

**LA CALCULATRICE DANS LES CLASSES ROMANDES DE 8<sup>E</sup> ANNÉE :  
PRATIQUES DÉCLARÉES DES ENSEIGNANT•ES ET IMPACT SUR LES  
PROCÉDURES DES ÉLÈVES EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES DIVISIFS**

Sous la direction de Maud Chanudet et Sylvie Coppé

Mémoire de Master en didactique disciplinaire  
(Mathématiques)

Par  
Isaline Ruf

Membres du jury : Maud Chanudet (Université de Genève)  
Sylvie Coppé (Université de Genève)  
Sylvia Coutat (Université de Genève)  
Audrey Daina (Haute école pédagogique du canton de Vaud)

Haute école pédagogique du canton de Vaud, Suisse  
juillet 2023



## **Remerciements**

Je tiens à remercier sincèrement toutes les personnes qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont aidée dans la réalisation de ce travail de fin d'études.

J'adresse mes remerciements les plus chaleureux à mes co-directrices de Mémoire, Maud Chanudet et Sylvie Coppé, qui m'ont suivie, accompagnée et soutenue tout au long de celui-ci. Leur disponibilité, leurs conseils tout comme leurs remarques si pertinentes m'ont été précieux.

Un remerciement tout particulier aux classes ayant participé au test pilote mis en place par l'IRDP : aux enseignant-es qui ont pris du temps pour compléter le questionnaire élaboré dans le cadre de cette étude ainsi qu'à leurs élèves pour leur travail. Je remercie également toute l'équipe *EpRoCom* pour son soutien et son investissement, en particulier Alina Matei pour l'aide apportée pour analyser les données récoltées.

Je souhaite encore remercier de tout cœur Laura Weiss pour ses précieuses relectures et son soutien sans limite tout au long de l'avancée de ce travail. Ses commentaires avisés m'ont permis de le faire évoluer grandement.

## **Résumé :**

Dans le discours d'enseignant·es souvent entendu, la calculatrice est décrite comme « facilitant » la résolution de problèmes, mais peu de recherches récentes en ont formellement fait un objet d'étude. Le présent travail, composé de deux volets, s'est intéressé à cet outil de calcul. Le premier interroge l'usage qui en est fait en 8<sup>e</sup> année primaire (élèves de 11-12 ans) en Suisse romande et vise à connaître sa fréquence d'utilisation ainsi que les occasions auxquelles les élèves peuvent y avoir recours (par exemple pour quelles tâches la machine est utilisée). Les pratiques déclarées de 51 enseignant·es ont été récoltées au moyen d'un questionnaire élaboré à cette fin. Quant au second volet, il porte sur les procédures et erreurs observées dans des productions d'élèves ayant réalisé deux problèmes divisifs de structure mathématique similaire, l'un avec et l'autre sans la calculatrice. Le but est d'examiner comment la disponibilité de cet outil de calcul peut influencer (ou non) la manière dont les élèves les résolvent. Les données récoltées s'inscrivent dans le cadre d'un projet plus large mené par l'Institut de recherche et de documentation pédagogique (IRDp). À l'occasion d'un test pilote mis sur pied par l'IRDp au printemps 2023, des élèves de 8<sup>e</sup> année issu·es de tous les cantons romands ont été amené·es à réaliser plusieurs tâches de résolution de problèmes dont deux font l'objet de notre étude. Les productions de 176 élèves sur chacune de ces deux tâches ont ainsi été analysées et codées.

Nos analyses ont mis en avant une faible utilisation de la calculatrice dans les classes romandes de 8<sup>e</sup> année. La majorité des enseignant·es la mettent « rarement » à disposition, la principale raison invoquée étant sa non-pertinence au regard des tâches proposées, les problèmes soumis à leurs élèves mettant en jeu de petits nombres. Au niveau des procédures mises en œuvre par les élèves pour résoudre les tâches proposées selon que la calculatrice était ou non autorisée, nos résultats semblent montrer une certaine influence de cette dernière sur la procédure à laquelle il est fait recours. Sur l'échantillon considéré, les élèves sont nombreux·euses à changer de procédure pour résoudre les deux problèmes, autrement dit en fonction de la disponibilité de la calculatrice les procédures utilisées sont souvent différentes. Néanmoins, la tâche elle-même semble encore plus déterminante. Quant aux erreurs observées, sans grande surprise, la calculatrice a avant tout un impact positif sur le taux des erreurs de calcul.

**Mots-clés :** calculatrice, pratiques enseignantes, problèmes divisifs, procédures, école primaire

## Table des matières

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Cadrage théorique</b> .....	<b>3</b>
1.1. Des cailloux à la calculatrice .....	3
1.2. Bref historique de la place de la calculatrice à l'école primaire en Suisse romande.....	5
1.3. L'usage de la calculatrice à l'école primaire .....	10
1.4. La résolution de problèmes.....	13
1.4.1. Les problèmes divisifs .....	16
<b>2. Méthodologie</b> .....	<b>20</b>
2.1. Contexte.....	20
2.2. Dispositif de recherche .....	20
2.2.1. Premier volet d'étude : questionnaire aux enseignant·es .....	20
2.2.2. Second volet d'études : résolution de problèmes divisifs .....	22
<b>3. Présentation des résultats</b> .....	<b>24</b>
3.1. Panorama de l'utilisation de la calculatrice dans les classes de 8 <sup>e</sup> année en Suisse romande .....	24
3.1.1. Équipement .....	24
3.1.2. Sentiment d'aisance personnelle des enseignant·es par rapport à l'utilisation de la ou des calculatrices à disposition dans la classe.....	26
3.1.3. Fréquence d'utilisation de la calculatrice.....	27
3.1.4. Enseignant·es qui n'autorisent que « rarement » ou « jamais » la calculatrice.....	28
3.1.5. Enseignant·es qui autorisent « à chaque séance » ou « souvent » la calculatrice pour un ou plusieurs thèmes .....	30
3.2. Présentation et analyse a priori des deux problèmes soumis à l'étude .....	44
3.2.1. Long couloir.....	45
3.2.2. Poterie .....	46
3.2.3. Analyse <i>a priori</i> : procédures possibles.....	46
3.2.4. Hypothèses de recherche.....	48
3.3. Analyses qualitatives et quantitatives des productions des élèves.....	49
3.3.1. Procédures mises en œuvre .....	51
3.3.2. Réussite.....	65
3.3.3. Difficulté perçue par les élèves.....	67
3.3.4. Erreurs observées .....	69
<b>Conclusion</b> .....	<b>76</b>

Liste des références .....	80
Annexes .....	83
Annexe 1 : Tâche des nouveaux MER de 7e année (chapitre Opérations / Multiplication et division)	83
Annexe 2 : Réponses au questionnaire .....	84
Annexe 2.1 : Statut et fréquence d'utilisation de la calculatrice .....	84
Annexe 2.2 : Sentiment d'aisance personnelle et fréquence d'utilisation de la calculatrice .....	86
Annexe 2.3 : Mise à disposition de la calculatrice pour une tâche donnée .....	87
Annexe 3 : Procédures et erreurs envisagées <i>a priori</i> .....	89
Annexe 3.1 : Procédures et erreurs envisagées <i>a priori</i> pour le problème « Long couloir » .....	89
Annexe 3.2 : Procédures et erreurs envisagées <i>a priori</i> pour le problème « Poterie » .....	95
Annexe 4 : Questionnaire destiné aux enseignant·es sur leurs pratiques en classe de mathématiques, plus particulièrement sur les usages de la calculatrice avec leurs élèves de 8 <sup>e</sup> année .....	99
Annexe 5 : Questionnaire destiné aux élèves de 8 <sup>e</sup> année sur leur utilisation de la calculatrice en classe de mathématiques .....	109
Annexe 6 : Grilles de codage .....	110
Annexe 6.1 : Grille de codage pour le problème <i>Long couloir</i> .....	110
Annexe 6.2 : Grille de codage pour le problème <i>Poterie</i> .....	111

## Introduction

La résolution de problèmes en mathématiques a pris une place toujours plus importante à l'école. En Suisse romande, en atteste le curriculum, par exemple à travers le premier chapitre de chaque axe thématique spécifique aux mathématiques intitulé "Éléments pour la résolution de problèmes" (Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP), 2010c). L'évaluation des compétences à résoudre des problèmes étant reconnue difficile, les enseignant·es romand·es sont soutenu·es dans cette tâche par l'Institut de recherche et documentation pédagogique (IRDp). Celui-ci leur met à disposition des exemples de problèmes évaluatifs en mathématiques, issus d'évaluations cantonales externes, destinés à des élèves de 8<sup>e</sup> année HarmoS (élèves âgé·es de 11-12 ans). Nous participons à ces travaux dans le cadre de notre emploi à l'IRDp.

En amont de cette mise à disposition, les problèmes évaluatifs sont éprouvés lors de tests pilotes. Dans le but d'en tester de nouveaux, un test pilote a été mis sur pied au printemps 2023, lors duquel les élèves avaient la calculatrice à disposition pour certaines tâches. C'est ce qui nous a conduit à nous interroger sur l'usage de cet outil de calcul à l'école primaire, ce d'autant que, comme le soulignent Rabatel et Martinez (2017), les travaux de recherche sur ce sujet restent rares, tant en France qu'à l'étranger. L'apparition de la calculatrice en milieu scolaire vers la fin des années 70 ayant été accompagnée de réticences voire de craintes, notamment de la part des enseignant·es, il nous intéressait plus particulièrement de savoir comment la calculatrice est actuellement intégrée à l'enseignement des mathématiques en Suisse romande. À quelle fréquence est-elle mise à disposition des élèves de 8<sup>e</sup> année ? Pour quels types de tâches ? Afin de répondre à ces questions, nous avons décidé de nous intéresser, dans le premier volet de cette étude, aux pratiques déclarées des enseignant·es quant à leur utilisation de la calculatrice en classe. À cette fin, nous avons élaboré un questionnaire destiné aux enseignant·es des 56 classes prétestées.

Le second volet de notre recherche porte plutôt sur les élèves. Le test pilote leur soumettant certains problèmes en leur donnant parfois accès à la calculatrice nous a amené à examiner de quelle manière le fait d'avoir cet outil de calcul à disposition influence la manière dont ils et elles les résolvent. Autrement dit, quel est l'impact de l'usage de la calculatrice sur l'activité des élèves en résolution de problèmes ? Pour étudier cette question, nous avons proposé à chaque élève deux problèmes divisifs, dont la structure mathématique et les valeurs numériques sont proches, l'un avec et l'autre sans la calculatrice.

Dans ce travail, nous nous intéresserons tout d'abord à « l'histoire » de la calculatrice, en particulier à sa place à l'école primaire en Suisse romande. Nous traiterons ensuite de la résolution de problèmes, en mettant l'accent sur les problèmes divisifs. Après avoir présenté notre dispositif de recherche, comprenant les deux volets mentionnés ci-dessus, nous montrerons dans un premier temps comment la calculatrice est présentement utilisée dans les classes romandes de 8<sup>e</sup> année sur

la base de l'analyse descriptive des réponses des enseignant·es au questionnaire. Dans un deuxième temps, nous exposerons les résultats qualitatifs et quantitatifs obtenus grâce à l'analyse des productions des élèves pour les deux problèmes divisifs ayant fait l'objet de cette étude. Enfin, dans la conclusion de ce travail, nous reviendrons sur les limites de notre recherche et proposerons quelques perspectives.



# 1. Cadrage théorique

## 1.1. Des cailloux à la calculatrice

« Machine électronique qui effectue des calculs », telle est la définition de la calculatrice proposée par Le Robert<sup>1</sup>. Ce n'est pourtant pas le premier instrument de calcul inventé par l'Homme, bien au contraire. Ci-après, nous allons brièvement présenter l'« histoire » du calcul, dont a peu à peu découlé le développement des machines à calculer.

Le mot « calcul » vient du latin *calculus*, ce qui signifie petit caillou. Sa genèse est certainement liée au fait que, initialement, pour effectuer des calculs, des cailloux (ou autres petits objets, par exemple des coquillages) étaient utilisés et manipulés. Entre le 5<sup>e</sup> et le 4<sup>e</sup> siècle avant J.-C., le poète grec Aristophane écrivait : « Pour commencer, calcule grossièrement... [...] mais non, pas avec des cailloux ! sur tes doigts ! ... le montant global des tributs que nous versent les cités alliées » (Aristophane, 1997, p. 308). Cet extrait montre selon toute vraisemblance que le recours aux cailloux était avant tout réservé pour des calculs complexes, les calculs plus simples étant réalisés à l'aide des doigts, et ce de manière courante. À l'origine, de tels artefacts servaient en premier lieu à dénombrer (le nombre d'animaux d'un troupeau par exemple), grâce à une correspondance terme à terme. Les objets utilisés se sont ensuite différenciés afin de leur assigner des valeurs différentes, de manière à ne plus avoir à manipuler un ensemble trop conséquent de cailloux. Puis, ce n'est plus l'apparence des cailloux ou autres objets qui permettait d'en différencier la valeur, mais leur positionnement : c'est la naissance des abaqués. Ce terme « désigne tous les instruments dans lesquels on place des petits objets identiques (cailloux, jetons, boules...) sur des colonnes, des lignes ou des tiges parallèles matérialisées sur un support plan, de manière à représenter des nombres et à calculer sur eux » (Tournès, 2016).

Créés notamment pour aider l'Homme à calculer et réduire l'effort intellectuel pour ce faire (en particulier celui de garder en mémoire des résultats partiels), ces instruments de calcul peuvent être regroupés en deux catégories principales : les abaqués à jetons, surtout utilisés en Occident, et les bouliers, employés avant tout en Orient. Leur principale différence réside dans le fait que, dans le premier cas, un nombre illimité de jetons peuvent être placés sur les lignes ou colonnes représentées, alors que dans le second le support restreint le nombre de boules qu'il est possible de glisser sur les tiges.

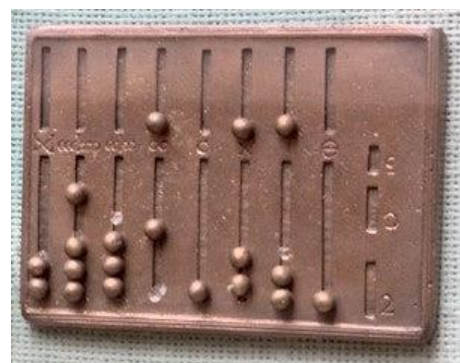


Figure 1 Boulier romain

(Source : [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0334/2611/2652/files/RomanAbacusRecon\\_large.jpg?v=1585558505](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0334/2611/2652/files/RomanAbacusRecon_large.jpg?v=1585558505))

<sup>1</sup> Source : <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/calculatrice>

En Chine, les abaques sont utilisés pour des calculs bien plus complexes que les seules quatre opérations (Tournès, 2016). En font par exemple partie l'extraction des racines carrées et cubiques ou encore le calcul avec des nombres décimaux. Durant plus de deux millénaires, c'est à cet instrument de calcul que l'on a eu le plus recours (l'utilisation d'un abaque à jetons pour réaliser des calculs était prédominante depuis l'Antiquité – par les commerçants, les comptables... – et a perduré en Occident jusqu'à la fin du 18<sup>e</sup> siècle).

Un nouvel instrument de calcul voit le jour dans les années 1645 : la Pascaline. Il s'agit d'une machine à calculer mécanique inventée par le mathématicien français Blaise Pascal, laquelle est considérée comme la première calculatrice. Elle permet d'additionner et de soustraire deux nombres, et d'effectuer des multiplications et des divisions par additions respectivement soustractions répétées.



Figure 2 Pascaline, première machine à calculer

(Source : <https://img.lelivrescolaire.fr/upload/books/3000.10-lecl-doc1-pascaline-copy.jpg>)

C'est le début du calcul mécanique : le développement des machines à calculer était lancé. Dès lors, de nouveaux modèles, de plus en plus performants et avec toujours plus de fonctionnalités, ne cessent d'être inventés. C'est par exemple le cas de la machine développée par le mathématicien et scientifique allemand Leibniz vers la fin du 17<sup>e</sup> siècle, laquelle est également capable d'effectuer de façon automatique des multiplications et des divisions. L'évolution se poursuit, et l'allure de ces instruments de calcul progresse. Autour des années 1850, les premiers calculateurs à touches (autrement dit avec clavier) apparaissent. L'arithmomètre, élaboré par le Français Charles-Xavier



Figure 3 Arithmomètre (calculateur avec clavier)

(Source : [https://p1.liveauctioneers.com/364/33758/13714850\\_1\\_x.jpg?version=1350816324&width=512&format=jpg&auto=webp](https://p1.liveauctioneers.com/364/33758/13714850_1_x.jpg?version=1350816324&width=512&format=jpg&auto=webp))

Thomas (plus connu sous le nom de Thomas de Colmar), fait partie de ses précurseurs. Il s'agit d'ailleurs de la première machine à calculer à avoir été industrialisée. En effet, elle a été produite en série et vendue dans le monde entier.

Arrivent ensuite les calculatrices électroniques, « descendantes » des premiers ordinateurs et capables de réaliser des opérations selon une programmation. C'est leur miniaturisation, dans le courant des années 1970, qui va leur faire prendre le pas sur les calculatrices mécaniques.

Actuellement, il existe une impressionnante variété de calculatrices, allant de la machine à calculer simple, se limitant aux quatre opérations, aux calculatrices scientifiques ultrasophistiquées, permettant de résoudre une équation, calculer une dérivée ou encore trouver une primitive. Cet instrument de calcul, désormais omniprésent et intégré aux ordinateurs, aux téléphones portables,

aux tablettes..., a remplacé de nombreux outils, à l'image des tables trigonométriques, de racines, de logarithmes ou encore de la règle à calcul.

Somme toute, le calcul instrumenté ne date pas d'hier. Est à entendre par calcul instrumenté tout calcul effectué à l'aide d'un instrument de calcul : calculatrice, tableur, logiciel, etc. Si de nos jours la calculatrice fait partie intégrante de notre quotidien, quelle est sa place en milieu scolaire ? C'est l'objet de la partie qui suit.

## **1.2. Bref historique de la place de la calculatrice à l'école primaire en Suisse romande**

De nos jours, la calculatrice est devenue un outil répandu, accessible à tous. Si son utilisation à des fins personnelles (et professionnelles) s'est rapidement généralisée, son intégration en milieu scolaire pour des activités mathématiques a pris plus de temps (Floris, 2005). Trouche (2005) cite d'ailleurs Chevallard qui « constate [...] l'écart entre la pénétration sociale et la pénétration scolaire des outils informatiques » (p. 96). Dans cette partie sont présentées les principales étapes de son introduction au niveau de la scolarité obligatoire en Suisse romande, et plus particulièrement en ce qui concerne sa présence dans des textes officiels et moyens d'enseignement communs à l'ensemble des cantons romands au niveau du primaire.

Apparue dans les années 1970, la calculatrice électronique de poche est tout d'abord rare et onéreuse. Il n'est ainsi pas étonnant de constater qu'elle ne figure pas (encore) dans les premiers plans d'études romands de ces années<sup>2</sup>. Néanmoins, ce nouvel outil suscite curiosité et intérêt et, comme l'indiquent Jaquet et Pochon (2005), « dès l'apparition de la calculatrice, on relève, en Suisse romande, des expérimentations sur le fonctionnement de la machine [et] des réflexions de plus en plus fines sur les apports pédagogiques de l'outil » (p. 50). Ces auteurs qualifient d'ailleurs la période des mathématiques modernes (de 1970 à 1995 environ) d'« expérimentale » (p. 46) au regard de la calculatrice. C'est en effet durant cette période que ce nouvel instrument de calcul, source de nombreux questionnements, est testé par tâtonnement en milieu scolaire afin d'en évaluer l'impact.

À la fin des années septante, les prix commencent à diminuer et la calculatrice devient peu à peu abordable (Pochon, 2005). À partir de ces années débute une période où l'institution scolaire commence à questionner et à se positionner quant à sa place dans les classes (et dans l'enseignement). À ce moment-là, « la calculatrice n'est pas retenue pour sa capacité à calculer, car aucune institution ne veut renoncer au calcul écrit. Elle est alors plus utilisée pour l'estimation, les opérations avec de grands nombres et la vérification de calculs » (Schaub, 2009, p. 2). C'est en 1982, dans la version de consultation du plan d'études commun pour les trois dernières années de

---

<sup>2</sup> En 1972, un premier plan d'études commun (le « CIRCE I » pour les degrés 1 à 4, actuelles 3<sup>e</sup> à 6<sup>e</sup> années HarmoS) est adopté par la Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP), suivi par celui pour les degrés 5 et 6 (le « CIRCE II », actuelles 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> années HarmoS) en 1979. (CIIP, 2010d)

la scolarité obligatoire (actuelles 9<sup>e</sup> à 11<sup>e</sup> années HarmoS), le CIRCE III (adopté en 1986 par tous les cantons romands), que la calculatrice apparait sous la rubrique « instruments » (tout comme le compas, l'équerre, le rapporteur ou encore les formulaires) (Jaquet & Pochon, 2005). Dans ces programmes-cadres, elle est mentionnée dans les objectifs de mathématiques de la seconde catégorie<sup>3</sup>, parmi les outils mathématiques de base où il est précisé que l'élève doit être capable d'« utiliser une calculatrice de poche » (Commission intercantonale romande de coordination de l'enseignement (CIRCE), 1986, p. 30). Cette même année, un rapport de l'Office de recherche et de planification pédagogique, faisant suite à une expérimentation menée dans le canton de Berne de 1979 à 1981, arrivait à la conclusion suivante :

*La CP [calculatrice de poche] facilite la réalisation des objectifs du programme de mathématiques, ... , ne doit pas apporter de modifications importantes aux programmes (l'aisance dans le calcul mental reste nécessaire pour estimer le résultat d'une opération), ... que le moment le plus opportun pour une introduction généralisée de la CP se situe vers le début de la 8e année scolaire, ... , que la présentation occasionnelle d'exercices spécifiques aux diverses fonctions de la CP au fur et à mesure des besoins est la méthode la plus efficace, ...*  
(Ferrario, 1982, cité dans Jaquet & Pochon, 2005, p. 49)

Dans ces mêmes années, la calculatrice point très discrètement à l'école primaire dans les moyens d'enseignement officiels pour les 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> années<sup>4,5</sup> (actuelles 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> années HarmoS) lors de leur réédition en 1984 et 1985, tout en gardant un statut d'instrument. Elle est par exemple proposée dans le livre du maître de 5<sup>e</sup> année pour une activité sur le thème de la division, précautionneusement accompagnée de la mention « Directives cantonales réservées » (Jaquet & Pochon, 2005, p. 49). Dans le moyen pour la 6<sup>e</sup> année, la calculatrice va même jusqu'à faire son apparition dans le livre de l'élève. Elle y est notamment présentée comme un « instrument privilégié pour le thème des "opérations dans IR" » (p. 50). Tout d'abord intégré aux pratiques du secondaire I (cycle 3)<sup>6</sup>, sans qu'il n'existe pour autant d'instructions ou recommandations romandes, l'usage de la calculatrice s'étend donc ensuite timidement à l'école primaire à travers les moyens d'enseignement des deux dernières années du cycle 2.

En mars 1992, Gnaegi établit un panorama de la situation des calculatrices de poche en milieu scolaire romand. À cette période, au niveau primaire, la calculatrice est autorisée dans les cantons de Berne et Neuchâtel, admise dans les cantons de Vaud (dès la 6<sup>e</sup> année) et de Genève, fait « partie

---

<sup>3</sup> Les objectifs de catégorie I relèvent du « développement des aptitudes » (aptitudes à la recherche, aptitudes à l'analyse, logique du raisonnement, objectivité du jugement et langage précis) et ceux de catégorie II d'« acquisition de connaissances » (Commission intercantonale romande de coordination de l'enseignement (CIRCE), 1986).

<sup>4</sup> Dans ce travail, l'ancienne nomenclature en ce qui concerne les degrés scolaires est signalée par l'italique, permettant ainsi de les distinguer des degrés HarmoS.

<sup>5</sup> Chastellain, M., Jaquet, F. & Michlig, Y. (1984-1985). *Mathématiques cinquième/sixième année*. - [S.l.] : Office romand des éditions du matériel scolaire.

<sup>6</sup> C'est en effet dans les moyens d'enseignement pour le secondaire I publiés de 1986 à 1989 par le canton de Neuchâtel (et adoptés ensuite par ceux de Berne, du Jura et en partie par le Valais) qu'un chapitre spécifique traitant de la calculatrice intègre pour la première fois une collection romande (Jaquet & Pochon, 2005).

de l'environnement quotidien des élèves » (p. 7) dans le canton du Jura, elle n'est pas autorisée dans les cantons du Valais et du Tessin et n'est pas utilisée dans le canton de Fribourg. On constate donc que la (non-)utilisation de la calculatrice, parfois formalisée dans des textes législatifs ou les directives des plans d'études, est alors encore très disparate.

Le premier texte romand officiel sur la calculatrice apparaît avec la nouvelle réforme (de 1994 à 2004) dans les *commentaires didactiques des moyens d'enseignement romands COROME « Mathématiques 1P-4P<sup>7</sup> »* (actuelles 3<sup>e</sup> à 6<sup>e</sup> années HarmoS), publiés en 1997. Rédigé de 1994 à 1996, il présente la calculatrice comme un outil de calcul, au même titre que les répertoires mémorisés, le calcul réfléchi et les algorithmes de calcul (Jaquet & Pochon, 2005). Trois fonctions lui sont attribuées pour l'élève. Elle est :

- 1) « un moyen de réaliser des calculs qu'il ne pourrait pas mener à terme seul, car il n'en maîtrise pas encore toutes les difficultés algorithmiques »,
- 2) « un instrument de vérification [...] [qui] augmente l'autonomie de l'élève, du point de vue du calcul, en lui donnant des possibilités d'autoévaluation de ses capacités personnelles et de sa maîtrise des opérations arithmétiques » et
- 3) un « objet d'observation et de recherche [...] [avec] ses règles de fonctionnement [...] source de nombreux défis et énigmes ».

