 100 % | |
| RI | 0 | Effectif | 2 | 25 | | 27 |
| | | % | 7,4% | 92,6 % | | 100 % |
| | 9 | Effectif | 0 | 1 | | 1 |
| | | % | 0% | 100% | | 100% |
| | Total | Effectif | 2 | 26 | | 28 |
| | | % | 7,1% | 92,9 % | | 100% |
| Total | 0 | Effectif | 31 | 232 | 0 | 263 |
| | | % | 11,8 % | 88,2 % | 0 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 11 | 2 | 0 | 13 |
| | | % | 84,6 % | 15,4 % | 0 % | 100 % |
| | 9 | Effectif | 2 | 10 | 2 | 14 |
| | | % | 14,3 % | 71,4 % | 14,3 % | 100 % |
| Total | Effectif | 44 | 244 | 2 | 290 | |
| | % | 15,2 % | 84,1 % | 0,7 % | 100 % | |

Annexe 42 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème de l'école (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème de l'école (codage 1/0/9) | | | | | | |
|---|-------|----------|------------------------------|---------|-------|--------|
| Réponses données en partie 1 | | | Réponses données en partie 2 | | | |
| Conditio n | | | 1 | 0 | 9 | Total |
| PD | 0 | Effectif | 5 | 80 | 1 | 86 |
| | | % | 5,8% | 93% | 1,2% | 100% |
| | 1 | Effectif | 7 | 9 | 0 | 16 |
| | | % | 43,8% | 56,3% | 0% | 100% |
| | Total | Effectif | 12 | 89 | 1 | 102 |
| | | % | 11,8% | 87,3% | 1% | 100% |
| PI | 0 | Effectif | 6 | 57 | | 63 |
| | | % | 9,5% | 90,5% | | 100% |
| | 9 | Effectif | 1 | 2 | | 3 |
| | | % | 33,3% | 66,7% | | 100% |
| | Total | Effectif | 7 | 59 | | 66 |
| | | % | 10,6% | 89,4% | | 100% |
| RD | 0 | Effectif | 3 | 83 | | 86 |
| | | % | 3,5% | 96,5% | | 100% |
| | 1 | Effectif | 3 | 5 | | 8 |
| | | % | 37,5% | 62,5% | | 100,0% |
| | Total | Effectif | 6 | 88 | | 94 |
| | | % | 6,4% | 93,6% | | 100% |
| RI | 0 | Effectif | 2 | 23 | | 25 |
| | | % | 8% | 92% | | 100% |
| | 1 | Effectif | 2 | 1 | | 3 |
| | | % | 66,7% | 33,3% | | 100% |
| | Total | Effectif | 4 | 24 | | 28 |
| | | % | 14,3% | 85,7% | | 100% |
| Total | 0 | Effectif | 16 | 243 | 1 | 260 |
| | | % | 6,2 % | 93,5 % | 0 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 12 | 15 | 0 | 27 |
| | | % | 44,4 % | 55,6 % | 0 % | 100 % |
| | 9 | Effectif | 1 | 2 | 0 | 3 |
| | | % | 33,33 % | 66,67 % | 0 % | 100 % |
| | Total | Effectif | 29 | 260 | 1 | 290 |
| | | % | 10 % | 89,7 % | 0,3 % | 100 % |

Annexe 43 : Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème du bus (codage 1/0/9)

| Réponses données en partie 2 en fonction des réponses données en partie 1, par condition, pour le problème du bus (codage 1/0/9) | | | | | | |
|---|----------|----------|------------------------------|--------|-------|-------|
| Réponses données en partie 1 | | | Réponses données en partie 2 | | | |
| Condition | | | 1 | 0 | 9 | Total |
| PD | 0 | Effectif | 7 | 23 | 0 | 30 |
| | | % | 23,3% | 76,7% | 0% | 100% |
| | 1 | Effectif | 51 | 20 | 1 | 72 |
| | | % | 70,8% | 27,8% | 1,4% | 100% |
| | Total | Effectif | 58 | 43 | 1 | 102 |
| | | % | 56,9% | 42,2% | 1,0% | 100% |
| PI | 0 | Effectif | 10 | 17 | 1 | 28 |
| | | % | 35,7% | 60,7 % | 3,6% | 100 % |
| | 1 | Effectif | 24 | 13 | 0 | 37 |
| | | % | 64,9% | 35,1% | 0% | 100% |
| | 9 | Effectif | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | % | 0% | 100% | 0% | 100% |
| Total | Effectif | 34 | 31 | 1 | 66 | |
| | % | 51,5% | 47 % | 1,5% | 100% | |
| RD | 0 | Effectif | 5 | 21 | 0 | 26 |
| | | % | 19,2% | 80,8% | 0% | 100% |
| | 1 | Effectif | 48 | 19 | 1 | 68 |
| | | % | 70,6% | 27,9 % | 1,5% | 100 % |
| | Total | Effectif | 53 | 40 | 1 | 94 |
| | | % | 56,4 % | 42,6 % | 1,1% | 100 % |
| RI | 0 | Effectif | 4 | 8 | | 12 |
| | | % | 33,3% | 66,7% | | 100% |
| | 1 | Effectif | 11 | 5 | | 16 |
| | | % | 68,8% | 31,3% | | 100% |
| | Total | Effectif | 15 | 13 | | 28 |
| | | % | 53,6% | 46,4% | | 100% |
| Total | 0 | Effectif | 26 | 69 | 1 | 96 |
| | | % | 27,1 % | 71,9 % | 1 % | 100 % |
| | 1 | Effectif | 134 | 57 | 2 | 193 |
| | | % | 69,4 % | 29,5 % | 1 % | 100 % |
| | 9 | Effectif | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | % | 0 % | 100 % | 0 % | 100 % |
| Total | Effectif | 160 | 127 | 3 | 290 | |
| | % | 55,2 % | 43,8 % | 1,0 % | 100 % | |