(Gagnebin, Guignard & Jaquet, 1998, p. 142)

Malgré ces pages théoriques ou recommandations officielles, les moyens d'enseignement romands « Mathématiques 1P à 4P<sup>8</sup> » ne suggèrent aucune activité spécifique sur la calculatrice. « Aucune allusion n'y est faite dans les documents de l'élève, ni évidemment dans les commentaires correspondants des livres du maître » (Jaquet & Pochon, 2005, p. 52).

La calculatrice est mentionnée pour la deuxième fois dans un document officiel romand en 1997 : il s'agit du Plan d'études romand de mathématiques, texte législatif signé par la Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). La calculatrice est alors intégrée au curriculum, et sa place y est renforcée en tant qu'outil (Jaquet & Pochon, 2005). En effet, dans le domaine intitulé « Opérations, fonctions et linéarité », il est attendu de l'élève qu'il ou elle sache « choisir l'outil de calcul le mieux adapté à la situation et à ses propres compétences ». Dans une autre rubrique, il est encore stipulé que l'élève doit être capable d'« accepter ou refuser l'affichage d'un résultat par estimation de l'ordre de grandeur ou la connaissance des propriétés des opérations » (CIIP, 1997). Dans les moyens *Mathématiques 3P/4P<sup>9</sup>*, quelques pages du livre du maître sont consacrées à cet outil et à son usage. Ces indications rejoignent les précédentes et

---

<sup>7</sup> Gagnebin, A., Guignard, N. & Jaquet, F. (1997). *Apprentissage et enseignement des mathématiques : commentaires didactiques sur les moyens d'enseignement pour les degrés 1 à 4 de l'école primaire*. Neuchâtel : COROME.

<sup>8</sup> Ging, E., Sauthier, M.-H. & Stierli, E. (1996-1997). *Collection Mathématiques 1P/2P*. Neuchâtel : COROME.  
Danalet, C., Dumas, J.-P., Studer, C. & Villars-Kneubühler, F. (1998-1999). *Collection Mathématiques 3P/4P*. Neuchâtel : COROME.

<sup>9</sup> Danalet, C., Dumas, J.-P., Studer, C. & Villars-Kneubühler, F. (1998-1999). *Collection Mathématiques 3P/4P*. Neuchâtel : COROME.

traitent du choix de l'outil au regard du calcul à réaliser, de l'usage de la calculatrice en lui-même ainsi que de la vérification d'un résultat à l'aide de la calculatrice. Elles insistent notamment sur l'importance du rôle de l'enseignant-e quant au choix de l'outil de calcul :

*Il doit aider l'élève dans ce choix, en discuter avec lui, expliquer pourquoi et dans quelles circonstances le calcul réfléchi est beaucoup plus sûr et plus rapide que l'usage de la calculatrice. [...] Le maître doit aussi contrôler que l'usage de la calculatrice ne contrarie pas l'acquisition de connaissances et de compétences calculatoires. Par exemple, l'instrument devrait être mis à l'écart durant les phases d'entraînement au calcul algorithmique, d'acquisition de certains automatismes, de mémorisation des répertoires additifs et soustractifs.*  
(Jaquet & Pochon, 2005, pp. 51-52)

Malgré cet étayage, curieusement, aucune activité spécifique sur la calculatrice ne se retrouve dans le livre de l'élève pour les degrés concernés. C'est peu de temps après, dans les moyens d'enseignement « Mathématiques 5P/6P<sup>10</sup> » que la calculatrice intègre également les documents de l'élève. Dans le livre du maître (soit la méthodologie), outre sa fonction d'instrument de calcul d'une part pour effectuer des opérations fastidieuses, d'autre part pour valider des résultats, une nouvelle fonction principale y est relevée, à savoir un objet d'investigation scientifique, permettant par exemple la découverte de nouveaux nombres (Chastellain, 2002). Une activité visant à amener les nombres rationnels demande par exemple à l'élève de compléter une multiplication lacunaire (... x 6 = 46) sans pouvoir utiliser la touche « : ». Jaquet et Pochon (2005) relèvent aussi d'autres activités « où la calculatrice est à l'origine d'un problème et non un instrument banalisé de calcul ou de vérification, avec à la clé une intention didactique bien claire pour l'approche d'un concept nouveau ou pour son renforcement » (p. 52).

Dans le plan d'études romand (PER) actuel (CIIP, 2010c), entré en vigueur en 2011, la calculatrice est toujours présentée comme un outil de calcul<sup>11</sup>, comme c'était déjà le cas dans le curriculum qui l'a précédé, et suivant la même ligne que les *commentaires didactiques des moyens d'enseignement romands COROME « Mathématiques 1P-4P »* évoqués plus haut. Dans l'axe thématique *Opérations* (CIIP, 2010b), elle fait même l'objet d'un chapitre entier (intitulé « Calculatrice »), et ce dès le cycle 2. On y retrouve des éléments déjà présents dans le précédent plan d'études romand de mathématiques. Parmi ses fonctions figurent par exemple celles d'exécution de calculs fastidieux et de vérification d'un résultat<sup>12</sup>. S'y ajoutent des connaissances concernant les fonctionnalités de base de cet outil<sup>13</sup> ainsi que l'« observation de l'ordre dans lequel la calculatrice effectue les

---

<sup>10</sup> Chastellain, M. & Jaquet, F. (2001). *Mathématiques cinquième année : livre de l'élève*. (Edition 1984 revue et corrigée). Neuchâtel : COROME.

Chastellain, M. (2022). *Mathématiques sixième année : livre de l'élève*. (Edition 1985 revue et corrigée). Neuchâtel : COROME.



<sup>11</sup> « Utilisation d'outils de calculs appropriés : calcul réfléchi, algorithmes, répertoire mémorisé, calculatrice » (CIIP, 2010b).

<sup>12</sup> « Utilisation de la calculatrice dans des situations où l'aspect calculatoire est secondaire, pour vérifier le résultat d'un calcul ou pour effectuer des calculs complexes » (CIIP, 2010b).

<sup>13</sup> « Connaissance des fonctions de base d'une calculatrice : mise en marche et arrêt, quatre opérations de base, reprise de la réponse précédente, effacement et corrections, emploi des parenthèses » (CIIP, 2010b).

opérations  $(30-(3+4x6), \dots)$  » (CIIP, 2010b). Au niveau des nouveaux moyens d'enseignement romands (MER) de mathématiques, publiés de manière échelonnée dès 2018 pour les premiers degrés (CIIP, 2018a), différents contextes d'utilisation sont présentés dans les commentaires qui les accompagnent (sur l'Espace des moyens d'enseignement romands (ESPER)). Il s'agit de l'exécution d'un calcul dont l'élève ne maîtrise pas encore la technique ou qui est fastidieux, la confrontation d'une estimation au résultat exact, l'approfondissement de certaines notions ainsi que l'utilisation de la calculatrice en tant qu'outil de simulation (CIIP, 2018c). Il y est bien précisé que

Pour chaque situation, l'enseignant doit déterminer si la calculatrice doit être proscrite (par exemple lors de l'entraînement des autres outils de calcul), utile (par exemple pour vérifier des calculs exécutés à l'aide d'algorithmes, pour gérer l'hétérogénéité des élèves...) ou indispensable (quand on veut introduire une nouvelle opération, ...). [...] Tout l'enjeu est de proposer une utilisation « intelligente » de la calculatrice. Cet outil doit être perçu comme une variable didactique des activités et problèmes proposés aux élèves. » (CIIP, 2018c)

La calculatrice fait ainsi partie intégrante de ces nouveaux moyens (dès la 4<sup>e</sup> année HarmoS). Beaucoup d'activités numériques sont notamment accompagnées d'un logo ( ou ) spécifiant si l'utilisation de cet outil de calcul est nécessaire ou, au contraire, interdite. Lorsqu'aucun pictogramme ne figure sur l'activité, il revient à l'enseignant·e de décider de l'autoriser ou non, « en lien avec l'enjeu de l'activité ou pour gérer l'hétérogénéité des élèves » (CIIP, 2018b). Dans certains cas, les commentaires des activités destinés aux enseignant·es précisent si la calculatrice est par exemple indispensable ou si elle peut être utile. De manière générale, dans ces nouveaux MER de mathématiques, la calculatrice est utilisée comme outil de calcul, comme indiqué par le PER<sup>14</sup>. Bien plus rares sont les activités où la calculatrice en est au centre. L'activité de 7<sup>e</sup> année intitulée *Sur ta calculatrice*<sup>15</sup> (voir annexe 1) en est un exemple : il s'agit d'une activité spécifique sur cet outil.

En somme, après des périodes où elle faisait beaucoup parler d'elle et d'autres où elle se faisait plus discrète, la calculatrice a désormais intégré curriculum et tâches proposées aux élèves, et « les programmes d'enseignement essaient de promouvoir l'utilisation de [cet outil] » (Trouche, 2002, p. 21). Comme le soulignaient déjà Jaquet et Pochon en 2005, « tantôt proposée comme instrument de calcul, tantôt expérimentée comme support à la découverte et à l'apprentissage, elle a finalement trouvé une place dans les plans d'études et moyens d'enseignement. C'est actuellement un outil de calcul reconnu officiellement à tous les niveaux » (p. 55). Il semble en effet qu'elle est aujourd'hui avant tout utilisée comme outil de calcul (et beaucoup moins comme outil de recherche, dont l'usage viserait une intention didactique ou des apprentissages mathématiques spécifiques).

---

<sup>14</sup> « Utilisation d'outils de calculs appropriés : calcul réfléchi, algorithmes, répertoire mémorisé, calculatrice » (CIIP, 2010b).

<sup>15</sup> Pour plus d'informations concernant cette activité, voir [https://www.ciip-esper.ch/#/sequence/177/activite/3763/ressource/TYPE\\_MATH\\_ACTIVITE](https://www.ciip-esper.ch/#/sequence/177/activite/3763/ressource/TYPE_MATH_ACTIVITE)

### 1.3. L'usage de la calculatrice à l'école primaire

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, depuis son apparition dans les années septante, la place de la calculatrice de poche en milieu scolaire s'est définie et précisée au fil des années. Désormais, son utilisation fait partie intégrante des attentes du curriculum romand dès le cycle 2, et elle a également pleinement intégré les (nouveaux) moyens d'enseignement romands de mathématiques dès l'école primaire. Néanmoins, malgré les intentions exprimées à travers les discours officiels (textes institutionnels ou théoriques) pour *promouvoir* la calculatrice en classe de mathématiques, les pratiques effectives n'en sont pas (forcément) le reflet. Comme le soulignent Assude et Loisy (2009), « un certain nombre de travaux internationaux ont constaté qu'il existe un écart important entre la volonté politique et institutionnelle d'intégrer les technologies numériques à l'école et les pratiques effectives en classe » (p. 9). Bien que la calculatrice figure dans le curriculum officiel depuis plus d'une vingtaine d'années, « [son] intégration dans les classes est encore négligeable » (p. 9). Pour le cas de la France, en témoigne un rapport ministériel datant de 2000 (cité dans Trouche, 2002), relevant que « malgré les appels récurrents (depuis bientôt vingt ans) à s'emparer de ce nouvel outil (calculatrice ou ordinateur), beaucoup de professeurs [de classe de seconde] ne se sentent pas à l'aise pour l'intégrer dans leur enseignement » (p. 32). En 2018, Poisard indique toujours que « l'intégration des calculatrices à l'école nous semble ne pas encore être finalisée » (p. 2). Charnay (2002) parle d'« inquiétude soulevée par l'introduction des calculatrices dès le début de l'école primaire » (p. 410) tandis que Bruillard relève, déjà en 1992-1993, la « méfiance [des instituteur·trices français·es] vis-à-vis des calculettes et leur volonté d'en contrôler et d'en limiter l'usage » (p. 67). Ce d'autant que certain·es enseignant·es « ne sont pas du tout convaincus du gain apporté par l'usage des calculatrices » (Assude, 2007, p. 4). À noter que les fortes réticences à intégrer de nouvelles technologies dans l'enseignement sont observées « aussi bien au niveau de l'école élémentaire » que « du collège » (Bruillard, 1995, cité dans Trouche, 2002, p. 30). Assude (2007) parle notamment de *résistance symbolique*, à laquelle se heurte l'introduction de cet outil du fait que la « ritualisation des mathématiques enseignées [apprentissage des tables de multiplication et des techniques opératoires traditionnelles] est très ancrée dans la culture des enseignants et même des parents et l'introduction des calculatrices casse cette ritualisation » (p. 4). En Suisse romande, cette préoccupation se note dans les livres du maître réédités pour la 5<sup>e</sup> et la 6<sup>e</sup> années<sup>16</sup>, soit les deux dernières années du cycle 2, dans lesquels il est écrit que :

L'un des enjeux de la nouvelle édition de *Mathématiques 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup>* est de faire évoluer les attitudes et les conceptions dans le domaine des outils de calcul pour que la calculatrice y trouve sa place, en tant qu'instrument de calcul, pour effectuer ou valider des opérations, et en tant qu'objet d'investigation scientifique, par exemple pour découvrir de nouveaux nombres ou de nouvelles relations. (Chastellain & Jaquet, 2001, p. 23 ; Chastellain, 2002, p. 23)

---

<sup>16</sup> Chastellain, M. & Jaquet, F. (2001). *Mathématiques Cinquième année. Méthodologie – commentaires*. Neuchâtel : COROME.  
Chastellain, M. (2002). *Mathématiques Sixième année. Méthodologie – Commentaires*. Neuchâtel : COROME.



L'introduction de la calculatrice en milieu scolaire correspond donc à un chamboulement (parfois conséquent) des habitudes, qui se traduit par des réticences à son utilisation en classe. Des processus de déculturation et d'acculturation semblent nécessaires (Assude & Loisy, 2008) : son introduction implique, de la part des enseignant·es, un investissement ainsi qu'un changement au niveau de leur culture professionnelle et de leurs pratiques, nécessitant de proposer à leurs élèves diverses activités (nouvelles) avec cet outil (Assude, 2007). Tout cela explique sans doute les résultats mentionnés par Trouche (2002) qui « traduisent une intégration des calculatrices encore faible, pour des tâches élémentaires, et sans mise en place de dispositifs spécifiques » (p. 31). En 2002, cet auteur relève encore que

Les points de vue des élèves et des professeurs apparaissent aujourd'hui globalement opposés : les élèves sont plutôt favorables à l'utilisation d'outils qu'ils estiment être *des aides pour l'apprentissage*, les professeurs sont souvent hostiles à l'importation dans la classe d'outils dont ils estiment qu'ils *remettent en cause* leur enseignement. (pp. 36-37)

Parmi les raisons à l'origine de ces réticences, celle certainement mentionnée le plus souvent est la « concurrence » de la calculatrice face à l'apprentissage du répertoire mémorisé, du calcul réfléchi et des algorithmes (Bruillard, 1995, cité dans Trouche, 2002 ; Charnay, 2004 ; Assude & Loisy, 2009 ; Rabatel & Martinez, 2017 ; Poisard, 2018). Les enseignant·es craignent que son utilisation entrave certains apprentissages qualifiés d'élémentaires et engendre une baisse du niveau des élèves en mathématiques (Bitter & Hatfield, 1993, cités dans Bruillard, 1992-1993 ; Schaub, 2009). Pochon relève encore en 2005 que « l'antagonisme entre l'usage de la calculatrice, l'apprentissage des algorithmes de calcul et l'exercice du calcul mental subsiste » (p. 3).

La question de la maîtrise de certaines techniques opératoires s'est d'ailleurs posée avec l'apparition de la calculatrice, ce qui n'est pas étonnant dans la mesure où « des auteurs tels que Artigue (1997) ainsi que Guin et Trouche (2002) montrent que l'introduction d'artefact en classe [...] modifie les contenus des savoirs à enseigner ou du savoir enseigné » (Tièche Christinat, Bunzli & Clivaz, 2010, p. 91). Bruillard indiquait du reste en 1992-1993 que « certaines techniques de calcul un peu lourdes seront peut-être abandonnées (peut-être la division, comme l'algorithme de calcul d'une racine carrée n'est plus enseigné en collège), du moins leur maîtrise ne sera peut-être plus exigée » (p. 76). Et en 1997, en Suisse romande, un séminaire quant à la place des algorithmes dans le plan d'études de mathématiques qui réunissait le comité de rédaction (soit auteur·es et conseiller·ères scientifiques) engagé dans l'élaboration des nouveaux moyens d'enseignement de mathématiques arrivait à des conclusions similaires :

*Les algorithmes usuels en colonnes ne sont plus considérés comme des "savoirs à enseigner" au sens strict du terme. Certains d'entre eux vont d'ailleurs vraisemblablement disparaître de l'enseignement. Celui de la division en premier, puis celui de la soustraction. Subsisteront sans doute ceux de l'addition et de la multiplication, sous une forme plus accessible.* (Gurtner, 1997, p. 111)

Pour cet auteur, il va de soi que la réduction mentionnée de l'apprentissage de certains algorithmes est liée à l'usage de la calculatrice. Charnay (1993-1994) appuie ce propos lorsqu'il avance que « maîtriser parfaitement les techniques opératoires usuelles n'est plus une nécessité vitale aujourd'hui. [...] S'il s'agit d'obtenir plus rapidement et plus sûrement le résultat exact d'un calcul, la calculatrice est bel et bien l'outil le plus efficace » (p. 60). 30 ans plus tard, on constate toutefois que ce n'est pas le cas : la maîtrise de ces algorithmes fait toujours partie des attentes du PER... même si nous pouvons relever que les rédacteur·trices des nouveaux MER de mathématiques ont fait le choix de ne plus inclure la technique de division avec un diviseur décimal en deuxième partie du cycle 2, quand bien même elle figure dans les apprentissages visés du curriculum.

En résumé, bien que présente dans des textes officiels depuis une trentaine d'années, des recherches ont souligné la faible intégration de la calculatrice en classe de mathématiques (par exemple Trouche, 2002). Le grand changement des pratiques qu'elle impose aux enseignant·es et leur crainte qu'elle entrave l'apprentissage du calcul expliquent sans doute ce constat, mettant en exergue des contradictions. Inversement, peut-être a-t-elle aussi été – à tort – perçue comme un « objet miracle », permettant aux élèves de résoudre des problèmes très difficiles. L'introduction, récente ou prochaine, des nouveaux MER de mathématiques, spécifiant explicitement si elle doit être ou non autorisée, permettra-t-elle de favoriser son utilisation (au moins en tant qu'outil de calcul) ?

Revenons-en à l'utilisation effective de la calculatrice dans les classes primaires de Suisse romande. Quelle en est la situation actuellement ? À notre connaissance, il n'existe pas ou peu de recherches (récentes) en faisant état, même si Schaub relevait dans son travail de maturité de 2009 « qu'il existe encore un certain écart entre la théorie et la pratique, surtout au niveau de l'école primaire où la calculatrice n'est pas officiellement utilisée et où chaque professeur en tient compte à son propre gré » (p. 4). Tièche Christinat, Bunzli et Clivaz (2010) évoquent aussi un bilan « plutôt décevant », et indiquent que « les enseignants désapprouvent en majorité l'introduction des calculettes dans le programme. L'usage qui en est fait est par conséquent souvent limité » (p. 93). Dans le premier volet de ce travail, nous proposons d'étudier la question en interrogeant l'usage que les enseignant·es de 8<sup>e</sup> année des différents cantons romands déclarent faire de la calculatrice avec leurs élèves par le biais d'un questionnaire (voir chapitre « Méthodologie »). Si, à travers celui-ci, nous interrogeons aussi comment les classes romandes de 8<sup>e</sup> année sont actuellement équipées en termes de calculatrices (modèle(s), statut, quantité...), le cœur du premier volet de notre étude porte sur quelques tâches présentées aux enseignant·es pour lesquelles ils et elles doivent se positionner quant à la mise à disposition de la calculatrice.

Question de recherche en lien avec les pratiques déclarées des enseignant·es : Quelle utilisation de la calculatrice est faite dans les classes de 8<sup>e</sup> année de Suisse romande ?

- À quelle fréquence les élèves peuvent-ils et elles avoir recours à la calculatrice durant les leçons de mathématiques (plutôt occasionnellement, plutôt régulièrement) ?

- Pour quels types de tâches les élèves sont-ils et elles autorisé·es à l'utiliser en classe ?
- La calculatrice est-elle parfois utilisée à des fins de différenciation ?
- Quelles sont les raisons invoquées par les enseignant·es qui ne mettent pas ou que rarement cet outil de calcul à disposition de leurs élèves ?

Par ailleurs, dans une deuxième partie, nous souhaitons étudier l'influence de l'usage de la calculatrice sur les procédures mises en œuvre par les élèves lors de la résolution de problèmes mathématiques. Ci-après, nous précisons ce que nous retenons de ce domaine pour notre recherche.

#### **1.4. La résolution de problèmes**

Les visées prioritaires du domaine « Mathématiques et Sciences de la nature » du Plan d'études romand (PER) sont les suivantes :

Se représenter, problématiser et modéliser des situations et résoudre des problèmes en construisant et en mobilisant des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements propres aux Mathématiques [...] dans les champs [...] des nombres et de l'espace. » (CIIP, 2010a)

Le PER met ainsi la résolution de problèmes au cœur de l'enseignement des mathématiques, « car c'est le point d'ancrage de la démarche en Mathématiques pour donner du sens aux notions ; définir leur cadre d'application ; construire des connaissances opératoires » (CIIP, 2010a). C'est donc à travers la résolution de problèmes que sont contextualisés et prennent sens les apprentissages mathématiques. Le calcul n'y fait pas exception, comme le souligne Charnay (2002) :

Le calcul n'acquiert totalement son sens et sa légitimité qu'à partir du moment où il est un outil que les élèves sont capables d'utiliser pour traiter des problèmes sur les quantités ou sur les grandeurs. La résolution de problèmes est tout à la fois la source, le moyen et le but de l'enseignement du calcul. L'objectif est bien que chaque élève puisse, en utilisant ce qu'il en a appris et compris, investir l'ensemble de ses connaissances pour traiter les problèmes qui lui sont proposés. (p. 413)

Au vu de l'importance des problèmes dans l'enseignement actuel des mathématiques, c'est à ce type de tâches que nous nous intéressons dans le présent travail. Bien que de nombreux·euses auteur·es se soient penché·es sur la question, il n'existe pas de définition « universelle » d'un problème en mathématiques. Néanmoins, une caractéristique partagée par beaucoup d'entre elles et eux pour qualifier une tâche de problème est que la procédure permettant de la résoudre n'est pas immédiatement disponible à la personne à laquelle elle est soumise (Monaghan, Pool, Roper & Threlfall, 2009 ; Schoenfeld, 1985 ; Newell & Simon, 1972). Si cette personne n'a pas à s'interroger sur la stratégie à mettre en œuvre, les outils et notions à mobiliser et la manière de les associer pour la résoudre, c'est qu'il s'agit d'un exercice (pour lequel la procédure a été automatisée et s'impose d'emblée), et non d'un problème (Chanudet, 2019). Selon Julo (1995), un exercice se traduit par « l'existence [...] d'une procédure que l'on n'a pas vraiment à élaborer (mais plutôt à appliquer) et donc d'une représentation que l'on n'a plus vraiment à construire » (p. 19). C'est donc « le fait de

découvrir par soi-même une solution que l'on n'entrevoit pas dans un premier temps qui est l'enjeu de cette activité particulière » (p. 25), à savoir un problème. Cela met en évidence le caractère relatif de ce dernier. Comme le souligne Brun (1990) :

Il n'y a problème que dans un rapport sujet / situation, où la solution n'est pas disponible d'emblée, mais possible à construire. C'est dire aussi qu'un problème pour un sujet donné peut ne pas être un problème pour un autre sujet, en fonction de leur niveau de développement intellectuel par exemple. (p. 2)

Ainsi, une situation en elle-même ne permet pas de déterminer s'il s'agit d'un exercice ou d'un problème. Une tâche peut prendre (ou non) le statut de problème seulement considérée au regard du sujet amené à la réaliser, en fonction de son âge, des apprentissages déjà réalisés et du programme scolaire suivi notamment.

Dans les problèmes numériques (généralement caractérisés par la description écrite d'une situation – plus ou moins artificielle – dans un contexte, laquelle donne lieu à une question ou une injonction, nécessitant d'effectuer une ou plusieurs opérations pour pouvoir y répondre), il nous semble que c'est avant tout le sens<sup>17</sup> et la compréhension des opérations que doit identifier l'élève (il est rare qu'elles soient explicitement données dans un problème) qui sont au cœur de l'activité, et non l'aspect calculatoire (autrement dit leur maîtrise technique), bien qu'on ne puisse pas éviter le calcul pour arriver au résultat. Dès lors, la calculatrice peut s'avérer être un outil de calcul fort utile, en particulier lorsque la ou les opérations sont difficiles, nombreuses et/ou demandent un temps conséquent pour les réaliser. Selon nous, l'enjeu central du problème ne s'en voit en rien modifié car, comme le souligne Charnay (2002), « si la machine effectue les calculs, elle ne peut pas décider à leur place [celle des élèves] des calculs pertinents pour [le] résoudre » (p. 413). La calculatrice prend donc seulement en charge la « technique calculatoire », tandis que le sens de l'opération et la partie résolution de problèmes sont laissés à la charge de l'élève (Kutzler, 1997).

En revanche, la mise à disposition de cet outil de calcul peut lever un obstacle calculatoire et ainsi permettre à l'élève de résoudre un problème, par exemple « lorsqu'ils [les calculs "courants"] sont trop difficiles pour être exécutés mentalement » (Charnay, 1992-1993, p. 61) ou si la technique opératoire n'est pas encore maîtrisée (ou connue) par l'élève mais qu'il ou elle en connaît le sens. Dans ces cas, la calculatrice est à considérer comme un « auxiliaire de résolution » (Bruillard, 1992-1993). Son utilisation se justifie d'autant plus « pour les élèves faibles en calcul [pour lequel-les] la tâche devient vite insurmontable, avec le risque de "se noyer" dans des calculs qui perdent toute signification » (Charnay, 2004, p. 71). Poisard (2018) évoque aussi la « surcharge cognitive » pour ce type de tâches, tandis que Pochon et Perret (1988), citant Arnoux, relèvent qu'« il se pourrait [...] que des élèves, pour lesquels les difficultés de calcul masquent les autres aspects des mathématiques, puissent donner une solution à des problèmes qu'ils n'arrivaient jusqu'ici pas à

---

<sup>17</sup> Selon Brousseau (cité dans Floris, 2005), « le sens d'une connaissance mathématique correspond à l'ensemble des situations dans lesquelles cette connaissance permet d'agir de façon efficace » (p. 21).

dominer » (p. 22). Dans ce cas, le fait que l'élève puisse utiliser la calculatrice permet et facilite son activité mathématique, tout en laissant à sa charge la mobilisation de connaissances arithmétiques et la mise en œuvre de compétences méthodologiques.

Il convient toutefois de souligner que la mise à disposition d'une calculatrice n'est pas toujours avantageuse en résolution de problèmes. En effet, comme l'illustre Charnay (2004) à travers différents exemples, dans certains cas et selon les variables didactiques choisies, elle peut « constituer un frein à l'utilisation de [...] procédures pertinentes et qui ont du sens pour certains élèves » (p. 70), voire même bloquer la mise en œuvre de certaines procédures pourtant tout à fait valides.

En bref, si la mise à disposition d'une calculatrice ne représente pas en soi un avantage ou un inconvénient, il convient d'interroger ce qu'elle permet ou non en fonction de la tâche proposée, de son enjeu et de l'activité mathématique attendue de l'élève (Charnay, 2004). Il revient donc à l'enseignant·e de choisir et déterminer quand son utilisation est bénéfique. Comme le souligne Assude (2017), « l'usage d'un outil ne doit pas changer l'enjeu essentiel de la situation, mais l'outil doit faire partie du système de ressources constituant le milieu de la situation (Brousseau, 1998) » (p. 21).

Weiss (2005) postule huit thèses sur l'utilisation de la calculatrice, dont en voici trois :

**La responsabilité du choix de son utilisation devrait être graduellement dévolue à l'élève, mais sous le contrôle de l'enseignant : en particulier il faut parfois l'interdire parce qu'elle est contre-productive ou parfois l'imposer car son apport est essentiel. [...]**

Elle est *utile* quand on veut que les élèves réussissent à résoudre des problèmes, faisant appel par exemple à la modélisation d'une situation, en pouvant "essayer" des calculs "pour voir". [...]

Elle est *nécessaire* quand on veut introduire ou stabiliser de nouvelles opérations que les élèves ne maîtrisent pas sur le plan technique, ou pour travailler le sens d'une notion sans le confondre avec des techniques (algorithmes) qui lui sont associées. [...]

Elle est *indispensable* avec des élèves en grande difficulté pour qu'ils ne renoncent pas d'avance à résoudre un problème à cause du calcul. (p. 29)

Dans ce travail, nous ne nous intéressons pas à l'usage de la calculatrice en tant qu'outil ou moyen didactique d'apprentissage mais proposons d'explorer de quelle manière celle-ci, utilisée en tant qu'outil ou auxiliaire de calcul, peut avoir un impact sur les procédures mises en œuvre par les élèves pour résoudre un problème numérique. Le point de vue adopté rejoint celui de Pochon et Perret (1988) selon lequel la calculatrice vise, pour une tâche de résolution de problèmes, à permettre à l'élève de se concentrer sur la situation (les données du problème) et la manière de répondre à la question posée (autrement dit la mathématisation du problème), en pouvant se décharger de la partie calculatoire (soit l'exécution technique des opérations) grâce à la calculatrice. Selon nous, ce sont le tri et la mise en lien des informations données ainsi que la mobilisation autonome de la ou des opérations mathématiques pertinentes, soit la stratégie mise en œuvre, qui

priment avant tout dans ce type de tâches. La mise à disposition de la calculatrice vise ainsi à permettre à l'élève de se focaliser en premier lieu sur l'aspect « raisonnement ».

L'intérêt d'étudier l'impact de la calculatrice sur les procédures des élèves par le biais de tâches de résolution de problèmes réside également dans le fait que, pour beaucoup de problèmes, plusieurs démarches sont possibles (en fonction de la manière dont l'élève traite la situation) : les démarches « expertes » (soit les plus directes et les moins coûteuses en termes de nombre d'étapes pour arriver à la réponse) cohabitent avec des démarches plus personnelles, comportant généralement plus d'étapes (et pouvant faire appel à d'autres outils mathématiques).

#### **1.4.1. Les problèmes divisifs**

Nous avons choisi de nous intéresser à un type de problèmes en particulier : les problèmes divisifs. Vergnaud (1994) considère que le champ conceptuel de la multiplication est indissociable de celui de la division et propose une classification des problèmes associés. Pour cet auteur, un champ conceptuel correspond à « un espace de problèmes ou de situations-problèmes dont le traitement implique des concepts et des procédures de plusieurs types en étroite connexion, ainsi que les représentations langagières et symboliques susceptibles d'être utilisées pour les représenter » (p. 70). Il définit le champ conceptuel des structures multiplicatives comme

l'ensemble des situations dont le traitement implique une ou plusieurs multiplications ou divisions et l'ensemble des concepts et théorèmes qui permettent d'analyser ces situations : proportion simple et proportion multiple, fonction linéaire et n-linéaire, rapport scalaire, quotient et produit de dimensions, fraction, rapport, nombre rationnel et diviseurs, etc. (Vergnaud, 1990, p. 147)

Les problèmes divisifs s'inscrivent dans ce champ conceptuel, lequel regroupe les problèmes susceptibles d'être résolus par une multiplication ou une division. Le choix de nous focaliser sur ce type de problèmes s'explique d'une part par le fait qu'ils nous semblent permettre une plus large diversité de procédures (en comparaison avec les problèmes additifs et soustractifs par exemple). Le potentiel de la calculatrice nous paraît ainsi plus intéressant et plus riche à explorer pour de tels problèmes, dans la mesure où son possible impact sur les procédures mises en œuvre par les élèves sera vraisemblablement plus « visible » que pour d'autres types de tâches. D'autre part, la division est une opération qui a la réputation d'être difficile à acquérir par les élèves (Benzaken, 1973 ; Guet, 1993 ; Charnay, 2007). La technique opératoire associée est complexe pour elles et eux (elle est généralement considérée comme la plus difficile des quatre opérations) et « nécessite une connaissance parfaite des trois autres opérations, de leurs relations mutuelles, de l'usage de parenthèses » (Benzaken, 1973, p. 25). Brousseau (2010) précise que « la division conjugue les difficultés de la multiplication en ligne et des reports internes de retenues, avec celles de la soustraction et de ses retenues » (p. 30). Si l'exécution technique d'un tel calcul est source de nombreuses difficultés (Brousseau, 2010), la reconnaissance de problèmes faisant appel à la division l'est aussi, et ce « davantage que pour les trois autres opérations » (Charnay, 2007, p. 208).

En outre, les élèves « éprouvent des difficultés lorsque le diviseur est supérieur au dividende. L'introduction d'un décimal inférieur à 1 rend les choses plus complexes également pour les problèmes de division » (Levain & Vergnaud, 1994-1995, p. 61). Cela rend l'étude de la résolution de ce type de problèmes particulièrement intéressante, et le choix des variables fondamental. De par les difficultés relevées ci-avant, la prise en charge de l'aspect calculatoire par la calculatrice pour ce type de problèmes nous semble tout à fait se justifier, d'autant que, de nos jours, le calcul instrumenté s'est largement substitué à l'algorithme écrit au quotidien (Charnay, 2007). Relevons encore que certain-es élèves peu à l'aise avec l'algorithme de division sont tout à fait capables de résoudre des problèmes divisifs lorsqu'ils et elles ont une calculatrice à disposition (Levain & Didierjean, 2017). Selon Goupil (2012), « la calculatrice devient donc une aide pour l'élève en difficulté sans être au centre du problème » (p. 1585).

Il convient encore de préciser que les problèmes numériques pouvant être résolus par une multiplication ou une division correspondent à des problèmes de recherche d'une quatrième proportionnelle, dont l'une des quantités est l'unité (Levain & Vergnaud, 1994-1995 ; Levain & Didierjean, 2017 ; Simard, 2022). Dans le champ conceptuel des structures multiplicatives, il s'agit des situations qualifiées de proportion simple par Vergnaud (1983, 1988, cité dans Levain & Vergnaud, 1994-1995). Cet auteur a distingué plusieurs types de problèmes relevant du champ conceptuel de la multiplication selon leur structure mathématique qu'il différencie comme suit (Levain & Vergnaud, 1994-1995) :

- 1) La structure de **proportion simple** renvoie à la recherche d'une quatrième proportionnelle. Autrement dit, il s'agit, dans ce type de situations, de calculer une des quatre quantités mises en jeu, connaissant les trois autres, ces quantités appartenant à deux espaces de mesure distincts (par exemple : *4 bouteilles d'eau coutent 3,20 francs. Combien coutent 10 bouteilles d'eau ?*). Au niveau primaire, nombreux sont les problèmes de ce type pouvant être résolus par une seule multiplication ou division : il s'agit de problèmes de proportionnalité simple où l'une des quatre quantités vaut 1 (par exemple : *Un bouquet de tulipes coute 24,50 francs. Combien coutent trois bouquets ?*). Précisons que, parmi ces derniers, il existe deux grands types de division du point de vue de son sens : la division partition (ou division-partage) et la division quotition (ou division-groupement). La première consiste à rechercher la valeur d'une part (par exemple : *Luca souhaite distribuer équitablement 45 bonbons entre ses 7 copains. Combien de bonbons recevra chacun de ses amis ?*), tandis que dans le deuxième cas c'est le nombre de parts qui est recherché (par exemple : *Luca a 45 bonbons. Il souhaite préparer des paquets de 7 bonbons. Combien de paquets peut-il préparer ?*). Boulet (1998), faisant le lien avec le concept de multiplication, les distingue comme suit :

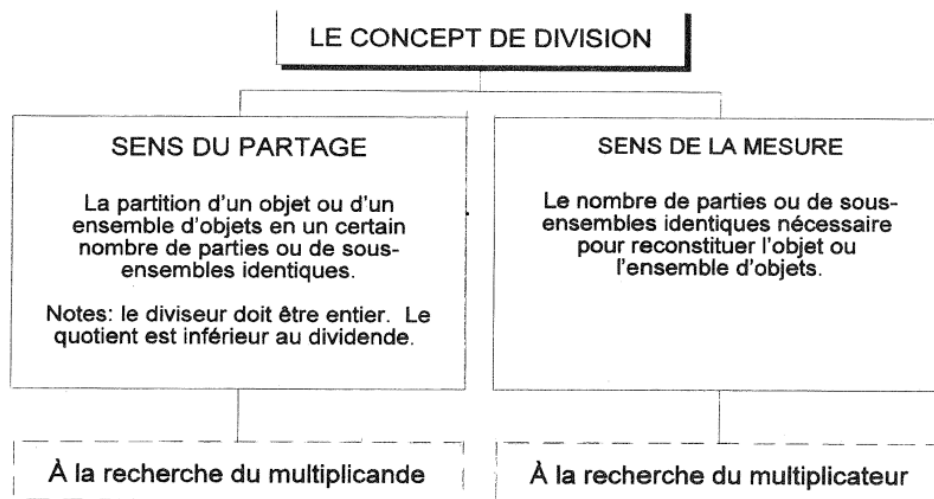


Figure 4 Division partition vs. division quotient (Boulet, 1998, p. 15)

À noter que les problèmes où le nombre de parts est recherché sont « *en général plus difficiles à résoudre que les [problèmes de recherche de la valeur d'une part], car non conformes à la conception intuitive de la division, qui oriente vers la recherche de la valeur de la part dans un scénario de partage* » (MENJS, 2022, p. 26, cité dans Simard, 2022, pp. 107-108).

- 2) Les situations de **proportion simple composée** se caractérisent par la combinaison de plusieurs proportions simples (par exemple : *Une artiste commande 6 boîtes de craies grasses. Chaque boîte contient 12 craies grasses. Une craie grasse coûte 4 francs. Combien l'artiste doit-elle payer pour sa commande ?*).
- 3) Les problèmes relevant du **produit de mesure** peuvent être représentés par un tableau à double entrée :

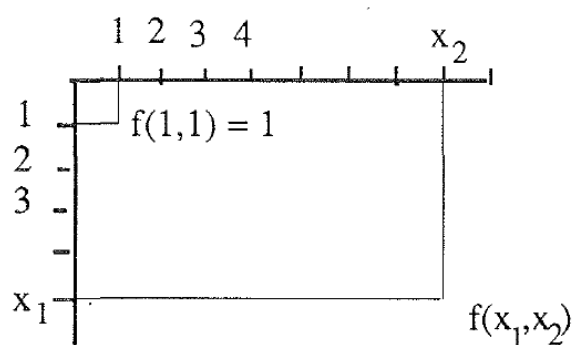


Figure 5 Représentation de la structure du produit de mesure (Levain & Vergnaud, 1994-1995, p. 60)

Cette structure correspond à la composition de deux espaces de mesure ( $x_1$  et  $x_2$ ) en un troisième espace de mesure ( $f(x_1, x_2)$ ), tel qu'une aire, un volume ou encore un produit cartésien (par exemple : *3 filles et 5 garçons se rendent à une fête. Combien de couples différents peuvent-ils former si chaque fille danse avec chaque garçon et inversement ?* ou encore *Combien de carreaux contient une plaque de chocolat de 4 sur 6 ?*).



- 4) Ressemblant à la structure du produit de mesure, celle de **proportionnalité double** s'en distingue par le fait que  $f(1,1)$  ne vaut plus nécessairement 1 (par exemple : *Une vache laitière produit en moyenne 25 litres de lait par jour. Quelle est la production mensuelle moyenne de lait d'une ferme élevant 15 vaches laitières ?* – dans ce cas,  $f(1,1)$  n'est pas égal à 1 dans la mesure où la production quotidienne moyenne de lait d'une vache ne vaut pas 1 (elle est ici supérieure à 1 litre, à savoir 25 litres)).

S'y ajoutent encore les situations de comparaison multiplicative, de type «  $a \times n = b$  » ou «  $a : n = b$  ». Il s'agit de situations dans lesquelles sont en jeu deux grandeurs spécifiées, indépendantes l'une de l'autre, faisant intervenir des expressions telles que « fois plus » ou « fois moins ». Peuvent être recherchés tant le conséquent ou résultat (par exemple : *En journée, 300 voitures sont en moyenne garées dans un parking souterrain. Durant la nuit, il y en a 5 fois moins. Combien de voitures y sont parkées la nuit ?*), que l'antécédent (par exemple : *Ce mois, une carrosserie a peint 65 000 motos. C'est 2 fois plus que le mois précédent. Combien de motos ont été peintes le mois passé ?*) ou encore le rapport ou le « nombre de fois » (par exemple : *Sur un pont passent 40 000 véhicules durant les jours de semaine. Le week-end, la fréquence se réduit à 2 000 véhicules. Combien de fois le trafic est-il moins important en week-end qu'en semaine ?*).

Dans le second volet de notre étude, nous nous intéresserons aux procédures mises en œuvre par des élèves romand-es de 8<sup>e</sup> année pour deux tâches de résolution de problèmes dont la structure est celle de proportion simple, lorsque la machine est ou non autorisée.

Question de recherche relative aux productions des élèves : Comment la mise à disposition de la calculatrice lors de la résolution de deux problèmes divisifs en 8<sup>e</sup> année peut avoir une influence sur les procédures mises en œuvre par les élèves et leurs erreurs ?

Nous chercherons à analyser qualitativement et quantitativement les questions suivantes :

- Quelles sont les procédures mises en œuvre lorsque les élèves ont ou non la calculatrice à disposition ?
- Quels sont les types d'erreurs observés lorsque les élèves ont ou non accès à la machine ?

## 2. Méthodologie

### 2.1. Contexte

Cette recherche s'inscrit dans le cadre du projet *EpRoCom-Banque d'items*<sup>18</sup> mené par l'Institut de recherche et de documentation pédagogique (IRDP<sup>19</sup>). Celui-ci vise la mise à disposition de tâches évaluatives pour les enseignant·es romand·es, par le biais des pages Internet nommées *Pistes pour l'évaluation (PistEval)*<sup>20</sup>, accessibles au moyen d'un identifiant. Issues d'épreuves cantonales externes<sup>21</sup> de 8<sup>e</sup> année des différents cantons romands qui en proposent, les ressources évaluatives qui s'y trouvent actuellement ont été éprouvées lors d'un test pilote ayant eu lieu au printemps 2019. Le but de ce dernier était notamment de s'assurer que des tâches d'origines cantonales différentes puissent s'adresser à l'ensemble des élèves romand·es, autrement dit de vérifier leur adéquation à l'ensemble du public visé. En vue de compléter les ressources déjà à disposition, ce dispositif a été reconduit pour une nouvelle sélection de tâches tirées des épreuves cantonales externes. Un deuxième test pilote a ainsi eu lieu au printemps 2023, pour lequel chaque canton a désigné huit classes de 8<sup>e</sup> année. Il a été demandé aux cantons de sélectionner ces classes en veillant à assurer une certaine représentativité de leur population scolaire. Néanmoins, cela ne permet pas de garantir que l'échantillon à disposition soit représentatif de l'ensemble de la population romande concernée.

### 2.2. Dispositif de recherche

#### 2.2.1. Premier volet d'étude : questionnaire aux enseignant·es

Afin de pouvoir dresser un panorama romand de l'utilisation de la calculatrice par les élèves de 8<sup>e</sup> année HarmoS, comme mentionné plus haut, nous avons élaboré un questionnaire destiné aux enseignant·es des classes prenant part au test pilote (voir annexe 4). Différents éléments y sont examinés, notamment les machines à disposition dans les classes (nombre et modèle), les fonctionnalités utilisées, la fréquence ainsi que le type d'utilisation (pour quelles tâches les élèves ont-ils et elles la calculatrice à disposition). Cette partie de notre étude se fonde ainsi sur une intention de recherche bien précise : décrire des éléments de pratiques. En effet, les enseignant·es sont amené·es à se prononcer sur différents aspects relatifs à leur pratique d'enseignement en mathématiques dans la classe de 8<sup>e</sup> année dans laquelle ils et elles enseignent au moment du test pilote. De par le mode de recueil de données choisi, ce questionnaire vise à fournir « une vue d'ensemble sur une population ou un groupe » (Le Roy & Pierrette, 2012, p. 9). Il convient toutefois

---

<sup>18</sup> L'acronyme *EpRoCom* découle de la Convention scolaire romande et signifie *Epreuves romandes communes*.

<sup>19</sup> C'est au sein de l'IRDP que nous avons réalisé notre stage de recherche dans le cadre de notre formation de niveau Master.

<sup>20</sup> Actuellement, pour la discipline « Mathématiques », il s'agit de ressources évaluatives de résolution de problèmes destinées à des élèves de 8<sup>e</sup> année HarmoS. Ces ressources sont disponibles sur les pages suivantes : <https://bdper.plandetudes.ch/eprocom/math-8/>.

<sup>21</sup> Dans la plupart des cantons romands, les élèves de fin de primaire sont amené·es à passer des épreuves, produites par le canton. Ces évaluations, identiques pour l'ensemble des élèves du canton, portent sur l'ensemble des apprentissages prévus par le PER. Elles sont certificatives et, dans certains cantons, participent à l'orientation scolaire.

de garder à l'esprit que ce sont bel et bien les déclarations des sujets qui sont recueillies (les réponses des enseignant·es sur leurs pratiques pouvant différer de leurs pratiques effectives en classe). Un possible biais de désirabilité sociale peut ainsi être relevé.

Les items de ce questionnaire ainsi que les possibilités de réponses ont été rédigés sur la base de la littérature consultée et à partir de nos questionnements. À titre d'illustration, étant donné qu'un « artefact, en tant qu'objet nouveau dans la classe, peut faire obstacle à l'appropriation de la tâche par les élèves » (Tièche Christinat, Bunzli & Clivaz, 2010, p. 100, citant Artigue, 1997 ; Assude, 2007 ; Laborde, 2008), il nous a paru essentiel d'interroger l'habitude des élèves à utiliser la calculatrice (en termes de fréquence d'utilisation). La question à ce sujet vise notamment à renseigner l'intégration de la calculatrice dans les classes romandes de 8<sup>e</sup> année, aspect interrogé par l'une de nos questions de recherche<sup>22</sup>. Quant aux items portant sur les situations où la calculatrice est à disposition des élèves, ils reposent sur les utilisations répertoriées dans les plans d'études, les moyens d'enseignement ainsi que des recherches sur le sujet et ont pour but d'identifier dans quels cas les élèves romand·es de 8<sup>e</sup> année ont accès à la machine. Assude (2017), par exemple, avance plusieurs types d'utilité (ou valeur d'usage) pour cet outil : « calculer, vérifier les résultats de calculs, résoudre de problèmes, travailler sur le système de numération... » (p. 17), lesquels ont été repris parmi les choix de réponse proposés. Quant à la « maîtrise » de la calculatrice, même si elle peut paraître aller de soi, plusieurs auteur·es soulignent qu'il est de la responsabilité de l'école d'apprendre aux élèves à l'utiliser (Charnay, 2002, 2004 ; Assude, 2017<sup>23</sup>), ce qui explique que cet aspect soit également questionné par le biais de cet outil de récolte de données.

Concernant la forme du questionnaire, il est structuré de manière adaptative, notamment en fonction de la réponse de l'enseignant·e quant à la fréquence d'utilisation moyenne de la calculatrice en classe durant l'année scolaire en cours. Un·e répondant·e indiquant que ses élèves n'utilisent « jamais » ou « moins d'une fois par mois » la calculatrice en classe pour les différents thèmes est ensuite amené·e à renseigner les raisons qui font que l'utilisation de la calculatrice est (presque) inexistante dans sa classe (dont font partie des possibilités de réponse visant à mesurer une opinion), puis arrive au terme du questionnaire. Il n'aurait en effet pas été pertinent de demander aux personnes dans ce cas qu'elles se prononcent sur le type de tâches pour lesquelles les élèves ont cet outil de calcul à disposition, questions posées aux autres enseignant·es. D'autres questions du questionnaire sont aussi conditionnelles et ne s'affichent que selon la réponse sélectionnée à la question précédente. Un soin particulier a été apporté à ce que le questionnaire ne soit pas trop long.

---

<sup>22</sup> Il s'agit de la question de recherche suivante : quelle utilisation de la calculatrice est faite dans les classes de 8<sup>e</sup> année de Suisse romande ?

<sup>23</sup> « L'initiation à l'outil, même s'il paraît facile pour certains élèves, ne peut pas être complètement laissé à la charge de l'élève. L'enseignant doit organiser cette initiation et faire en sorte que les difficultés instrumentales ne viennent pas faire obstacle à l'accès aux savoirs. » (Assude, 2017, p. 21)

Au niveau de leur format, les questions sont majoritairement fermées, certaines à réponse unique, d'autres à choix multiples. Pour plusieurs items, la réponse est présentée sous forme d'une échelle de Lickert, sans position médiane afin d'éviter un « non-positionnement » de la part du ou de la répondant·e. Il s'agit notamment d'une question d'opinion (sentiment d'aisance personnelle de l'enseignant·e quant à l'utilisation de la calculatrice à disposition des élèves en classe) et de questions relatives aux types d'utilité de la machine. Concernant ces dernières, le choix s'est porté sur une échelle unidimensionnelle (toujours, souvent, parfois ou jamais) afin d'identifier pour quels types de tâches ou d'utilisation le recours à la calculatrice est plus fréquent (une réponse absolue de type oui/non présenterait le risque que la personne réponde « oui » pour toutes les utilisations listées dès lors qu'elle a autorisé au moins une fois la calculatrice pour le type de tâches en question). Dans quelques cas, les répondant·es sont amené·es à rédiger une réponse, notamment lorsque « Autre » est choisie. Il leur est alors demandé de préciser leur réponse.

Le questionnaire, préalablement prétesté auprès d'un groupe d'enseignant·es de 8<sup>e</sup> année, a été autoadministré par les répondant·es (Le Roy & Pierrette, 2012), c'est-à-dire qu'ils et elles y ont répondu de manière autonome par le biais d'un questionnaire en ligne, via la plateforme d'enquête *Qualtrics*.

### 2.2.2. Second volet d'études : résolution de problèmes divisifs

Dans le cadre du test pilote 2023, pour la partie consacrée aux mathématiques<sup>24</sup>, 36 tâches de résolution de problèmes, réparties dans 8 cahiers selon la méthode des cahiers tournants, ont été soumises à des élèves de 8<sup>e</sup> année issu·es de différentes classes romandes. Cette méthode, qui présente l'avantage de pouvoir tester un nombre conséquent de tâches sans pour autant trop accroître le temps de passation, consiste à répartir les problèmes dans des « blocs » (autrement dit des ensembles de tâches) ayant un temps de passation plus ou moins semblable. Le niveau de difficulté des tâches, estimé *a priori*, a également été pris en compte dans cette répartition. Au total, 8 blocs, chacun composé de 6 problèmes (dont 2 d'ancrage<sup>25</sup>), ont été préparés. 8 cahiers ont ensuite été constitués, chacun étant composé de deux blocs :

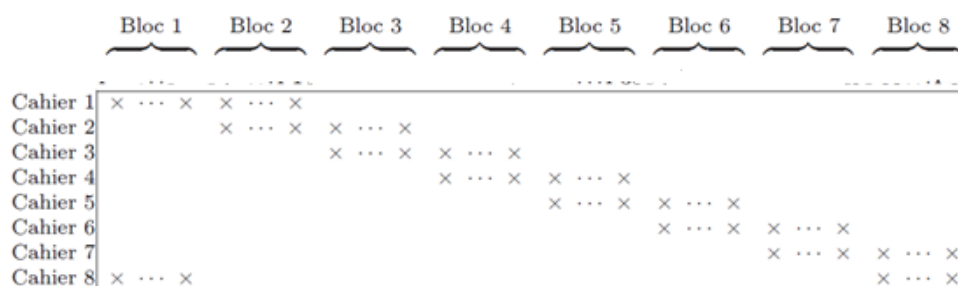


Figure 6 Dispositif des cahiers tournants mis en œuvre pour le test pilote

<sup>24</sup> Le test pilote de 2023 mettait à l'épreuve des tâches évaluatives d'allemand et de mathématiques.

<sup>25</sup> Il s'agit de tâches présentes dans tous les cahiers, et donc soumises à l'ensemble des élèves, dans le but de vérifier l'équivalence des groupes d'élèves ayant répondu à des cahiers différents.

Chaque élève des classes concernées a ainsi reçu, de manière aléatoire, un cahier de 12 problèmes à réaliser avec la calculatrice. Parmi les 36 tâches réparties dans les 8 cahiers, 6 ont aussi été soumises aux élèves sans avoir accès à la calculatrice. Ainsi, au terme du premier cahier composé de 3 problèmes pour lequel la machine n'était pas autorisée, chaque élève a reçu un second cahier pour lequel il ou elle avait la calculatrice à disposition<sup>26</sup>. Il a été veillé lors de la répartition des cahiers à ce que ce ne soient pas les mêmes élèves qui soient amené·es à résoudre un même problème une première fois sans et une deuxième fois avec la machine. Le but de ce dispositif est de permettre la comparaison des productions des élèves (en particulier les procédures et les erreurs) selon qu'ils et elles pouvaient ou non disposer de la calculatrice. Deux de ces tâches en particulier font l'objet du présent travail (voir chapitre 3.2).

Pour chaque problème, les élèves ont encore été amené·es à se prononcer sur leur perception de son niveau de difficulté (facile/moyen/difficile). Par ailleurs, dans le but de collecter quelques informations concernant leur utilisation de la calculatrice en classe de mathématiques, nous avons élaboré un court questionnaire (voir annexe 5). Les quatre questions qui le composent leur ont été soumises à la fin du cahier réalisé en ayant la calculatrice à disposition. Celles-ci portent notamment sur les éventuelles difficultés rencontrées ou non à l'utiliser ainsi que sur les touches de la calculatrice connues et utilisées.

Cette récolte de données s'est déroulée d'avril à juin 2023. La passation du test pilote a été assurée et supervisée par 7 administrateur·trices de tests. Au total, plus de 1000 élèves ont pris part à celui de mathématiques. Une fois les premières données récoltées, nous avons analysé et codé les productions de 176 élèves (réponse, procédure, erreurs...) scolarisé·es dans des classes de différents cantons romands. Le codage d'un nombre important de productions pour tester la première version de la grille élaborée *a priori* nous a permis de la compléter quelque peu. Une fois finalisée et stabilisée, nous avons repris le codage des premières copies analysées, avant de poursuivre ce travail avec des productions d'élèves d'autres classes romandes. Un aperçu de la grille de codage élaborée est disponible dans l'annexe 6. L'ensemble des éléments qu'elle contient, dont la perception de la difficulté de la tâche relevée par l'élève, ont été codés et relevés dans un fichier Excel. Au moyen de ce fichier, nous avons effectué de premières analyses descriptives, qui ont été complétées par des analyses statistiques réalisées, à notre demande, par une statisticienne impliquée dans le projet *EpRoCom* au moyen du logiciel R.

---

<sup>26</sup> Les élèves avaient à disposition les calculatrices habituellement utilisées en classe, afin d'éviter qu'ils et elles ne rencontrent des difficultés d'utilisation en raison d'un modèle non familier. Par conséquent, les élèves ont eu recours à différents modèles de machines, selon l'équipement de leur classe.

### 3. Présentation des résultats

#### 3.1. Panorama de l'utilisation de la calculatrice dans les classes de 8<sup>e</sup> année en Suisse romande

Le questionnaire élaboré en vue de collecter des informations quant à l'utilisation de la calculatrice par les élèves de 8<sup>e</sup> année HarmoS a été envoyé aux 56 enseignant·es titulaires des classes désignées par leur canton pour réaliser le test pilote. 51 réponses nous sont parvenues en retour, dont voici la répartition par canton :

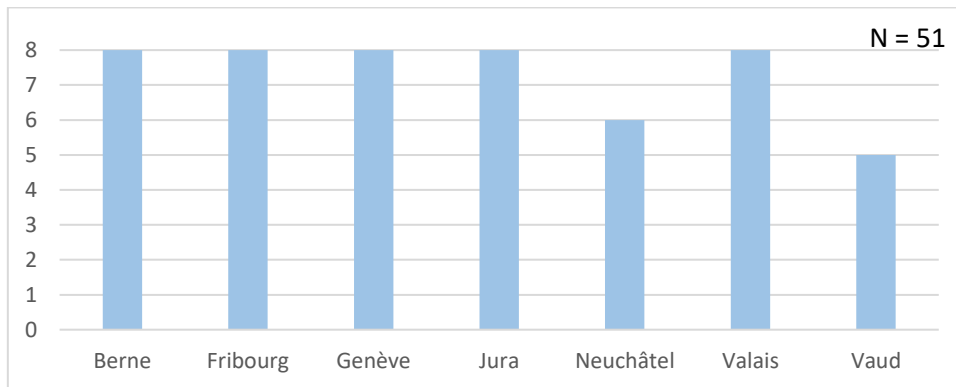
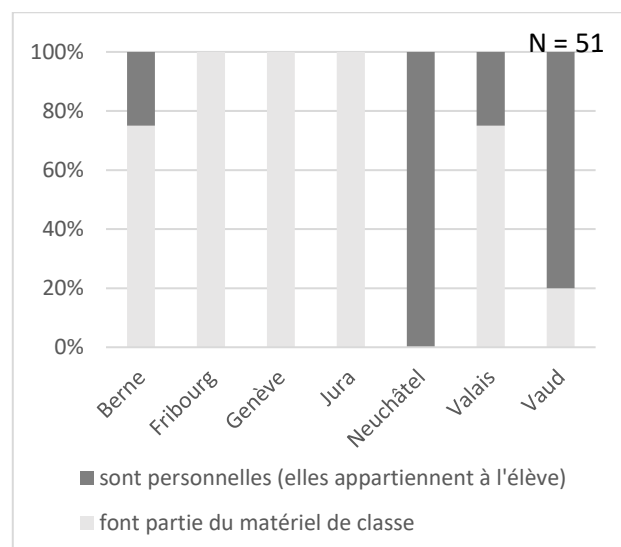
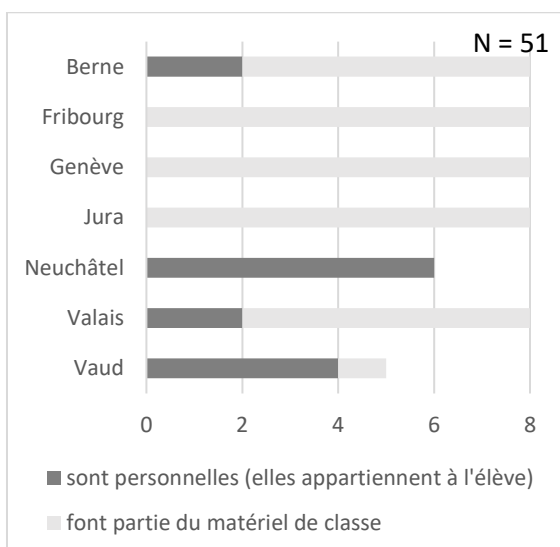


Figure 7 Nombre de réponses au questionnaire par canton

Il convient de préciser que, parmi les cantons n'atteignant pas les 8 réponses, certain·es enseignant·es de mathématiques sollicité·es enseignent cette discipline dans plus d'une classe réalisant le test pilote. Le fait que ces enseignant·es n'aient complété qu'une seule fois le questionnaire explique en partie les réponses en moins.

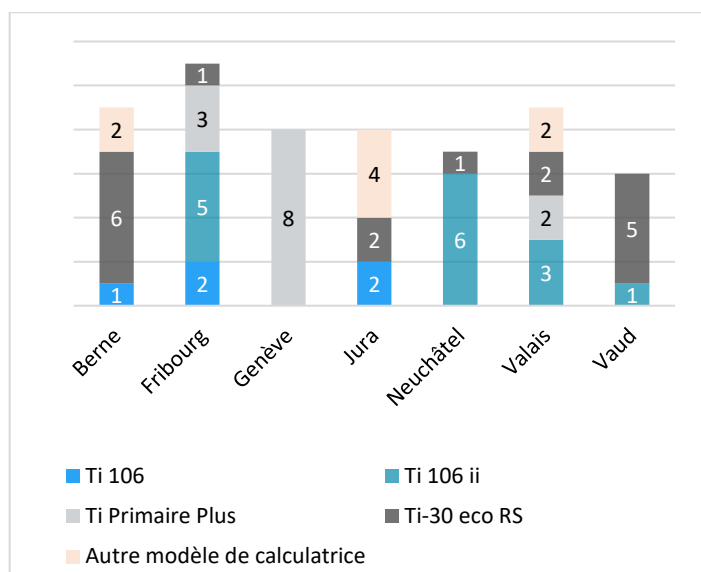
#### 3.1.1. Équipement



Figures 8 et 9 Statut des calculatrices en 8<sup>e</sup> année, selon le canton

Dans les cantons du Jura, de Genève et de Fribourg, la calculatrice fait partie du matériel de classe. C'est également majoritairement le cas pour les cantons de Berne<sup>27</sup> et du Valais (6 classes sur 8). En revanche, la calculatrice est personnelle dans le canton de Neuchâtel et il en va de même dans la plupart des classes du canton de Vaud.

Parmi les 37 enseignant·es indiquant que la calculatrice fait partie du matériel de classe, 14 signalent ne pas disposer d'une machine par élève. Le nombre de calculatrices à disposition varie d'une classe à l'autre : les enseignant·es concerné·es en ont entre 4 et 21 pour leur classe, ce qui correspond à 1 calculatrice pour 4-5 élèves jusqu'à pratiquement 1 calculatrice par élève. La plupart ont toutefois une machine pour deux élèves ou même deux calculatrices pour trois élèves.



Ti 106



Ti 106 ii



Ti Primaire Plus



Ti-30 eco RS



Figure 10 Modèles de calculatrice à disposition, selon le canton

Les calculatrices utilisées dans les classes romandes diffèrent non seulement d'un canton à l'autre, mais aussi au sein même de certains cantons. Signalons que certain·es enseignant·es disposent de différents modèles pour une même classe, d'où les 58 réponses. À Genève, c'est le modèle « Ti Primaire Plus » – que l'on retrouve aussi dans quelques classes fribourgeoises et valaisannes – qui est utilisé dans toutes les classes. Dans les cantons de Berne et Vaud, le modèle « Ti-30 eco RS » est le plus commun, tandis qu'à Neuchâtel et Fribourg, c'est la calculatrice « Ti 106 ii » qui est la plus couramment disponible. Certaines classes bernoises, fribourgeoises et jurassiennes sont aussi équipées du modèle « Ti 106 ». D'autres calculatrices encore sont signalées dans les cantons de Berne (« Q-connect KF01602 »), du Jura (« TI 501 » ; « Canon LS-39E » ; « Canon AS-120V 12digits » ; « vieilles calculatrices de modèles différents ») et du Valais (« modèle de base fourni par les écoles de Sion » ; « autres modèles divers et variés... »).

<sup>27</sup> Dans le canton de Berne, il n'existe pas de directives particulières concernant l'achat et l'utilisation des calculatrices. Il est néanmoins recommandé de mettre à disposition des élèves des calculatrices "de classe".

Nous nous questionnons sur le potentiel impact que peut représenter un « équipement incomplet » sur l'utilisation de la machine durant les leçons de mathématiques, autrement dit lorsque moins d'une calculatrice par élève est disponible. Un tel cas de figure engendrait-il, pour des raisons logistiques, une diminution de la fréquence d'utilisation de la calculatrice en classe ? Ou alors, sachant que la commande de matériel incombe généralement à l'enseignant·e titulaire de la classe, serait-ce un indicateur que la calculatrice est peu utilisée ? Selon nos données, cela ne semble pas être le cas. En effet, les classes équipées d'au moins une calculatrice par élève ne l'utilisent en moyenne pas beaucoup plus fréquemment que celles en disposant de moins. Et qu'en est-il pour les classes équipées de différents modèles de calculatrices ? Cela pouvant représenter une certaine difficulté d'utilisation pour l'enseignant·e du fait que tou·tes les élèves ne disposent pas de la même calculatrice, cette dernière serait-elle moins fréquemment utilisée dans les classes concernées ?

### 3.1.2. Sentiment d'aisance personnelle des enseignant·es par rapport à l'utilisation de la ou des calculatrices à disposition dans la classe

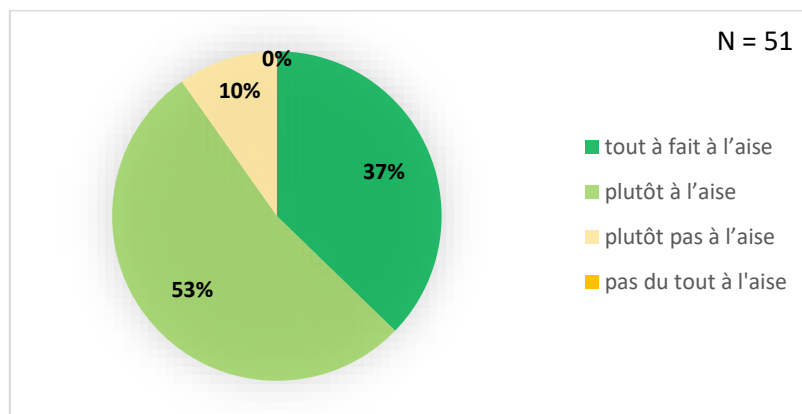


Figure 11 Sentiment d'aisance personnelle par rapport à l'utilisation de la / des calculatrice(s) à disposition

De manière générale, les personnes interrogées estiment être à l'aise avec l'utilisation de la calculatrice dont elles disposent dans leur classe. Seul·es 5 enseignant·es se sentent « plutôt pas à l'aise », mais aucun·e ne se dit « pas du tout à l'aise ».

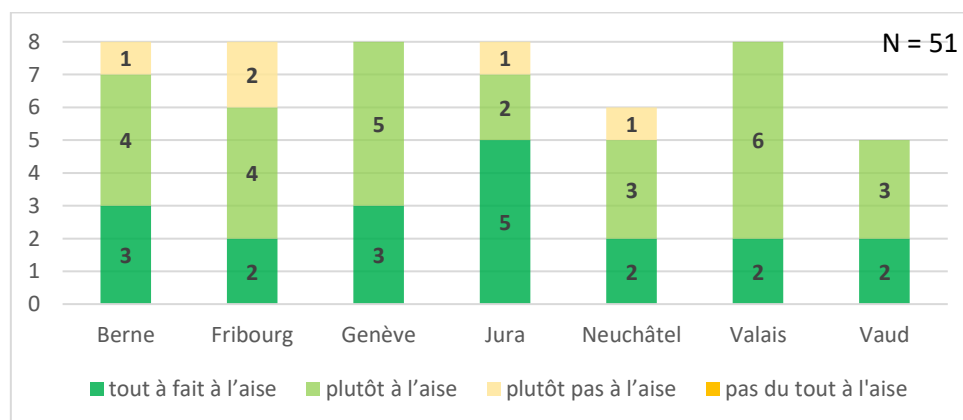


Figure 12 Sentiment d'aisance personnelle par rapport à l'utilisation de la / des calculatrice(s) à disposition, selon le canton



La situation semble par ailleurs relativement similaire dans l'ensemble de la Romandie. Signalons toutefois que, bien que présentés par canton, les résultats ne peuvent être considérés comme représentatifs dans la mesure où l'échantillon par canton est très restreint (8 répondant·es par canton au maximum). Dans le canton de Genève, l'ensemble des enseignant·es indiquent être « plutôt à l'aise » ou « tout à fait à l'aise ». Le fait que toutes les classes genevoises soient équipées d'un seul et même modèle de calculatrices et que la calculatrice soit autorisée pour une partie de l'épreuve cantonale externe de 8<sup>e</sup> année pourrait-il expliquer ce résultat ? Et qu'en est-il du Valais où 4 modèles de calculatrices différents sont signalés et que les épreuves cantonales externes n'autorisent pas l'usage de la calculatrice ?

### 3.1.3. Fréquence d'utilisation de la calculatrice

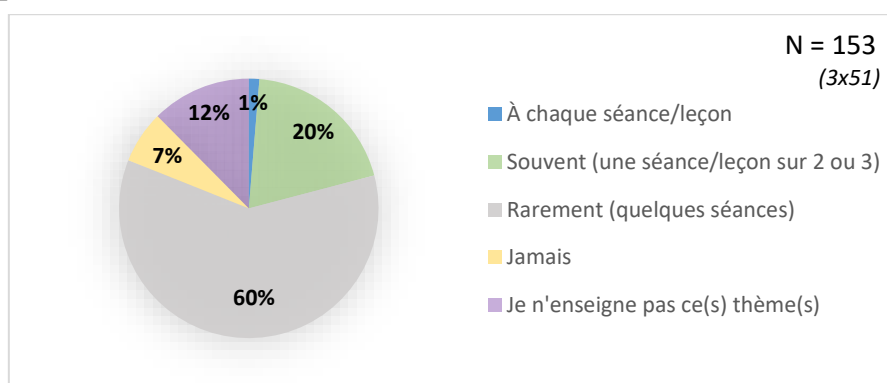


Figure 13 Fréquence moyenne d'utilisation de la calculatrice

Globalement (et tous thèmes confondus), la calculatrice est en moyenne peu autorisée : plus de la moitié des enseignant·es de 8<sup>e</sup> année indiquent qu'elle ne l'est que rarement. De plus, presque aucun·e enseignant·e ne l'utilise à chaque leçon.

Dans le graphique ci-dessous, nous présentons la fréquence d'utilisation de la calculatrice en fonction du thème abordé. Nous avons exclu de ces résultats les réponses « Je n'enseigne pas ce(s) thème(s) », d'où un total de réponse inférieur à 51.

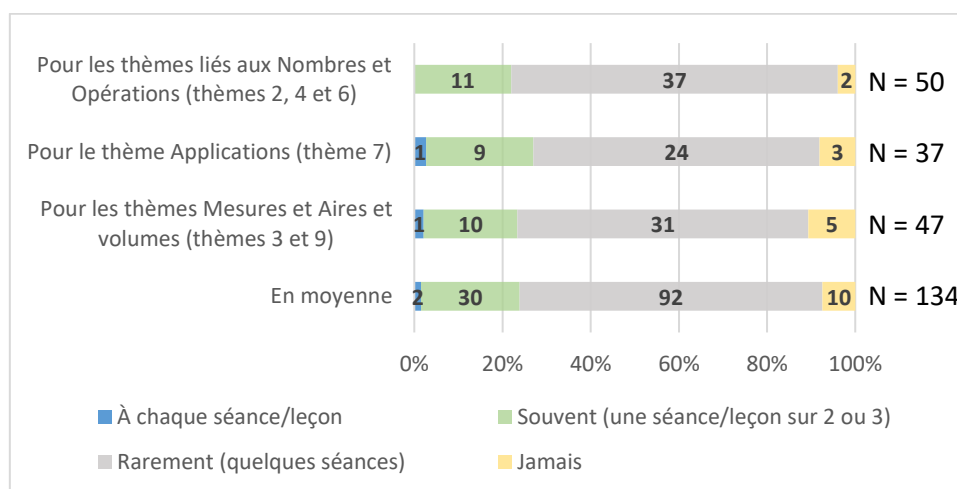


Figure 14 Fréquence d'utilisation de la calculatrice en fonction des thèmes abordés et en moyenne

Les données récoltées montrent qu'il y a peu de différence de recours à la calculatrice en fonction du thème. La fréquence moyenne de son utilisation est similaire quel que soit le thème abordé. Tant pour les thèmes 3 *Mesures* et 9 *Aires et volumes* que pour le thème 7 *Applications* et les thèmes 2, 4 et 6 liés aux *Nombres et Opérations*, elle est utilisée au moins une leçon sur deux ou trois par une dizaine d'enseignant·es, mais la majorité (entre 24 et 37 répondant·es) ne la mettent à disposition de leurs élèves que pour quelques séances. Nous pouvons noter une fréquence d'utilisation de la machine légèrement supérieure pour le thème 7 *Applications*. Par ailleurs, quelques personnes (entre 2 et 5 selon les thèmes) ne permettent jamais à leurs élèves d'avoir recours à la calculatrice. Relevons encore la remarque tout à fait pertinente d'un·e enseignant·e qui souligne que « l'utilisation de la calculatrice dépend de l'objectif de l'exercice précis ».

En outre, les résultats mettent en avant une faible variabilité intra-enseignant·e, la calculatrice étant déclarée comme utilisée de manière assez homogène entre les thèmes (cf. tableau de l'annexe 2.1). Autrement dit, une même personne indique utiliser soit plutôt rarement soit plutôt fréquemment la machine, et ce pour chacun des thèmes évoqués. Seul·es 3 enseignant·es ont des réponses qui varient de plus d'un point sur l'échelle de Lickert entre les trois thèmes (par exemple souvent-souvent-jamais). Les réponses des autres répondant·es sont identiques pour les trois thèmes ou ne varient que d'un point : 29 individus répondent par exemple mettre « rarement » ou « jamais » la calculatrice à disposition pour l'ensemble des thèmes qu'ils enseignent (ce qui montre une fois de plus que c'est une majorité qui l'autorise peu), quel que soit le thème abordé. L'une de ces personnes ne donne même « jamais » accès à la machine, et ce pour les trois catégories de thèmes interrogés. Les variations inter-enseignant·es sont toutefois plus importantes, les moyennes d'utilisation déclarée de la calculatrice pour chacun des thèmes allant de 1 (= jamais) à 3,7 (entre souvent (= 3) et à chaque leçon (= 4)).

#### **3.1.4. Enseignant·es qui n'autorisent que « rarement » ou « jamais » la calculatrice**

Sur les 51 enseignant·es, 29 indiquent qu'en moyenne leurs élèves sont « rarement » ou « jamais » autorisés à utiliser la calculatrice pour les trois catégories de thèmes proposées. Il s'agit de 6 enseignant·es bernois·es (sur 8), 7 fribourgeois·es (sur 8), 3 genevois·es (sur 8), 5 jurassien·nes (sur 8), 4 neuchâtelois·es (sur 6), 1 valaisan·ne (sur 8) et 3 vaudois·es (sur 5). La fréquence d'utilisation de la machine est ainsi (très) faible pour plus de la moitié (!) des classes. Les raisons invoquées par ces 29 personnes sont les suivantes :

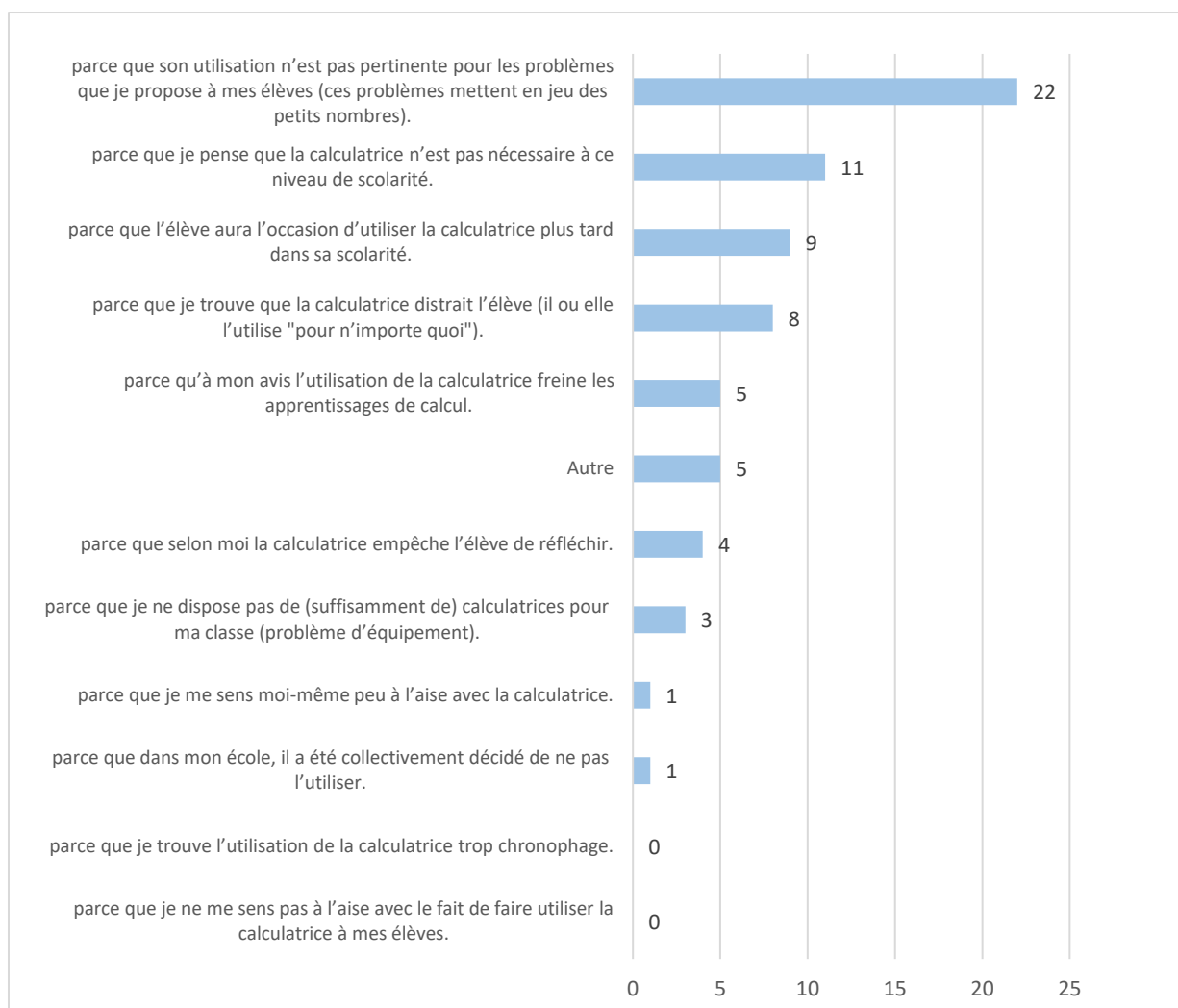


Figure 15 Raisons invoquées par les enseignant-es mettant « rarement » ou « jamais » la calculatrice à disposition de leurs élèves

La principale raison citée (22) est la non-pertinence de la calculatrice au regard des tâches soumises à leurs élèves. Cela nous amène à nous questionner sur les énoncés des problèmes que ces enseignant-es leur proposent : sont-ce toujours des tâches pour lesquelles seuls des petits nombres sont en jeu, autrement dit où les calculs à effectuer sont suffisamment simples pour être faits de tête ou effectués rapidement en colonnes ? Si tel est effectivement le cas, cette contrainte sur les énoncés peut potentiellement avoir un effet sur les apprentissages des élèves dans la mesure où les valeurs numériques choisies peuvent changer les procédures de résolution possibles. En effet, un problème divisif faisant intervenir de petits nombres permet par exemple le recours à la procédure par addition itérée, alors qu'elle devient complexe et trop chronophage avec des valeurs numériques plus grandes, ce qui a un impact sur les connaissances mobilisées. Nous nous demandons d'ailleurs si les enseignant-es sont conscient-es de cette limitation en termes d'activité mathématique. Nous pouvons aussi émettre l'hypothèse que la maîtrise technique des calculs est extrêmement importante pour ces personnes (comme si elles veulent que leurs élèves soient des « cracks » en calcul), ce qui expliquerait que la calculatrice ne soit majoritairement pas autorisée, peu importe la « taille » des nombres en jeu. Une « tension » entre calcul et résolution de problèmes est ainsi à signaler :

l'importance potentiellement accordée aux calculs par ces enseignant·es l'est peut-être au détriment de la résolution de problèmes dont l'enjeu n'est justement pas calculatoire.

Plusieurs enseignant·es pensent également qu'elle n'est pas nécessaire à ce niveau de scolarité (11) et/ou que l'élève aura l'occasion de l'utiliser plus tard dans sa scolarité (9). Certain·es répondant·es estiment aussi que son utilisation freine les apprentissages de calcul (5) et/ou empêche l'élève de réfléchir (4). Seule une personne n'en autorise pas l'accès en raison d'un manque d'aisance personnelle avec la calculatrice. Parmi les autres raisons citées figurent la non-nécessité de la calculatrice pour certains thèmes ou son utilisation uniquement pour des problèmes spécifiques (comprenant beaucoup d'étapes ou pour gagner du temps par exemple). Une personne précise encore que « plusieurs facteurs doivent être réunis pour qu'ils [les élèves] puissent l'utiliser : recherche longue et fastidieuse, nombreux calculs, calculs difficiles ou encore non travaillés (divisions avec nombres décimaux par exemple), et/ou parce que c'est la démarche utilisée qui m'importe plus que le résultat (résolution de problèmes) ».

### 3.1.5. Enseignant·es qui autorisent « à chaque séance » ou « souvent » la calculatrice pour un ou plusieurs thèmes

Les 22 enseignant·es mettant « à chaque séance » ou « souvent » la calculatrice à disposition de leurs élèves au moins pour l'une des catégories de thèmes citées emploient les fonctionnalités suivantes :

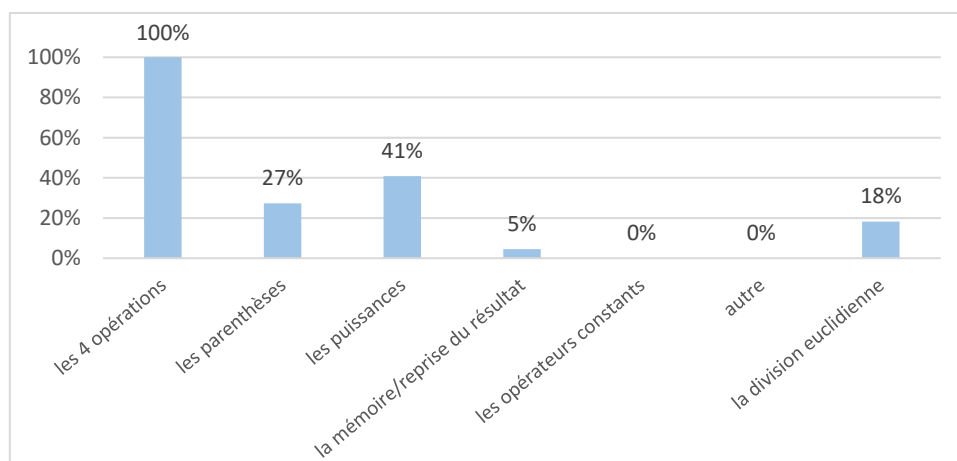


Figure 16 Fonctionnalités de la calculatrice utilisées, selon les enseignant·es

Sans surprise, les fonctionnalités les plus utilisées et par l'ensemble des enseignant·es sont les 4 opérations de base. Parmi les 7 classes interrogées ayant régulièrement accès à la machine qui sont équipées du modèle « Ti Primaire Plus » lequel dispose de la touche « division euclidienne », 4 (soit 67%) utilisent cette fonctionnalité. Nous pouvons nous demander si les personnes qui pourraient l'utiliser mais ne le font pas ne sont pas à l'aise avec cette dernière ou si elles ne la connaissent pas ou peu. Les puissances et les parenthèses sont également des fonctionnalités utilisées par plusieurs classes de 8<sup>e</sup> (respectivement 9 et 6), contrairement à la mémoire/reprise du résultat précédent utilisée par 1 seul·e enseignant·e et aux opérateurs constants que n'en exploite aucun·e. Dans le

PER, il est pourtant attendu que les élèves de fin de cycle 2 connaissent non seulement les quatre opérations de base, mais également la reprise de la réponse précédente et l'emploi des parenthèses (CIIP, 2010b). Néanmoins, les élèves sont plus nombreux·euses à dire savoir utiliser ces fonctionnalités, comme le montre le graphique ci-dessous. Sur les 176 élèves dont les productions ont été analysées dans le deuxième volet de notre étude, près de 90% signalent connaître et utiliser les parenthèses (alors que les enseignant·es sont 27% à affirmer utiliser cette fonctionnalité), et près du tiers déclare avoir recours à la mise en mémoire et reprise d'un résultat (contre 5% des enseignant·es).

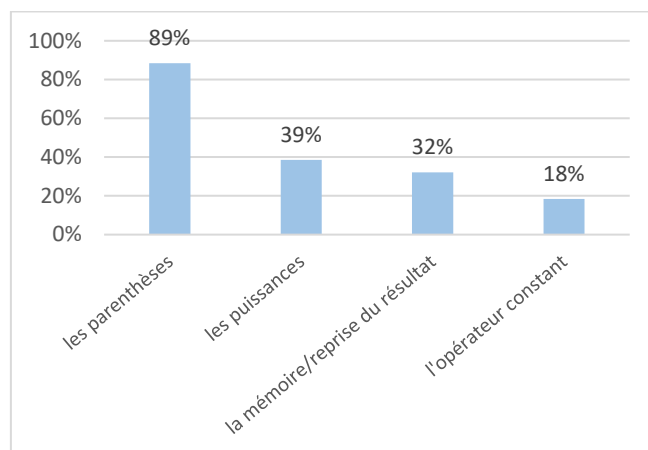


Figure 17 Fonctionnalités de la calculatrice connues et utilisées, selon les élèves

Comme le montre le graphique ci-dessous, en situation d'évaluation, la majorité des classes (64%) ont « parfois » la calculatrice à disposition. 32% des enseignant·es ne l'autorisent jamais, et aucune ne l'autorise à chaque évaluation.

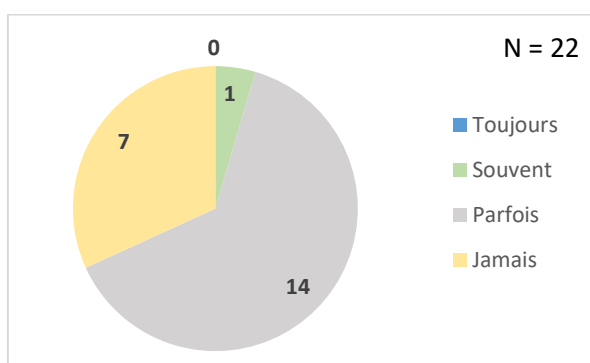


Figure 18 Accès à la calculatrice en situation d'évaluation

Ces 22 enseignant·es donnant relativement fréquemment accès à la calculatrice en situation d'enseignement-apprentissage, au moins pour l'un des thèmes, une différence notable est ainsi constatée en situation d'évaluation où ils et elles l'autorisent nettement moins. Le fait que la majorité des classes l'utilisent très peu en évaluation nous questionne sur cette rupture : cela signifie-t-il que les évaluations portent essentiellement sur des compétences techniques ? Si la résolution de problèmes fait également partie de l'évaluation, pourquoi ne pas mettre la calculatrice à disposition des élèves, au moins pour une partie de l'évaluation ? C'est d'ailleurs le dispositif

prévu par les évaluations cantonales externes qui l'autorisent pour une partie plutôt axée sur la résolution de problèmes. Dans les cantons de Genève, Vaud et plus récemment Fribourg, les élèves disposent en effet de la calculatrice pour une partie de l'épreuve. Néanmoins, dans nos données, aucune tendance ne se dessine par canton au niveau de la fréquence de mise à disposition de la calculatrice (cf. annexe 2.2)... Il semble plutôt s'agir de pratiques personnelles et la « pression » des évaluations externes n'a visiblement pas d'influence.

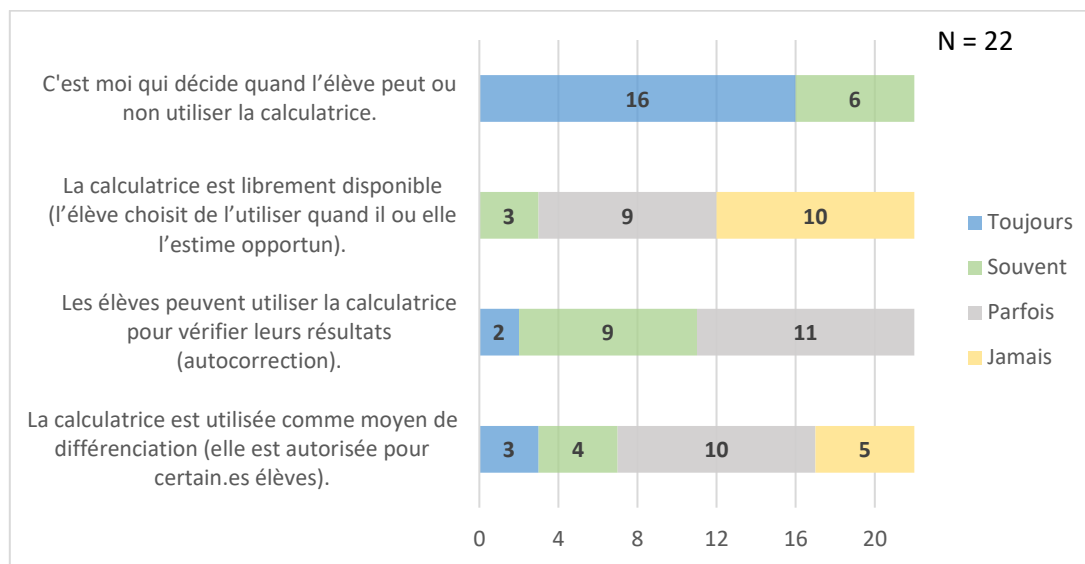


Figure 19 Pratiques d'enseignement déclarées en 8<sup>e</sup> année

Tou·tes les répondant·es indiquent que ce n'est « jamais » ou seulement « parfois » que revient aux élèves la décision d'utiliser ou non la calculatrice. Dans la plupart des cas, c'est l'enseignant·e qui décide quand ses élèves peuvent l'employer<sup>28</sup>. Pourtant, la pertinence de son utilisation en fonction de la situation et des calculs à effectuer est discutée en classe par une dizaine de personnes interrogées. En effet, comme le montre le graphique ci-dessous, 10 d'entre elles disent en parler avec leurs élèves lors de la résolution d'activités du thème abordé en classe et 3 autres indiquent le faire de la même manière mais précisent le faire rarement. Les 9 enseignant·es restant·es discutent rarement avec leurs élèves du fait que la calculatrice représente ou non l'outil de calcul le plus approprié dans une situation donnée. En revanche, aucun·e répondant·e n'utilise des activités « à part », spécialement choisies pour traiter de la pertinence de l'usage de la calculatrice avec ses élèves.

<sup>28</sup> Nous avons exclu l'item « C'est moi qui décide quand l'élève peut ou non utiliser la calculatrice. » de nos analyses dans la mesure où sa formulation pose problème. En effet, la question pouvant être comprise de différentes manières, elle n'est pas valide car elle ne permet pas de mesurer ce qu'elle est censée mesurer.

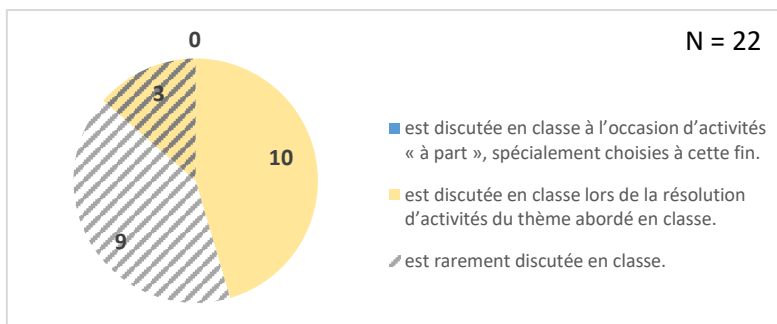


Figure 20 L'utilisation de la calculatrice comme outil de calcul le plus approprié (ou non) dans des situations données...

Au niveau de l'utilisation de la machine, peu voire pas d'élèves rencontrent des difficultés d'après leur enseignant·e. Seule une personne signale que c'est le cas de beaucoup d'élèves :

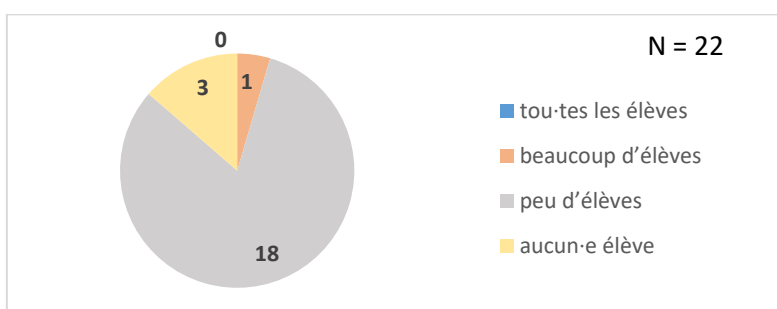


Figure 21 Difficultés rencontrées déclarées quant à l'utilisation de la calculatrice en 8<sup>e</sup> année

Les réponses des élèves vont dans le même sens. Sur les 176 réponses analysées (dont 2 manquantes), 96% indiquent être « tout à fait » ou « plutôt » d'accord avec le fait de ne pas avoir de difficulté à utiliser la calculatrice. Près du deux tiers sont même très à l'aise avec son utilisation, alors que seuls 4% estiment moins bien la maîtriser.

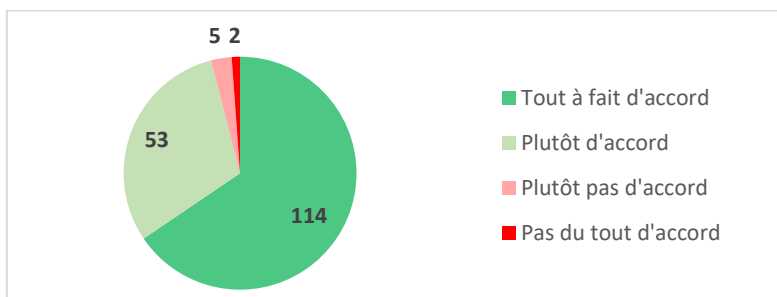


Figure 22 Réponse des élèves à la question « Je n'ai pas de difficulté à utiliser une calculatrice. »

Ces résultats correspondent à ce à quoi nous nous attendions en élaborant les questionnaires et ils nous semblent cohérents avec le fait que la majorité des classes utilisent uniquement (ou principalement) les 4 opérations, c'est-à-dire les fonctionnalités basiques de la calculatrice faisant partie des attentes fondamentales du PER, ce qui peut expliquer que les difficultés rencontrées par les élèves sont rares. En ce qui concerne l'enseignement de l'utilisation des touches et des fonctionnalités de la machine, les pratiques sont partagées : 11 répondant·es le font, contre 11 aussi

qui ne le font pas. Tou·tes les enseignant·es dans le premier cas l'enseignent par le biais d'activités portant sur le thème abordé en classe. Aucun·e n'utilise des activités « à part », spécialement choisies à cette fin. Quant aux personnes qui n'apprennent pas à leurs élèves à utiliser la calculatrice, 7 indiquent ne pas le faire car les élèves savent déjà se servir de la calculatrice et de ses fonctionnalités et 2 invoquent l'aspect chronophage. 3 enseignant·es commentent leur réponse en mettant en avant l'utilisation des fonctionnalités de base uniquement<sup>29</sup>.

### **Mise à disposition de la calculatrice par les enseignant·es pour certaines tâches données**

Les 22 personnes qui mettent à disposition de leurs élèves la calculatrice « à chaque séance » ou « souvent » pour certains thèmes ont été amenées à se prononcer plus spécifiquement sur la manière dont elles le feraient pour différentes tâches proposées. Elles ont ainsi indiqué, pour chacune des tâches présentées, comment leurs élèves de 8<sup>e</sup> année seraient autorisé·es ou non à utiliser cet outil de calcul en situation d'enseignement-apprentissage. Nous avons exclu des résultats les réponses d'un·e enseignant·e qui a coché plusieurs items (à savoir « Oui, tou·tes les élèves », « Oui, mais seulement certain·es élèves », « Durant l'ensemble de la résolution de la tâche », « Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée » et « Pour vérifier le résultat (en fin de résolution) »), et ce pour les 5 premières tâches, en précisant que la mise à disposition de la calculatrice dépend de l'objectif. En résolution de problèmes par exemple, elle serait autorisée. Cette remarque met en exergue le fait que la mise à disposition de la calculatrice ne dépend pas (uniquement) de la tâche proposée aux élèves mais aussi – et surtout – du contexte dans lequel elle leur est soumise et, par conséquent, de l'objectif visé.

#### ▪ **Problèmes pour lesquels la calculatrice est un outil de calcul**

##### **Tâche de résolution de problèmes 1 : Fête<sup>30</sup>**

On organise une fête, pour laquelle 3200 bouteilles ont été commandées. Ces bouteilles sont transportées dans des caisses, chacune contenant 15 bouteilles. Combien de caisses sont nécessaires pour transporter toutes les bouteilles ?

Pour ce problème numérique (divisif – division quotient), mettant en jeu des valeurs entières, « simples » et dont l'ordre de grandeur est le millier et le quotient a un reste (réponse non entière), les réponses des enseignant·es quant à la mise à disposition de la calculatrice pour l'effectuation du calcul sont présentées dans le tableau ci-après.

<sup>29</sup> « peu de fonctions [sont] utiles à ce degré », « comme la calculatrice n'a que les opérations de base je n'ai pas passé beaucoup de temps à expliquer... », les élèves « ne l'utilisent que pour les opérations de base ».

<sup>30</sup> Tâche inspirée de Chastellain, M. (2022). *Mathématiques sixième année : livre de l'élève*. (Edition 1985 revue et corrigée). Neuchâtel : COROME. (p. 24)



Tableau 1 Pratiques déclarées quant à l'utilisation de la calculatrice pour la tâche 1 – Fête<sup>31</sup>

		élèves concerné·es				total
		tou·tes les élèves	seulement certain·es élèves	aucun·e élève	sans précision	
calculatrice autorisée...	pour vérifier le résultat	1	3	3 <sup>32</sup>	0	7
	pour effectuer l'opération une fois posée	0	0	0	2	2
	durant l'ensemble de la résolution de la tâche	0	0	0	0	0
	sans précision	3	2	6	0	11
<b>total</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>20</b>

Les résultats montrent que, globalement, cette tâche serait plutôt proposée sans calculatrice. En effet, une majorité d'enseignant·es (9 sur 20) disent ne pas du tout l'autoriser, autrement dit pour aucun·e élève. 4 personnes la mettraient à disposition de tou·tes leurs élèves, tandis que d'autres (5) seulement pour certain·es élèves. Lorsqu'elle est autorisée, la calculatrice sert principalement à vérifier le résultat obtenu (autocorrection ?).

Un individu ayant répondu ne pas autoriser la calculatrice précise que ses « élèves sont capables de résoudre ce type de division : ici on travaille la division, donc c'est l'objectif de savoir faire une division ». Les répondant·es ont donc vraisemblablement considéré ce premier problème en phase d'entraînement (ou tout du moins pas en introduction à la division).

### Tâche de résolution de problèmes 2 : Drapeaux<sup>33</sup>

Sur une ficelle de 6 m, on accroche bout à bout des drapeaux carrés dont le côté mesure 7,2 cm. Combien de drapeaux peuvent être accrochés au maximum ?

Pour ce deuxième problème numérique (divisif – division quotient), requérant une conversion d'unité, mettant en jeu de petits nombres décimaux (dont l'ordre de grandeur est l'unité), et dont le

<sup>31</sup> À noter que ne figure pas dans ce tableau la réponse d'un·e répondant·e ayant sélectionné « seulement certain·es élèves » et « aucun·e élève », cette réponse étant difficile à interpréter sans précision supplémentaire.

<sup>32</sup> Un·e enseignant·e ayant répondu « Non, aucun·e élève » et « Pour vérifier le résultat (en fin de résolution) » précise que, « de manière générale, la calculatrice n'est pas autorisée sauf cas particulier (grands nombres par exemple) ou succession de tâches (certains calculs à effectuer en colonnes) puis certains où la démarche suffit et dans ce cas, [la] calculatrice [est] autorisée ».

<sup>33</sup> Tâche inspirée de Chastellain, M. (2022). *Mathématiques sixième année : livre de l'élève*. (Edition 1985 revue et corrigée). Neuchâtel : COROME. (p. 24)

quotient a aussi un reste (réponse non entière), les personnes interrogées sont plus nombreuses à autoriser la calculatrice pour l'effectuation du calcul :

Tableau 2 Pratiques déclarées quant à l'utilisation de la calculatrice pour la tâche 2 – Drapeaux

		élèves concerné·es				total
		tou·tes les élèves	seulement certain·es élèves	aucun·e élève	sans précision	
calculatrice autorisée...	pour vérifier le résultat	0	3	1	0	4
	pour effectuer l'opération une fois posée	1	1	0	3	5
	durant l'ensemble de la résolution de la tâche	3	0	0	0	3
	sans précision	4	2	3	0	9
	<b>total</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>21</b>

Davantage d'enseignant·es autoriseraient l'usage de la calculatrice pour ce problème que pour le précédent, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'une division avec un diviseur décimal est à effectuer. Seuls 4 individus ne la mettraient pas du tout à disposition (contre 9 pour la tâche 1). Le double l'autoriserait pour tou·tes leurs élèves (8 ici contre 4 auparavant). De manière générale, les pratiques quant au moment où les élèves auraient la calculatrice à disposition sont plus partagées : 3 enseignant·es y donneraient accès durant l'ensemble de la tâche, 5 uniquement pour effectuer l'opération une fois celle-ci posée et 4 comme moyen d'(auto)correction. Lorsqu'elle est possiblement utilisée comme moyen de différenciation, soit lorsque seulement certain·es élèves y ont accès, ils et elles peuvent majoritairement l'employer pour vérifier le résultat. Une personne commente sa réponse « seulement certain·es élèves » en disant que « si l'objectif est sur *longueurs et mesures* j'autoriserais la calculatrice », et une autre précise que « certain·es élèves sont capables de faire cette opération ».

**Tâche de résolution de problèmes 3 : Budget d'un camp de classe**<sup>34</sup>

- Participants : 22 élèves et 3 adultes
- Location du chalet pour une semaine : Fr. 2'200.-
- Pension du lundi soir au samedi midi (5 jours complets) : Fr. 18.- par jour et par personne
- Voyage (billet collectif) : Fr. 12.- par élève, Fr. 18.- par adulte, gratuit pour l'un des adultes accompagnants
- Loisirs (piscine, visite, etc.) : Fr. 10.- par élève
- Divers (matériel, pharmacie, etc.) : Fr. 250.-
- Subvention communale : Fr. 80.- par élève
- Recette d'une vente organisée par la classe pour financer le camp : Fr. 980.-

Combien chaque élève devra-t-il payer pour participer à ce camp ?

Voici les réponses des enseignant·es en ce qui concerne cette troisième tâche complexe requérant plusieurs opérations (problème numérique additif, multiplicatif et divisif – division partition), mettant en jeu des nombres entiers (de l'ordre du millier), et dont le quotient est décimal (réponse non entière) :

Tableau 3 Pratiques déclarées quant à l'utilisation de la calculatrice pour la tâche 3 – Budget d'un camp de classe

		élèves concerné·es				total
		tou·tes les élèves	seulement certain·es élèves	aucun·e élève	sans précision	
calculatrice autorisée...	pour vérifier le résultat	0	2	2	0	4
	pour effectuer les opérations une fois posées	0	2	0	1	3
	durant l'ensemble de la résolution de la tâche	3	0	0	0	3
	sans précision	8	1	2	0	11
total		11	5	4	1	21

La fréquence de mise à disposition de la calculatrice pour cette tâche est identique que pour la deuxième tâche : à nouveau 4 personnes indiquent la mettre à disposition d'aucun·e de leurs élèves. Au vu du nombre de calculs à réaliser pour résoudre ce problème, ces résultats nous surprennent quelque peu : nous nous attendions à une différence plus importante par rapport à la tâche précédente ne nécessitant qu'un seul calcul. Serait-ce lié au fait que les nombres en jeu dans ce troisième problème sont des entiers et/ou que la majorité des opérations à réaliser sont des multiplications et des additions ? Cela signifie-t-il que les individus interrogés estiment que

<sup>34</sup> Source : Chastellain, M. (2022). *Mathématiques sixième année : livre de l'élève*. (Edition 1985 revue et corrigée). Neuchâtel : COROME. (p. 18)

l'effectuation des calculs est ici aussi importante que la résolution de problèmes ? Le cas échéant, la durée nécessaire pour la résolution est importante : tout ce temps requis pour résoudre ce problème en effectuant tous les calculs à la main est-il effectivement laissé par les répondant·es à leurs élèves ?

Lorsqu'elle serait autorisée, la calculatrice serait plutôt accessible durant l'ensemble de la résolution de la tâche. Pour les personnes indiquant la mettre à disposition d'une partie de la classe uniquement, la calculatrice servirait alors tant à vérifier le résultat (2) qu'à effectuer l'opération une fois celle-ci posée (2). Au vu du nombre de calculs à réaliser ici pour répondre à la question posée, nous nous questionnons sur la manière dont la mise à disposition de la calculatrice uniquement pour effectuer l'opération peut être gérée en classe. Un·e enseignant·e dans ce cas précise que « je l'autoriserais pour un élève en difficulté » et un·e autre en donnant l'accès à tou·tes ses élèves « si besoin ».

La même question a été posée pour cette quatrième tâche complexe :

**Tâche de résolution de problèmes 4 : Courses de haies<sup>35</sup>**

En athlétisme, dans une course de haies, il y a toujours la même distance entre deux haies. Dans quelle course y a-t-il le plus de haies à franchir ?

The diagram illustrates three hurdle races with the following specifications:

- 110 m (hommes):** Distance between hurdles is 9,14 m. Distance from start to first hurdle is 13,72 m. Distance from last hurdle to finish is 14,02 m.
- 200 m (hommes):** Distance between hurdles is 18,29 m. Distance from start to first hurdle is 18,29 m. Distance from last hurdle to finish is 17,10 m.
- 400 m (hommes):** Distance between hurdles is 35 m. Distance from start to first hurdle is 45 m. Distance from last hurdle to finish is 40 m.

Comme pour le précédent, ce problème requiert plusieurs opérations (problème numérique soustractif et divisif – division quotient, dont le quotient est entier), mais il met en jeu des nombres décimaux de l'ordre des centaines et demande l'interprétation du quotient.

<sup>35</sup> Source : Chastellain, M. (2022). *Mathématiques sixième année : livre de l'élève*. (Edition 1985 revue et corrigée). Neuchâtel : COROME. (p. 28)

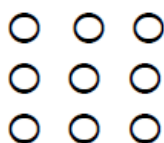
Tableau 4 Pratiques déclarées quant à l'utilisation de la calculatrice pour la tâche 4 – Courses de haies<sup>36</sup>

		élèves concerné·es				total
		tou·tes les élèves	seulement certain·es élèves	aucun·e élève	sans précision	
calculatrice autorisée...	pour vérifier le résultat	0	2	1	0	3
	pour effectuer les opérations une fois posées	1	0	0	0	1
	durant l'ensemble de la résolution de la tâche	3	0	0	1	4
	sans précision	9	1	2	0	12
<b>total</b>		<b>13</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>20</b>

Pour une telle tâche de résolution de problèmes où plusieurs données sont à mettre en relation et où les calculs sont nombreux, une majorité d'individus donneraient accès à la calculatrice à tou·tes leurs élèves (ils sont encore plus nombreux à le faire que pour les tâches précédentes), mais 2 ou 3<sup>37</sup> ne l'autoriseraient tout de même pas du tout. Le fait que les opérations impliquent des nombres décimaux peut, selon nous, expliquer ce fréquent recours à la machine. Parmi les 3 enseignant·es qui la mettraient à disposition d'une partie de leurs élèves uniquement, 2 précisent qu'ils et elles pourraient l'utiliser pour vérifier le résultat. Globalement, lorsqu'elle est autorisée, la calculatrice l'est plutôt durant l'ensemble de la résolution de la tâche.

#### Tâche de résolution de problèmes 5 : Plantons des choux<sup>38</sup>

Un jardinier décide de planter des choux « en carré ». Par exemple, avec 9 choux, il obtient la disposition suivante :



Est-il possible de disposer « en carré » 324 choux ? Et 2 700 choux ?

Quant au problème de recherche ci-dessus, mettant en jeu des nombres entiers de l'ordre des milliers et faisant appel à la multiplication, la majorité des personnes autoriseraient aussi la calculatrice,

<sup>36</sup> Pour cette tâche également, nous avons exclu la réponse « seulement certain·es élèves » et « aucun·e élève » d'un·e répondant·e.

<sup>37</sup> La réponse « aucun·e élève » « pour vérifier le résultat » est difficilement interprétable. Cela signifierait-il que les élèves y auraient tout de même accès, mais à d'autres fins ?

<sup>38</sup> Source : Charnay, R. (2004). Des calculatrices à l'école primaire ? Oui ? Non ? Pourquoi ? Comment ? *Grand N*, 74, 67-75. <http://pedagogie-62.ac-lille.fr/cycle-2/mathematiques/revue-n/des-calculatrices-a-l-ecole-primaire-oui-non.pdf> (p. 71)

mais elles sont visiblement un peu moins nombreuses à la mettre à disposition de l'ensemble de leurs élèves. Le tableau ci-dessous montre que 4 enseignant-es la leur mettraient à disposition durant l'ensemble de la résolution, pour réaliser les nombreux tests. Comme pour la tâche précédente, lorsque la calculatrice est à disposition d'une seule partie de la classe, les élèves pourraient l'utiliser pour vérifier le résultat.

Tableau 5 Pratiques déclarées quant à l'utilisation de la calculatrice pour la tâche 5 – *Plantons des choux*

		élèves concerné·es				total
		tou·tes les élèves	seulement certain·es élèves	aucun·e élève	sans précision	
calculatrice autorisée...	pour vérifier le résultat	0	2	0	1	<b>3</b>
	pour effectuer les opérations une fois posées	1	0	0	1	<b>2</b>
	durant l'ensemble de la résolution de la tâche	2	1	0	1	<b>4</b>
	sans précision	8	1	3	0	<b>12</b>
<b>total</b>		<b>11</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>21</b>

Sur la base des résultats (non généralisables) obtenus, l'utilisation de la machine se distingue surtout pour le premier problème pour lequel la machine serait nettement moins fréquemment autorisée. Les pratiques d'usage de la machine déclarées pour les problèmes 3, 4 et 5 sont très proches. De manière générale, pour cette première catégorie de problèmes pour lesquels la calculatrice a un statut « d'outil », elle serait globalement plus fréquemment mise à disposition des élèves lorsque les nombres en jeu sont non entiers et/ou que les calculs à réaliser sont nombreux. À titre d'illustration, les résultats quant à la mise à disposition de la calculatrice sont similaires pour une tâche divisive nécessitant une seule division (avec un diviseur décimal) et pour une tâche additive, soustractive et divisive avec de nombreux calculs à réaliser. Utilisée comme moyen de différenciation, elle serait surtout autorisée à des fins de vérification.

Relevons encore que, dans la majorité des cas, les réponses d'un même individu sont stables (voir annexe 2.3). Ainsi, 3 personnes ont répondu autoriser la calculatrice pour tou·tes leurs élèves pour les cinq tâches, 2 seulement pour certain·es élèves et 2 autres encore pour aucun·e élève (pour ces 2 dernières, nous nous demandons dans quels cas et pour quels types de tâches la calculatrice est ainsi autorisée en classe, d'autant plus en sachant que toutes deux ont répondu l'utiliser « souvent » pour les thèmes liés aux *Nombres* et *Opérations*). 6 autres la mettraient à disposition pour toutes ces tâches, mais parfois pour tou·tes leurs élèves, parfois seulement pour certain·es. Un·e autre enseignant·e encore indique l'autoriser pour vérifier le résultat pour les trois premières tâches et

durant l'ensemble de la résolution pour les 2 dernières, sans préciser quel·les seraient les élèves concerné·es. Parmi les 7 enseignant·es restant·es, aucun·e ne l'autoriserait pour la première tâche, et leurs réponses varient pour les problèmes suivants (globalement, elle est soit mise à disposition de tou·tes les élèves, soit seulement de certain·es). Il semblerait ainsi que les pratiques en termes d'utilisation de la calculatrice soient assez partagées d'une classe à l'autre.

▪ **Problèmes où la calculatrice est au centre de l'activité mathématique**

Ces mêmes 22 enseignant·es ont également été amené·es à se prononcer sur leurs pratiques par rapport à des tâches pour lesquelles la calculatrice est au centre de l'activité mathématique. Les deux tâches suivantes où la calculatrice est, dans le premier cas, utilisée comme moyen d'introduire une nouvelle notion et, dans le second cas, permet de travailler sur les propriétés des nombres (numération) leur ont été présentées :

**Multiplication lacunaire**<sup>39</sup>

Tu as une calculatrice à disposition et tu dois trouver le nombre qui convient pour compléter l'égalité suivante, sans utiliser la touche « : »

$$\dots \times 6 = 46$$

Écris tous les calculs que tu fais.

**Sans la touche « x »**<sup>40</sup>

Avec la calculatrice, mais sans utiliser la touche [x], trouve le résultat des calculs suivants en un minimum de coups :

$$64 \times 3 \qquad 64 \times 12 \qquad 64 \times 99 \qquad \dots$$

Les réponses montrent que les enseignant·es proposent très peu de tâches de ce type à leurs élèves de 8<sup>e</sup> année (voir figure 23), autrement dit où la calculatrice devient un objet d'étude (et pas uniquement un outil). La plupart des personnes interrogées (13) ne proposent pas du tout ce type de tâches à leurs élèves. Les autres le font seulement occasionnellement (une ou quelques fois par année), mais aucune n'en propose plusieurs fois par année. On peut penser que ce résultat est à mettre en lien avec le fait que ce type de tâches est peu présent dans les moyens d'enseignement officiels.

<sup>39</sup> Source : Chastellain, M. & Jaquet, F. (2001). *Mathématiques cinquième année : livre de l'élève*. (Édition 1984 revue et corrigée). Neuchâtel : COROME. (p. 28)

<sup>40</sup> Source : Charnay, R. (2004). Des calculatrices à l'école primaire ? Oui ? Non ? Pourquoi ? Comment ? *Grand N*, 74, 67-75. <http://pedagogie-62.ac-lille.fr/cycle-2/mathematiques/revue-n/des-calculatrices-a-l-ecole-primaire-oui-non.pdf> (p. 73)

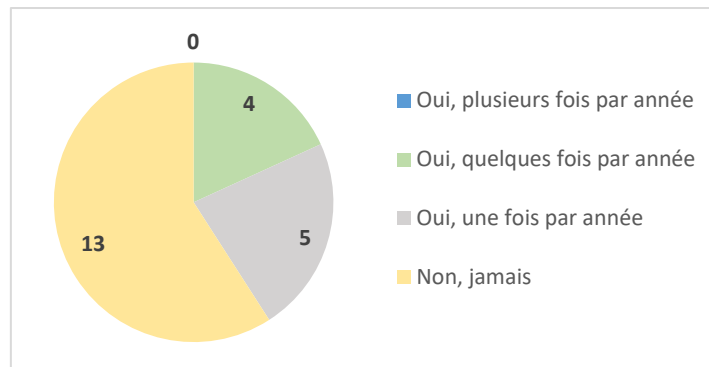


Figure 23 Fréquence déclarée quant à la soumission de tâches où la calculatrice est au centre du problème à des élèves de 8<sup>e</sup> année

▪ **Tâches permettant de traiter de la pertinence et des fonctionnalités de la calculatrice**

L'exemple de tâche suivant vise à permettre aux élèves de constater l'utilité/la pertinence ou non de la calculatrice pour effectuer certains calculs (il s'agit de voir quel outil est le plus efficace) :

**À vos marques, prêts, partez !**

Fais un concours avec un camarade de classe. L'un de vous deux résout les calculs suivants à la calculatrice, l'autre mentalement. Qui sera le plus rapide ?

1)  $45 + 50 =$  \_\_\_\_\_

5)  $250 \times 4 + 20 =$  \_\_\_\_\_

2)  $7 \times 8 =$  \_\_\_\_\_

6)  $1'000 - (327 + 23) =$  \_\_\_\_\_

3)  $250 + 30 + 170 + 350 =$  \_\_\_\_\_

7)  $(210 : 7) + 100 =$  \_\_\_\_\_

4)  $900 : 3 =$  \_\_\_\_\_

8)  $4'500 : 5 =$  \_\_\_\_\_

Quant à celui-ci, il permet d'entraîner l'utilisation de la calculatrice (et d'observer son fonctionnement, par exemple l'ordre dans lequel elle effectue les opérations) :

**À la calculatrice**

Effectue les calculs suivants à l'aide de la calculatrice :

1)  $18 + 147 \times 65 =$  \_\_\_\_\_

2)  $9^3 =$  \_\_\_\_\_

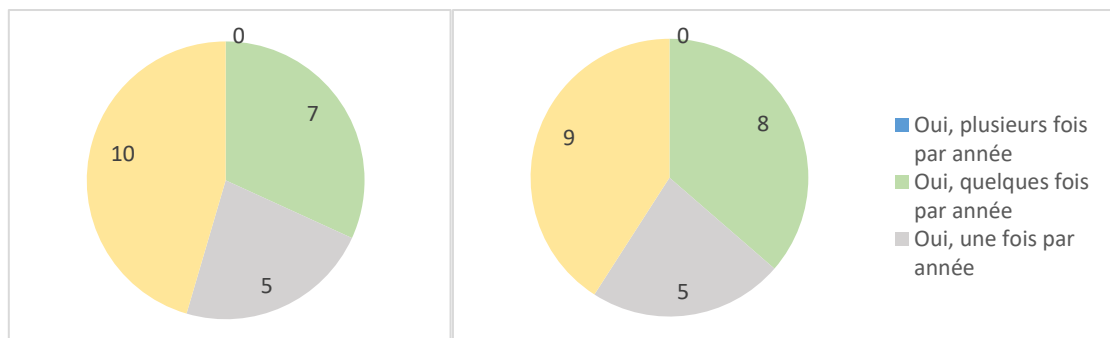
3)  $13 \times (187 + 9'239) =$  \_\_\_\_\_

4)  $9 \times (4'128 : 43 - 78) =$  \_\_\_\_\_

5)  $83 \times 4^2 =$  \_\_\_\_\_

En situation d'enseignement-apprentissage, rares sont à nouveau les enseignant-es qui proposent ce type de tâches à leurs élèves de 8<sup>e</sup> année, comme le montrent les résultats ci-dessous.





Figures 24 et 25 Fréquence déclarée quant à la soumission de tâches permettant de constater la pertinence ou non de la calculatrice pour effectuer certains calculs (à gauche) et de celles permettant d'entraîner son utilisation (à droite)

Mis en parallèle avec le fait que, d'après nos données, ce sont majoritairement les enseignant·es qui décident quand les élèves peuvent ou non utiliser la calculatrice, ces résultats nous paraissent cohérents.

### En guise de conclusion intermédiaire

Pour résumer, les données récoltées montrent qu'une même personne fait un usage cohérent de la calculatrice, majoritairement en tant qu'outil de calcul. Une certaine frilosité par rapport à son utilisation transparait à travers les résultats : 29 enseignant·es ne l'utilisent pas ou très peu en classe, et 22 l'autorisent davantage, mais toujours relativement peu fréquemment. Précisons qu'il s'agit là de déclarations d'enseignant·es, qui reflètent des « conceptions » visiblement assez partagées des enseignant·es romand·es (mais pas forcément de leur pratique effective). La faible fréquence d'utilisation de la machine constatée entraîne sûrement une survalorisation des calculs faits à la main. Cette tendance va-t-elle évoluer avec l'introduction prochaine des nouveaux moyens d'enseignement romands en 8<sup>e</sup> année, dans lesquels l'usage de la calculatrice pour certaines tâches est clairement précisé, tant pour l'enseignant·e que pour l'élève ? Un autre élément qui entre en jeu se joue lors de la formation. À notre connaissance, la calculatrice est un sujet qui y est encore peu abordé et qui s'avérerait pourtant pertinent : la formation pourrait avoir une influence sur les pratiques des enseignant·es.

Par ailleurs, le recours à cet outil de calcul pour « vérifier des résultats » nous questionne. Dans notre questionnaire, nous avons formulé notre item de cette manière pour reprendre et comprendre des expressions ou discours d'enseignant·es souvent entendus en milieu scolaire. Que signifie concrètement « donner la calculatrice pour vérifier le résultat » dans le cadre d'une résolution de problèmes ? Comment l'enseignant·e peut-il ou elle s'assurer que l'élève va l'utiliser uniquement pour contrôler des résultats ? Supposons que l'un des résultats vérifiés par l'élève à l'aide de cet outil s'avère incorrect, cela ne pourrait-il pas possiblement l'amener à remettre en cause son raisonnement ? Le cas échéant, la calculatrice serait vraisemblablement aussi utilisée à d'autres fins que le seul contrôle de résultats. Par conséquent, nous nous demandons s'il est réellement possible pour l'enseignant·e de maîtriser l'usage de la calculatrice uniquement pour vérifier un ou plusieurs résultats.

### 3.2. Présentation et analyse a priori des deux problèmes soumis à l'étude

Nous allons à présent présenter les deux tâches ayant fait l'objet du deuxième volet de cette étude ainsi que leur analyse *a priori*. Il s'agit de deux problèmes divisifs – qui s'inscrivent donc dans la catégorie des situations de proportion simple selon Vergnaud. Les élèves de 8<sup>e</sup> année ayant pris part au test pilote ont été amené·es à résoudre l'un sans et l'autre avec la calculatrice. Lorsqu'elle est autorisée, la machine se veut un outil de calcul. La représentation de la situation et sa modélisation – soit le choix de l'opération – restent entièrement à la charge de l'élève.

Au niveau du PER, ces deux problèmes s'inscrivent dans l'axe thématique *Opérations* et se rattachent à l'objectif d'apprentissage *MSN 23 — Résoudre des problèmes additifs et multiplicatifs...* Le chapitre concerné s'intitule *Éléments pour la résolution de problèmes*, et la principale progression des apprentissages en lien est la suivante : *Résolution de problèmes multiplicatifs et divisifs : situations d'itération, liées au produit cartésien, de produit de mesures, de proportionnalité* (CIIP, 2010b). L'objectif central de ces tâches consiste à vérifier si l'élève est capable de résoudre un problème divisif, et de voir s'il ou elle a acquis le sens de la division. Dans une certaine mesure, elles pourraient aussi permettre de voir si l'élève mobilise la division (euclidienne ou décimale) dans une situation de proportionnalité simple, autrement dit s'il ou elle traduit la situation par une division et l'effectue par écrit, tout en sachant que d'autres procédures permettent également de la résoudre.

Les problèmes choisis pour cette étude proviennent initialement d'épreuves cantonales externes, destinées à des élèves de 8<sup>e</sup> année. Ils ont été légèrement adaptés de manière à répondre aux besoins de notre recherche. Afin de pouvoir comparer les procédures mises en œuvre par les élèves pour les résoudre, nous avons, d'une part, veillé à ce que ces deux tâches puissent être traitées de différentes manières (plusieurs procédures possibles) et, d'autre part, à ce qu'elles présentent des caractéristiques similaires. Ainsi, leur structure mathématique (elles demandent la même opération) mais également les valeurs numériques qu'elles mettent en jeu sont proches. Dans les deux cas, il s'agit d'un problème divisif où le nombre de parts est recherché (division quotient). Les deux énoncés, assez courts, ne font pas intervenir de données inutiles (distracteurs) : ils contiennent uniquement deux données numériques différentes<sup>41</sup> de même ordre de grandeur (dont l'une est un nombre décimal), n'impliquant pas de transformation d'unités de mesure (de longueur ou de masse). Dans la mesure où les nombres en jeu peuvent avoir un impact sur les procédures et être un facteur encourageant ou non la mobilisation de la division, ils ont été choisis minutieusement. Les valeurs numériques, relativement petites, des deux problèmes ont ainsi été déterminées de manière à rendre la calculatrice utile pour réaliser la division, mais aussi à ce que l'opération soit réalisable par écrit, à l'aide de l'algorithme.

---

<sup>41</sup> Pour le problème intitulé *Long couloir*, trois valeurs numériques sont données dans l'énoncé, dont deux sont identiques. Ces trois informations sont nécessaires pour que le problème soit résoluble.

Par ailleurs, les deux problèmes demandent une interprétation du reste ou de la partie décimale selon qu'une division euclidienne ou décimale est réalisée pour trouver la réponse à la question posée. Le choix des variables en jeu a été opéré de sorte que le résultat arrondi de la division ne corresponde pas à la réponse attendue. Une réflexion sur le quotient non entier est ainsi nécessaire (que l'élève ait ou non la calculatrice à disposition d'ailleurs), et représente un deuxième objectif – moins prioritaire – de ces tâches évaluatives. Précisons que l'interprétation du reste diffère d'un problème à l'autre : dans un cas, la réponse attendue correspond à l'entier supérieur au quotient, dans l'autre à la part entière du quotient. Les deux tâches sont donc similaires, sans être trop proches non plus. Outre le contexte, la différence majeure d'un point de vue mathématique intervient à la fin de la résolution, lorsqu'il s'agit d'interpréter le résultat non entier de la division.

### 3.2.1. Long couloir

Le premier problème divisif soumis aux élèves avec ou sans accès à la calculatrice est intitulé « Long couloir » et formulé comme suit :

On souhaite recouvrir entièrement le sol d'un couloir rectangulaire de 47 m de long et 1,30 m de large avec du carrelage. On peut acheter des carreaux de carrelage de forme carrée mesurant 1,30 m de côté.

**Combien de carreaux doit-on acheter pour recouvrir entièrement le couloir ?**

La procédure experte pour résoudre cette tâche consiste à diviser la longueur du couloir par la longueur du côté d'un carreau de carrelage carré, soit à réaliser la division «  $47 : 1,30$  ». En effet, il est demandé ici le nombre de carreaux nécessaires pour recouvrir le couloir, autrement dit le nombre de fois qu'un carreau « entre » dans la longueur du couloir. Il s'agit donc bien d'une division quotient. Comme il n'est pas prévu d'acheter des « bouts » de carreaux ni de laisser une partie de couloir non recouverte, il convient ensuite d'arrondir le résultat de la division à l'entier supérieur. La réponse attendue est donc que l'on doit acheter 37 carreaux de carrelage pour recouvrir entièrement le couloir. Néanmoins, d'autres opérations et procédures permettent également d'arriver à la solution. Différentes démarches, ainsi que les potentielles erreurs qu'elles peuvent engendrer, sont détaillées dans l'annexe 3.1.

### 3.2.2. Poterie

La deuxième tâche divisive que les élèves ont été amenés à résoudre en ayant ou non la calculatrice à disposition a pour titre « Poterie ». Son énoncé est le suivant :

Pour confectionner des pots de fleurs, on a acheté de l'argile. Il faut 2,2 kg d'argile pour un pot.

**Combien de pots de fleurs peut-on confectionner avec 39 kg d'argile ?**

Comme pour le problème *Long couloir*, la mobilisation de la division correspond à la procédure experte pour répondre à la question posée. Il s'agit de diviser la masse totale d'argile (39 kg) par la masse d'argile nécessaire pour confectionner un pot de fleurs (2,2 kg), puis de retenir uniquement la partie entière du quotient. En d'autres termes, 17 pots de fleurs peuvent être façonnés avec 39 kg d'argile. D'autres opérations et procédures identifiées *a priori* pour résoudre ce problème sont présentées dans l'annexe 3.2. Elles sont accompagnées des erreurs qui pourraient intervenir lorsque les élèves les mettent en œuvre.

### 3.2.3. Analyse *a priori* : procédures possibles

Étant donné que la structure des deux problèmes est similaire, les procédures (et les erreurs) sont très proches et peuvent être schématisées comme suit :

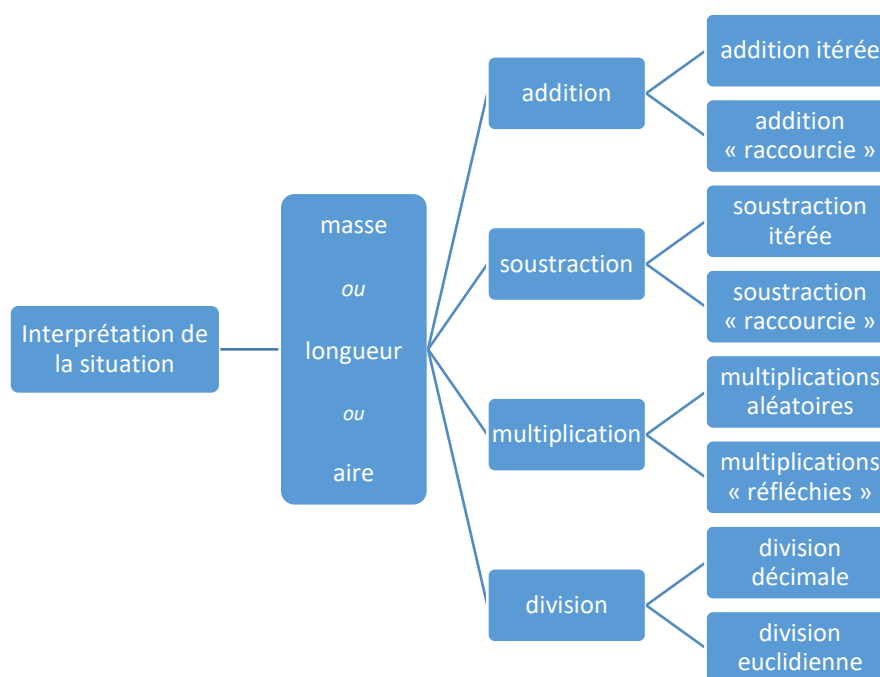


Figure 26 Procédures de résolution possibles pour les problèmes *Long couloir* et *Poterie*

L'**addition itérée** revient à additionner successivement le « mesurant<sup>42</sup> » de manière à (ne) juste (pas) dépasser la masse, longueur ou aire totale, puis à dénombrer le nombre de mesurants

<sup>42</sup> Dans le cadre du problème *Poterie*, il s'agit de la masse d'un pot de fleurs. Quant au problème *Long couloir*, le mesurant correspond à la longueur du côté d'un carreau de carrelage (respectivement de son aire).

additionnés. L'**addition** « **raccourcie** » correspond à une démarche de résolution similaire, la différence résidant dans le fait que des ensembles de mesurants sont constitués pour approcher de manière plus efficace la limite à atteindre.

La **soustraction itérée** revient à faire la procédure inverse, c'est-à-dire à soustraire successivement le mesurant de la masse, longueur ou aire totale, jusqu'à s'approcher le plus possible de 0 ou à le dépasser. Il s'agit ensuite de dénombrer le nombre de mesurants soustraits. La **soustraction** « **raccourcie** » correspond à nouveau à une démarche de résolution similaire, à la différence que des ensembles de mesurants sont constitués pour gagner en efficacité.

Les **multiplications aléatoires** consistent à multiplier par calcul réfléchi ou au moyen d'un algorithme le mesurant par des facteurs choisis aléatoirement, jusqu'à trouver le produit (ne) dépassant juste (pas) la masse, longueur ou aire totale, puis à identifier le facteur permettant de le faire, lequel correspond au nombre de mesurants nécessaires. Une démarche analogue peut être mise en œuvre (**multiplications** « **réfléchies** »), mais dans ce cas les multiplications sont effectuées par ajustement d'essais successifs, éventuellement par estimation de l'ordre de grandeur.

La **division**, qu'elle soit **décimale** ou **euclidienne**, repose sur la division de la masse, longueur ou aire totale par le mesurant, dont la partie non entière, respectivement le reste, du quotient demande à être interprétée (arrondissement à l'entier dans la situation « Poterie » étant donné que seuls des pots entiers peuvent être confectionnés et à l'entier supérieur dans le cas du problème « Long couloir » dans la mesure où le couloir doit être entièrement recouvert).

La figure 26 montre à quel point les procédures possibles pour résoudre les deux problèmes sont similaires. Soulignons que, dans tous les cas, l'interprétation est nécessaire : il s'agit notamment de comprendre si la masse, longueur ou aire totale (ne) doit juste (pas) être dépassée, et à quoi correspond le nombre de mesurants calculés. Comme déjà mentionné, les variables didactiques de ces problèmes ont été choisies de manière à ce que l'arrondi du quotient décimal ne permette pas d'arriver à la réponse attendue, afin de s'assurer que la solution donnée par l'élève découle de cette interprétation. Il s'agit donc bien pour lui ou elle de trouver la valeur approchée à l'unité par excès en ce qui concerne le nombre de carreaux de carrelage et par défaut pour le nombre de pots de fleurs.

Relevons encore que le problème *Long couloir*, de par son contexte, peut d'une part nécessiter la réalisation d'un schéma de la situation et, d'autre part être résolu par calcul d'aire dans la mesure où la largeur des carreaux et celle du couloir sont identiques. Ce n'est pas le cas de la tâche *Poterie*.

#### **3.2.4. Hypothèses de recherche**


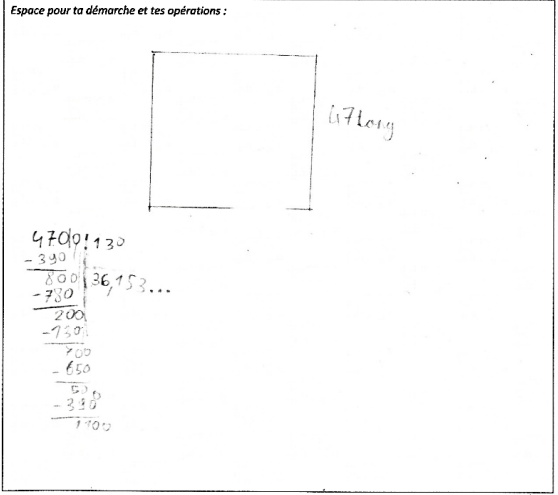

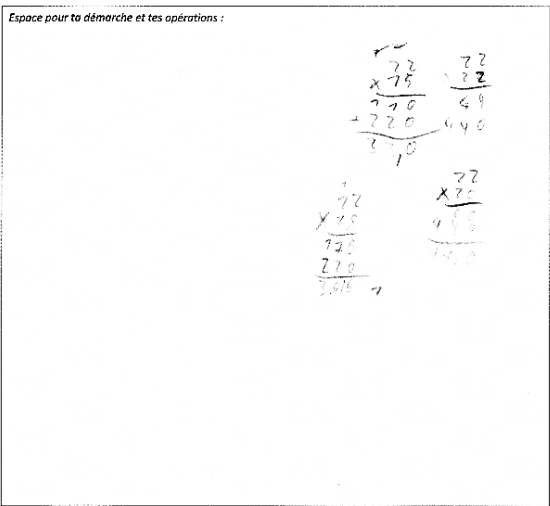
Le fait de soumettre deux problèmes plus ou moins équivalents aux élèves, avec et sans la calculatrice, vise à observer si l'accès à cet outil de calcul change la procédure qu'ils et elles mettent en œuvre et les éventuelles erreurs commises. Nous émettons l'hypothèse que le fait d'avoir la calculatrice à disposition favorise la mobilisation de la division, opération reconnue comme difficile (les élèves pourraient donc vouloir la « contourner » lorsqu'elle doit être calculée à la main). Nous supposons ainsi que le recours à la division est plus fréquent lorsque la calculatrice est autorisée. Néanmoins, il nous semble que les multiplications lacunaires pourraient continuer d'être mobilisées dans la mesure où, les élèves n'ayant pas à effectuer eux et elles-mêmes les calculs par écrit, ils et elles peuvent se permettre d'en faire un nombre important, gardant ainsi un meilleur contrôle du sens du problème. Le gain de temps que représente l'accès à la calculatrice pourrait les encourager à mettre en œuvre cette procédure.

Il convient de souligner que, étant donné que les élèves du groupe ayant accès à la calculatrice ne devaient pas réaliser les calculs « à la main », il est possible que des opérations réalisées à l'aide de la machine ne figurent pas sur leur production (bien qu'il leur ait été demandé de mettre par écrit tous les calculs effectués). Les traces laissées par les élèves peuvent ainsi s'avérer incomplètes.

Au niveau des erreurs, le taux de celles liées aux calculs devrait être moins élevé lorsque les élèves peuvent utiliser la calculatrice.

### 3.3. Analyses qualitatives et quantitatives des productions des élèves

Dans cette partie, nous présentons les résultats issus de données récoltées lors du test pilote (cf. chapitre « Méthodologie »). Suite à la passation de ce dernier dans 20 classes romandes de 8<sup>e</sup> année, nous avons analysé et codé les productions de 176 élèves pour les deux tâches qui font l'objet de la présente étude. Sur la base de nos analyses *a priori*, nous avons élaboré une grille de codage, que nous avons ajustée après l'avoir testée avec de premières productions d'élèves. Des observations, dont certaines nous ont surprise, nous ont amenée à coder des informations supplémentaires qui n'étaient pas initialement prévues. C'est notamment le cas des opérations posées, calculées à la main par l'élève, alors qu'il ou elle avait la calculatrice à disposition. Il s'agit de calculs en colonnes dont les étapes ou résultats intermédiaires (à l'image des retenues) sont présents dans la zone de travail de l'élève. En voici des exemples :

Long couloir	Poterie
<p><b>9) Long couloir</b> </p> <p>On souhaite recouvrir entièrement le sol d'un couloir rectangulaire de 47 m de long et 1,30 m de large avec du carrelage. On peut acheter des carreaux de carrelage de forme carrée mesurant 1,30 m de côté.</p> <p>Combien de carreaux doit-on acheter pour recouvrir entièrement le couloir ?</p> <p>► <b>Montre ce que tu fais pour trouver la réponse.</b></p> <p>Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  <p>Réponse : On doit acheter <u>36</u> carreaux de carrelage.</p> <p>Figure 27 Exemple de production où l'élève réalise des calculs à la main bien qu'il ou elle ait la calculatrice à disposition (<i>Long couloir</i>)</p>	<p><b>3) Poterie</b> </p> <p>Pour confectionner des pots de fleurs, on a acheté de l'argile. Il faut 2,2 kg d'argile pour un pot.</p> <p>Combien de pots de fleurs peut-on confectionner avec 39 kg d'argile ?</p> <p>► <b>Montre ce que tu fais pour trouver la réponse.</b></p> <p>Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  <p>Réponse : On peut confectionner <del>36</del> <u>78</u> pots de fleurs.</p> <p>Figure 28 Exemple de production où l'élève réalise des calculs à la main bien qu'il ou elle ait la calculatrice à disposition (<i>Poterie</i>)</p>

## Long couloir

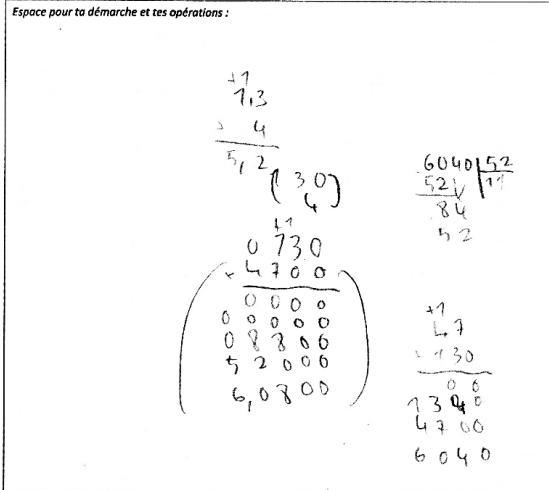
### 9) Long couloir

On souhaite recouvrir entièrement le sol d'un couloir rectangulaire de 47 m de long et 1,30 m de large avec du carrelage. On peut acheter des carreaux de carrelage de forme carrée mesurant 1,30 m de côté.

Combien de carreaux doit-on acheter pour recouvrir entièrement le couloir ?

► Montre ce que tu fais pour trouver la réponse.

Espace pour ta démarche et tes opérations :



Handwritten calculations:

$$\begin{array}{r} 47 \\ 1.3 \\ \hline 512 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ 1.30 \\ \hline 512 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ 1.30 \\ \hline 512 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ 1.30 \\ \hline 512 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ 1.30 \\ \hline 512 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ 1.30 \\ \hline 512 \end{array}$$

Réponse : On doit acheter ..... carreaux de carrelage.

Figure 29 Exemple de production où l'élève réalise des calculs à la main bien qu'il ou elle ait la calculatrice à disposition (*Long couloir*)

Dans ces trois cas, les élèves ont posé à la main des calculs (relativement longs et complexes) alors que la calculatrice était à leur disposition. Plus généralement, 22 élèves sur 85 (~26%) ayant la calculatrice à disposition pour résoudre la tâche *Long couloir*, et 15 sur 91 (~16,5%) pour *Poterie* sont concernés. S'il ne nous est pas possible d'expliquer avec certitude ce constat, nous pouvons émettre l'hypothèse que les élèves n'ont pas l'habitude d'utiliser la calculatrice pour résoudre des problèmes, raison pour laquelle ils et elles effectueraient les calculs à la main par « automatisme ». Dans le cas d'une division, il se peut également que la calculatrice ne permette pas d'effectuer une division euclidienne, ce qui amènerait l'élève à la faire à la main (peut-être est-il ou elle peu à l'aise avec un résultat décimal).

Outre ces constats, ces premières analyses de productions d'élèves nous ont permis de valider de nombreux items établis *a priori* et ainsi de stabiliser notre grille de codage (disponible dans l'annexe 6), laquelle permet notamment de relever la réponse de l'élève (correcte, incorrecte ou absente), la procédure mise en œuvre et, le cas échéant, l'erreur commise par l'élève.



### 3.3.1. Procédures mises en œuvre

#### De manière générale

Intéressons-nous tout d'abord aux procédures auxquelles les élèves ont eu recours pour résoudre les deux problèmes. Précisons que les procédures qualifiées d'incorrectes concernent celles pour lesquelles le raisonnement ou la stratégie mise en œuvre n'est pas pertinente et qui, même exemptes d'erreur, ne permettent pas de trouver la réponse à la question posée.

Comme le montre le graphique ci-dessous, indépendamment de la réussite à la tâche (autrement dit que l'élève arrive ou non à la bonne réponse) et de la disponibilité de la calculatrice, les procédures correctes sont nettement plus fréquemment mises en œuvre pour la tâche *Poterie* que pour *Long couloir*. Plus du trois quarts des élèves (138 sur 176) ont recours à une procédure correcte dans le premier cas, alors que moins de la moitié (84 sur 176) le font pour *Long couloir*.

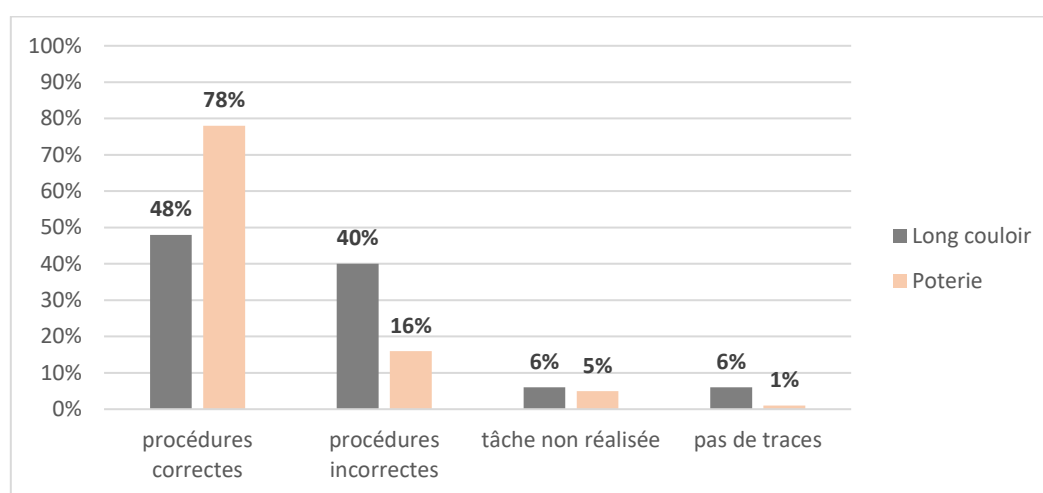


Figure 30 Répartition des procédures mises en œuvre, par tâche

Nos données montrent aussi que les élèves sont légèrement plus nombreux·euses à mobiliser une procédure correcte pour résoudre la tâche *Long couloir* lorsqu'ils et elles n'ont pas la calculatrice à disposition : 54% (soit 49 élèves) mettent en œuvre une procédure correcte quand la machine n'est pas autorisée contre 41% (soit 35 élèves) lorsqu'elle l'est (voir figure 31). Nous pouvons émettre l'hypothèse que les élèves se questionnent davantage quant au raisonnement et à ce qu'ils et elles vont faire pour résoudre la tâche quand l'aspect calculatoire est à leur charge, étant donné que la réalisation des calculs s'avère plus coûteuse que si la machine est autorisée.

Néanmoins, pour un même problème, les effets de la présence de la calculatrice sont plutôt subtils : de manière générale, la différence entre les taux de procédures correctes (respectivement incorrectes) mises en œuvre selon que l'élève a ou non la machine à disposition est relativement faible. Pour *Poterie* en particulier, autant d'élèves ont recours à une procédure incorrecte lorsque la calculatrice est autorisée (14 sur 91) que lorsqu'elle ne l'est pas (14 sur 85). Il semble donc que la calculatrice n'a pas de réelle influence sur le caractère correct ou non de la procédure à laquelle les

élèves ont recours, ce que souligne le test statistique d'indépendance : tant pour *Long couloir* que pour *Poterie*, le fait que l'élève mette en œuvre une procédure correcte ou incorrecte ne dépend pas du fait que la machine soit ou non à disposition (au seuil de 5%).

La calculatrice ne semble ainsi pas forcément représenter une aide en résolution de problèmes, ce qui peut s'expliquer par le fait que le choix de la procédure (et des opérations) reste entièrement à la charge de l'élève. Néanmoins, au vu des réponses des enseignant·es au questionnaire, il se peut également que la disponibilité de la machine ne soutienne pas réellement les élèves parce qu'ils et elles peuvent relativement peu l'utiliser en classe...

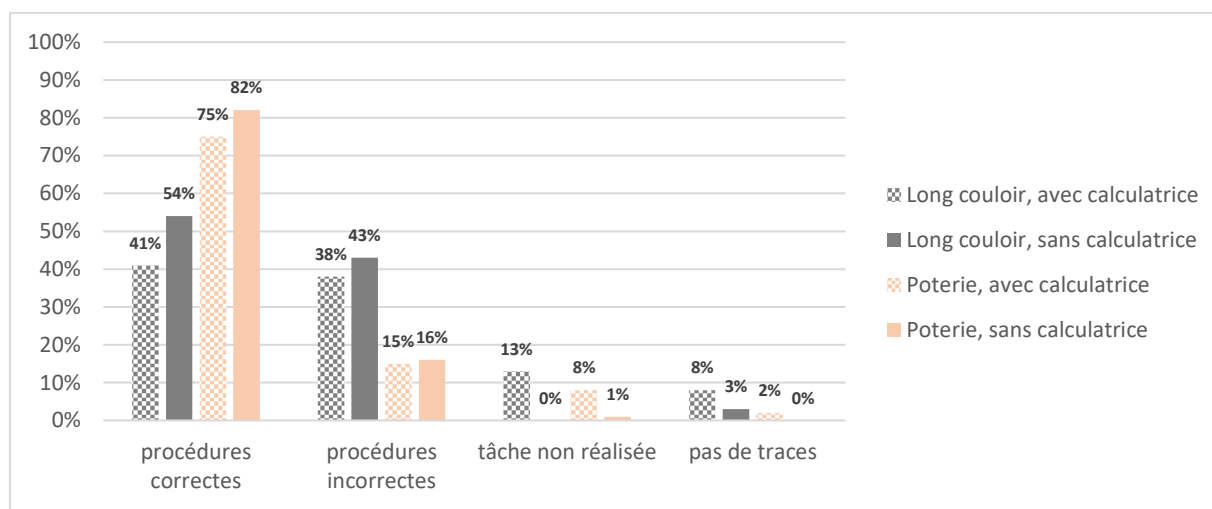


Figure 31 Répartition des procédures mises en œuvre, par tâche et avec et sans calculatrice à disposition

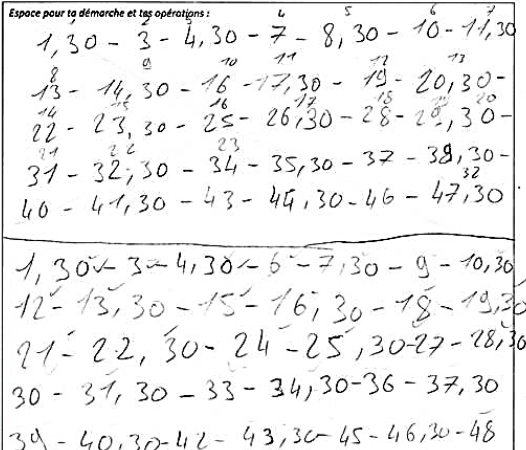
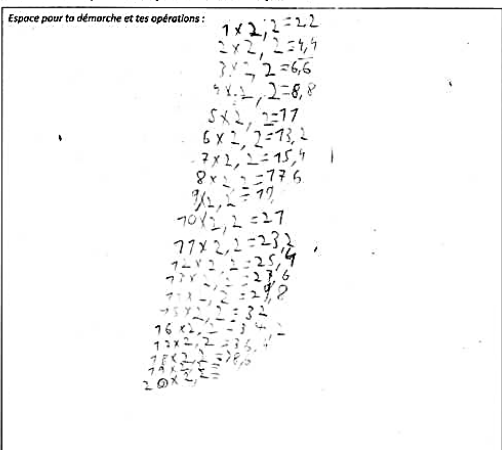
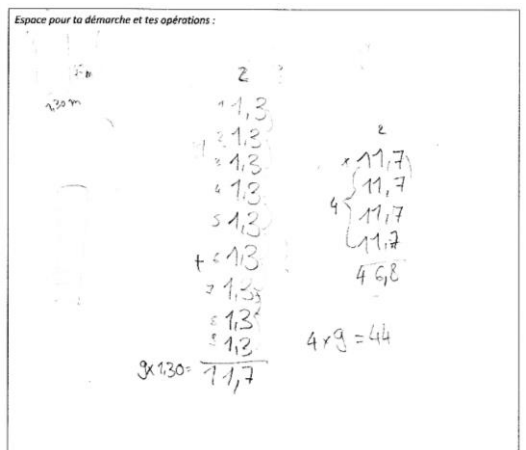
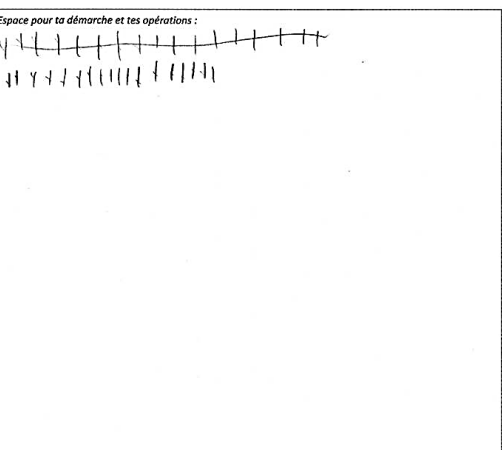
Relevons encore que la majorité des élèves laissent des traces pour rendre compte de leur raisonnement et des étapes de résolution, même lorsqu'ils et elles ont la calculatrice à disposition. Peut-être est-ce une exigence de leur enseignant·e, qui a été bien intériorisée.

Quant à la différence des taux observés pour les « tâches non réalisées » lorsque la calculatrice est ou non autorisée (un·e seul·e élève laisse un problème vierge quand elle n'est pas à disposition), elle s'explique par le fait que tou·tes les élèves ont d'abord dû résoudre le problème sans la machine. Ce n'est qu'une fois réalisé qu'ils et elles sont passé·es au deuxième cahier comprenant notamment l'autre tâche divisive pour laquelle la calculatrice était à disposition. Cette différence n'est donc pas liée au fait de pouvoir ou non utiliser la machine, mais associée aux conditions de passation. Dans la suite des analyses, seul·es les élèves ayant résolu les deux tâches ont été pris·es en compte. Celles et ceux n'ayant pas du tout réalisé l'une d'elles (la plupart du temps par manque de temps), à savoir les 11 qui n'ont pas résolu le problème *Long couloir* et les 8 n'ayant pas effectué celui intitulé *Poterie*, ont été exclu·es du reste des analyses, étant donné que le fait de ne pas avoir réalisé la tâche représente une forme de non-réponse. Au total, ce sont donc 157 élèves qui ont été pris·es en compte dans les analyses présentées ci-après. Parmi elles et eux, 84 ont réalisé la tâche *Long couloir* sans la calculatrice (et donc *Poterie* avec la calculatrice) et 73 ont résolu le problème *Poterie* sans la calculatrice (et donc *Long couloir* avec la calculatrice).

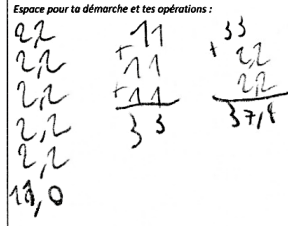
Parmi les procédures correctes mises en œuvre par les élèves, nous en avons distingué 4 principales, en fonction de l'opération mobilisée :

### 1) Procédure par addition itérée (exhaustive ou « raccourcie »)

Il s'agit des procédures où l'élève ajoute successivement 1,30 m, respectivement 2,2 kg (parfois en faisant des « paquets » ou des ensembles de longueurs, respectivement de masses), jusqu'à juste dépasser 47 m, respectivement ne juste pas atteindre 39 kg. Les productions ci-dessous en sont des illustrations.

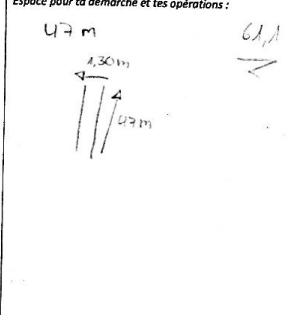
Long couloir	Poterie
<p>Espace pour la démarche et les opérations :</p>  <p>Réponse : On doit acheter .....32..... carreaux de carrelage.</p> <p>Figure 32 Exemple de procédure par addition itérée « exhaustive » (Long couloir)</p>	<p>Espace pour la démarche et les opérations :</p>  <p>Réponse : On peut confectionner .....17..... pots de fleurs.</p> <p>Figure 34 Exemple de procédure par addition itérée « exhaustive » (Poterie)</p>
<p>Espace pour la démarche et les opérations :</p>  <p>Réponse : On doit acheter .....44..... carreaux de carrelage.</p> <p>Figure 33 Exemple de procédure par addition itérée « raccourcie » (Long couloir)</p>	<p>Espace pour la démarche et les opérations :</p>  <p>Réponse : On peut confectionner .....17..... pots de fleurs.</p> <p>Figure 35 Exemple de procédure par addition itérée « exhaustive » (Poterie)<sup>43</sup></p>

<sup>43</sup> Il est intéressant de constater que le fait que l'élève ait la calculatrice à disposition et qu'il ou elle l'utilise pour effectuer les calculs lui fait changer ses traces (ici, l'élève fait vraisemblablement un « trait » à chaque fois qu'il ou elle ajoute 2,2 kg, alors que s'il ou elle avait mis en œuvre la même procédure sans la calculatrice, ses traces seraient composées des calculs effectués). Nous constatons ainsi que la calculatrice permet aussi d'avoir recours à la procédure par addition itérée « exhaustive » dès lors qu'elle affiche chaque résultat intermédiaire.

Poterie	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  </div> <p style="margin: 0;"><b>Réponse :</b> On peut confectionner <u>17</u> pots de fleurs.</p> <p style="margin: 0;"><i>Figure 36</i> Exemple de procédure par addition itérée « raccourcie » (Poterie)</p>

### 2) Procédure par soustraction itérée (exhaustive ou « raccourcie »)

C'est en quelque sorte la procédure inverse à la précédente, où de la longueur totale (47 m), respectivement de la masse totale (39 kg), est successivement soustraite la longueur d'un ou plusieurs carreaux de carrelage (1,30 m), respectivement la masse d'argile pour un ou plusieurs pots (2,2 kg), jusqu'à s'approcher le plus possible de 0, respectivement de le « dépasser », comme dans l'exemple pour le problème *Long couloir* ci-contre<sup>44</sup> pour lequel l'élève avait accès à la calculatrice et l'a certainement utilisée effectuer ses calculs.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  </div>	<p style="margin: 0;"><b>Réponse :</b> On doit acheter <u>61</u> carreaux de carrelage.</p>
---	---

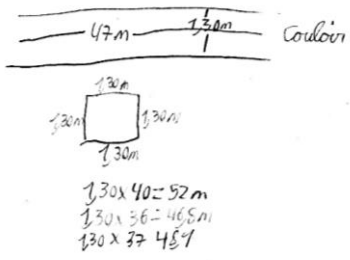
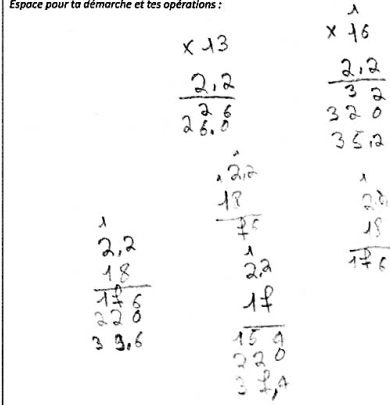
*Figure 37* Exemple d'un début de procédure par soustraction itérée (*Long couloir*)

### 3) Procédure par multiplications réfléchies

Par ajustement d'essais successifs (et estimation de l'ordre de grandeur), l'élève multiplie la longueur d'un carreau de carrelage (1,30 m), respectivement la masse d'argile pour un pot de fleurs (2,2 kg), par un nombre de carreaux, respectivement de pots, jusqu'à arriver au premier résultat dépassant la longueur du couloir (47 m), respectivement ne dépassant juste pas la masse totale d'argile disponible (39 kg). Il peut tant s'agir de calculs réfléchis (en multipliant par exemple par

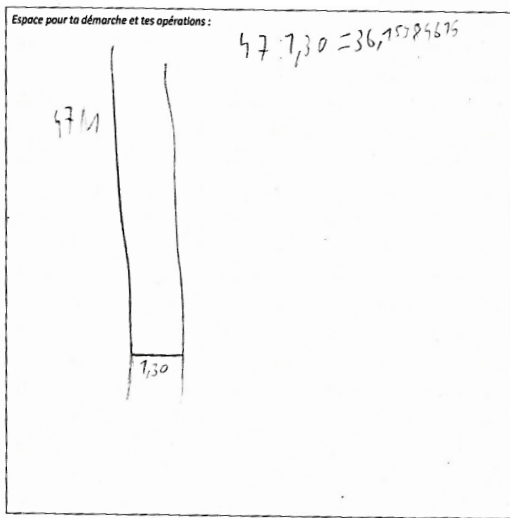
<sup>44</sup> Étant donné que ce n'est pas le début de la procédure soustractive mais une procédure multiplicative incorrecte qui a permis à l'élève de trouver la réponse « 61 » qu'il donne, c'est cette dernière qui a été codée.

10) que de l'utilisation d'algorithmes. La recherche peut aussi être présentée dans un tableau (de proportionnalité). En voici des illustrations, pour chacune des deux tâches :

Long couloir	Poterie																
<p style="font-size: small; margin-bottom: 5px;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  <p style="margin-top: 10px;"><b>Réponse :</b> On doit acheter <u>37</u> carreaux de carrelage.</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Figure 38 Exemple de procédure par multiplications réfléchies (Long couloir)</p>	<p style="font-size: small; margin-bottom: 5px;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  <p style="margin-top: 10px;"><b>Réponse :</b> On peut confectionner <u>17</u> pots de fleurs.</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Figure 40 Exemple de procédure par multiplications réfléchies (Poterie)</p>																
<p style="font-size: small; margin-bottom: 5px;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p> <p style="margin-top: 5px;">1,30 x 3 = 3,90 1,30 x 7 = 9,10 1,30 x 20 = 26 m 1,30 x 30 = 39 m 1,30 x 31 = 40,30 m 1,30 x 34 = 44,20 m 1,30 x 37 = 48,10 m</p> <p style="margin-top: 10px;"><b>Réponse :</b> On doit acheter <u>37</u> carreaux de carrelage.</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Figure 39 Exemple de procédure par multiplications réfléchies (Long couloir)</p>	<p style="font-size: small; margin-bottom: 5px;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p> <p style="margin-top: 5px;">2,2 Kg 1 pot</p> <table border="1" style="margin: 5px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Kg</td> <td style="padding: 2px;">22</td> <td style="padding: 2px;">11</td> <td style="padding: 2px;">22</td> <td style="padding: 2px;">44</td> <td style="padding: 2px;">66</td> <td style="padding: 2px;">88</td> <td style="padding: 2px;">110</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">pot</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">5</td> <td style="padding: 2px;">10</td> <td style="padding: 2px;">20</td> <td style="padding: 2px;">30</td> <td style="padding: 2px;">40</td> <td style="padding: 2px;">50</td> </tr> </table> <p style="margin-top: 10px;"><b>Réponse :</b> On peut confectionner <u>17</u> pots de fleurs. il restera encore un peu d'argile mais pas assez pour faire un dernier pot</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Figure 41 Exemple de procédure par multiplications réfléchies (Poterie)</p>	Kg	22	11	22	44	66	88	110	pot	1	5	10	20	30	40	50
Kg	22	11	22	44	66	88	110										
pot	1	5	10	20	30	40	50										

#### 4) Procédure par division (euclidienne ou décimale)

Lorsqu'une procédure de ce type est mise en œuvre, l'élève divise la longueur totale du couloir, respectivement la masse totale d'argile, par la longueur d'un carreau, respectivement la masse d'un pot de fleurs.

Long couloir	Poterie
<p>Espace pour la démarche et tes opérations :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <math>47 : 7,30 = 36,15225676</math> </div>  <p>Réponse : On doit acheter <u>37</u> carreaux de carrelage.</p>	<p>Espace pour la démarche et tes opérations :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <math display="block">\begin{array}{r} 2,2 \quad \overline{) 1} \\ 39 \quad \overline{) 17} \end{array}</math> </div> <p>39,</p> <p>Réponse : On peut confectionner <u>13</u> pots de fleurs.</p>

*Figure 42 Exemple de procédure par division décimale (Long couloir)*

*Figure 43 Exemple de procédure par division décimale, où l'élève réalise un « calcul en croix » (Poterie)*

Précisons que, parfois, l'élève commence ou combine plusieurs procédures. Le cas échéant, nous avons retenu et codé celle lui ayant permis de trouver la réponse qu'il ou elle donne à la question posée. Dans la production ci-dessous par exemple, même si l'élève a aussi effectué une division (« partielle », car il ou elle divise 39 par 2 au lieu de 2,2), nous avons codé la procédure multiplicative dans la mesure où l'opération qui permet à l'élève d'arriver à la solution est la multiplication (et non la division qui probablement lui permet d'approximer le résultat).

Espace pour la démarche et tes opérations :

$$\begin{array}{r} 10 \\ \times 2,2 \\ \hline 38 \\ + 380 \\ \hline 418 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 39 \overline{) 2} \\ -2 \\ \hline 19 \\ -18 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 22 \\ \hline 36 \\ + 360 \\ \hline 396 \end{array}$$

Réponse : On peut confectionner 13 pots de fleurs.

Figure 44 Exemple de production où l'élève réalise une division « partielle », puis met en œuvre une procédure multiplicative pour arriver à la solution (Poterie)

Intéressons-nous à présent plus précisément aux types de procédures correctes et incorrectes mises en œuvre pour résoudre les tâches *Long couloir* et pour *Poterie*, quelle que soit la réponse donnée par l'élève. Le graphique ci-dessous présente la répartition des procédures observées lors de l'analyse des productions des 157 élèves, pour chacune des tâches.

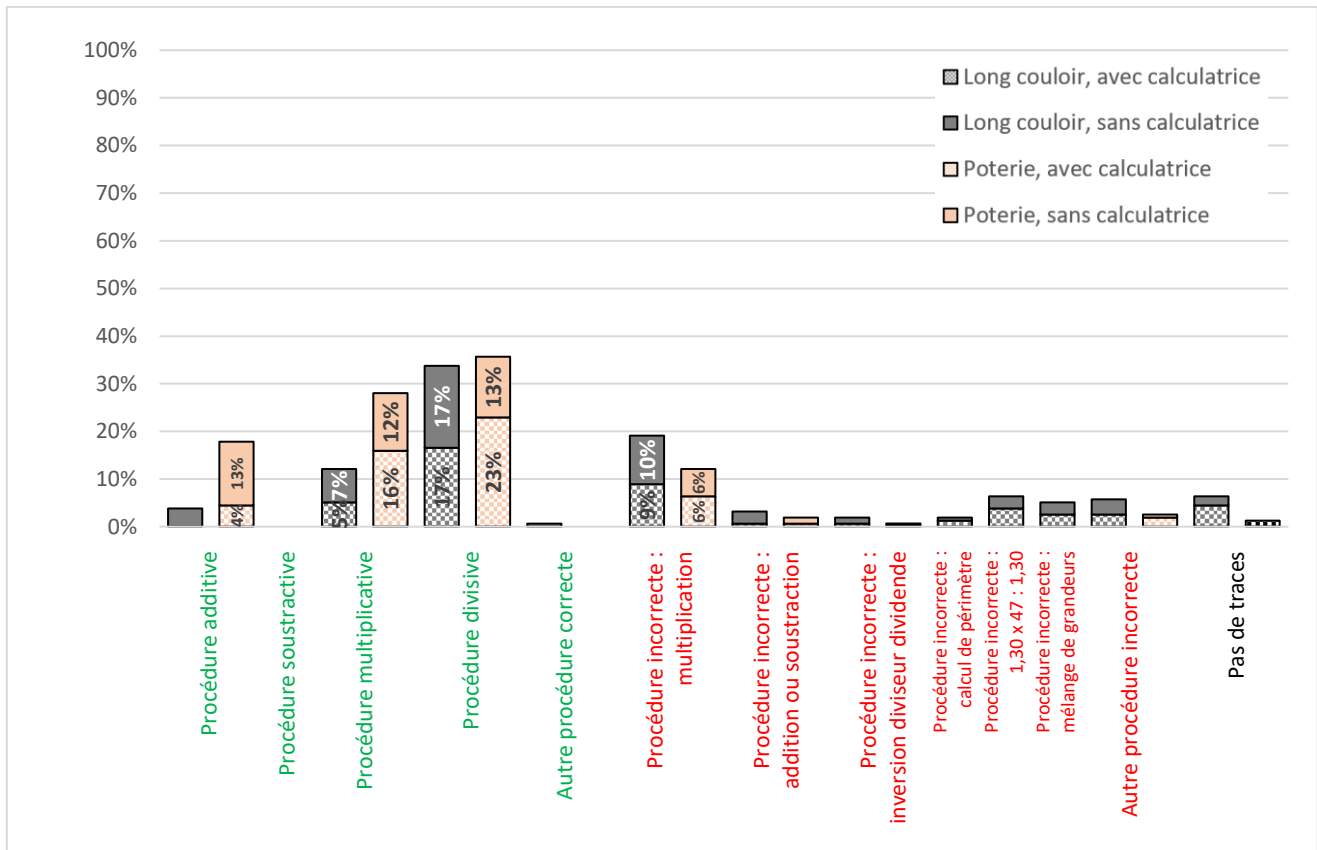


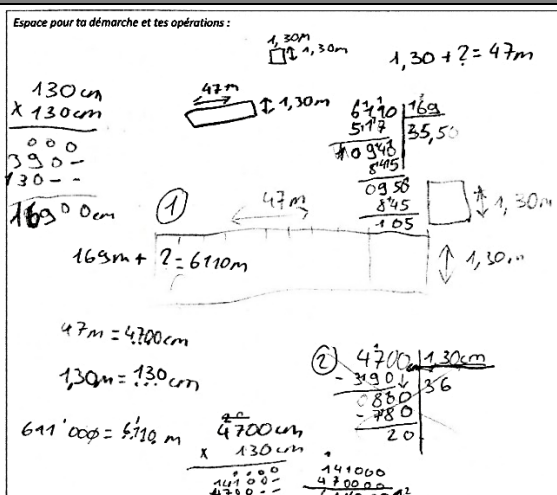
Figure 45 Procédures (correctes et incorrectes) mises en œuvre par les élèves, par tâche et selon que la calculatrice est ou non à disposition

Au niveau de procédures correctes, celle qui est globalement la plus fréquemment mise en œuvre est la division (tant euclidienne que décimale), autrement dit la procédure que l'on pourrait qualifier d'experte. Plus d'un tiers des élèves y ont recours, et ce quelle que soit la tâche. Pour *Long couloir*, les élèves la mobilisent aussi fréquemment que la calculatrice soit ou non autorisée (26 respectivement 27 productions), alors que la tendance est plus nette pour *Poterie* : 23% des élèves font appel à la division en ayant accès à la machine, contre 13% quand elle n'est pas disponible. Notre hypothèse qui, pour rappel, supposait que l'accès à la calculatrice favorise la mise en œuvre d'une procédure divisive semble ainsi se vérifier, mais uniquement pour la tâche *Poterie*. Il est toutefois difficile de dire avec certitude si la différence observée au niveau de l'opération à laquelle il est fait appel dépend de la disponibilité de la calculatrice ou (aussi) du contexte de la tâche. Nous supposons que la situation joue également un rôle. D'ailleurs, les procédures non expertes (multiplicatives et additives) sont plus fréquemment mises en œuvre pour le problème *Poterie*, car probablement plus faciles à concevoir pour ce contexte que pour celui de *Long couloir*. En effet, les élèves ont principalement recours aux procédures additives pour la tâche *Poterie* en particulier

lorsque la calculatrice n'est pas autorisée. Nous émettons l'hypothèse que les élèves font relativement fréquemment appel à cette opération car cela leur permet certainement de mieux garder le sens du problème et des opérations réalisées, autrement dit ils et elles savent exactement à quoi correspond le résultat obtenu. Les multiplications réfléchies semblent également privilégiées par les élèves pour résoudre ce type de tâches, en particulier le problème *Poterie*. La calculatrice ne semble pas avoir d'influence, le nombre d'élèves ayant recours à la multiplication étant plus ou moins équivalent : pour *Long couloir* 8 élèves mettent en œuvre une telle procédure en ayant la calculatrice à disposition contre 11 qui n'y ont pas accès, et ils et elles sont respectivement 25 et 19 à en faire de même pour *Poterie*.

En revanche, les élèves ne font pas du tout appel à la procédure soustractive pour parvenir à leur réponse. Parmi les 176 productions analysées, seul·e un·e élève met en œuvre le début d'une telle stratégie, mais sans en arriver au bout (cette procédure est arrêtée à mi-chemin, après qu'une dizaine de soustractions ont été réalisées, et ce même en ayant la calculatrice à disposition, voir figure 37).

Pour le problème *Long couloir*, nous avons également relevé si la procédure mise en œuvre par l'élève passait par le calcul de l'aire des surfaces en jeu (celle du carreau de carrelage et celle du couloir), par exemple :

Long couloir	
<p style="font-size: small; margin: 0;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p> $4,7 \times 1,30 = 6,11$ $1,30 \times 1,30 = 1,69$ $6,11 : 1,69 = 36$ <p style="font-size: small; margin: 5px 0 0 0;"><b>Réponse :</b> On doit acheter ...<u>36</u>..... carreaux de carrelage.</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Figure 46 Exemple de procédure en passant par l'aire (Long couloir)</p>	<p style="font-size: small; margin: 0;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  <p style="font-size: small; margin: 5px 0 0 0;"><b>Réponse :</b> On doit acheter ...<u>35</u>..... carreaux de carrelage.</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Figure 47 Exemple de procédure en passant par l'aire (Long couloir)</p>

Sur les 157 élèves, 16 (soit 10%) ont eu recours à une telle procédure, mais aucun·e n'est parvenu·e à la réponse attendue (3 n'ont même pas donné de réponse). Néanmoins, 9 d'entre elles et eux ont mis en œuvre une procédure correcte (à savoir une procédure divisive dans 7 cas et une procédure multiplicative pour les autres). Relevons encore que 11 élèves n'avaient pas la calculatrice à disposition, alors que 5 pouvaient l'utiliser. Il semble donc que la disponibilité de la machine ne favorise pas le recours à une telle procédure.



Parmi les procédures incorrectes et tous problèmes confondus, celle la plus fréquemment mise en œuvre est la multiplicative, et le fait que la calculatrice soit disponible ne semble pas vraiment avoir d'influence : autant d'élèves y ont recours avec que sans la machine. Correspondent à cette procédure incorrecte les cas où l'élève multiplie les valeurs numériques de l'énoncé (souvent  $47 \times 1,30$  pour *Long couloir* et  $39 \times 2,2$  pour *Poterie* – cf. exemple de la figure 48 ci-dessous). Quelques procédures additives ou soustractives erronées ont également été observées pour les deux problèmes, avec et sans la calculatrice. Il s'agit non pas de la multiplication mais de l'addition ou de la soustraction des nombres de l'énoncé du problème, comme dans la production de droite ci-dessous (figure 49) où l'élève effectue une soustraction lacunaire.

<b>Poterie</b>	
<p>Espace pour la démarche et les opérations :</p> $\begin{array}{r} 7 \\ 39 \\ \times 22 \\ \hline 78 \\ + 780 \\ \hline 858 \end{array}$ <p>Réponse : On peut confectionner <u>85,8</u>..... pots de fleurs.</p> <p>Figure 48 Exemple de procédure incorrecte, par multiplication (<i>Poterie</i>)</p>	<p>Espace pour la démarche et les opérations :</p> $\begin{array}{r} 2,2 \text{ kg} \\ 6,8 \text{ kg} \\ \hline 39 \text{ kg} \end{array}$ <p>2,2 kg = 1x pots 39 kg = 26x pots</p> <p>Réponse : On peut confectionner <u>26,8</u>..... pots de fleurs.</p> <p>Figure 49 Exemple de procédure incorrecte, par soustraction lacunaire (<i>Poterie</i>)</p>

D'autres élèves encore intervertissent diviseur et dividende ( $1,30 : 47$  ou  $2,2 : 39$  selon la tâche concernée). Cette erreur est un peu plus fréquente pour le problème *Long couloir*, ce qui s'explique peut-être par le fait que  $130 : 47$  peut sembler plus facile à résoudre (et plus « réaliste ») que  $22 : 39$  (en partant du principe que l'élève ne « s'occupe pas » de la virgule). De telles inversions s'observent presque uniquement lorsque l'élève n'a pas la calculatrice à disposition.

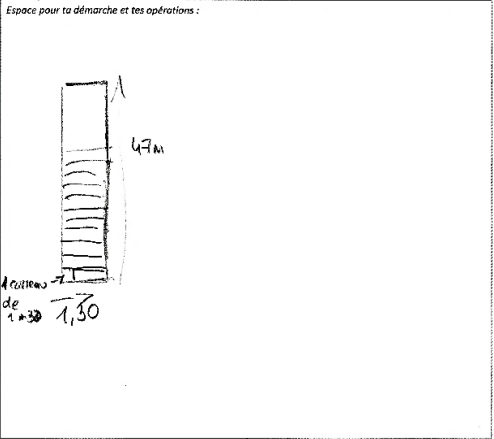
D'autres procédures erronées concernent des cas de figure isolés, par exemple :

Tableau 6 Exemples d'autres procédures incorrectes, par tâche


<b>Long couloir</b>	<b>Poterie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>(47+1,30) : 1,3</math></li> <li>- Représentation (schématisation) erronée de la situation : l'élève ne comprend visiblement pas l'énoncé (voir figure 48 ci-après).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'élève se trompe en écrivant sa réponse (elle correspond au dividende au lieu du quotient).</li> </ul>

Toutes ces procédures incorrectes sont le reflet de la représentation erronée que l'élève se fait de la situation. La tâche *Long couloir* engendre encore d'autres erreurs, qui ne s'appliquent pas à *Poterie* :

- L'élève multiplie 47 m par 1,30 m avant de diviser le résultat par 1,30 m. La figure 51 ci-dessous en est un exemple. Sur la base des productions, il ne nous est pas possible de savoir quel raisonnement a conduit l'élève à une telle procédure. Elle pourrait s'expliquer par un début de procédure (non aboutie) en passant par le calcul de l'aire. Il est aussi possible qu'il s'agisse d'un effet de contrat didactique : les trois nombres de l'énoncé doivent être utilisés pour arriver à la réponse.

Long couloir	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  </div> <p>Réponse : On doit acheter <u>47</u> ..... carreaux de carrelage.</p> <p><i>Figure 50</i> Exemple d'une autre procédure incorrecte où l'élève ne tient pas compte de la forme carrée des carreaux de carrelage et considère vraisemblablement qu'un de ses côtés mesure 1 m (<i>Long couloir</i>)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: left;"> <math display="block">\begin{array}{r} 2 \\ 130 \\ \times 47 \\ \hline 910 \\ + 5200 \\ \hline 6110 \end{array}</math> </div> <div style="text-align: left;"> <math>61,1 : 1,30 = 47</math> </div> </div> </div> <p>Réponse : On doit acheter <u>47</u> ..... carreaux de carrelage.</p> <p><i>Figure 51</i> Exemple de procédure incorrecte, probablement par calcul d'aire (<i>Long couloir</i>)</p>

- L'élève opère avec des grandeurs différentes (aire et longueur).

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: left;"> <math display="block">47 \cdot 47 + 1,30 + 1,30 = 47</math> <math display="block">\begin{array}{r} 47 \\ \times 47 \\ \hline 100 \\ + 1400 \\ \hline 2209 \end{array}</math> </div> <div style="text-align: left;"> <math display="block">\begin{array}{r} 517000 \\ + 520000 \\ \hline 1037000 \\ - 1037000 \\ \hline 0 \end{array}</math> </div> </div> </div> <p>Réponse : On doit acheter <u>47</u> ..... carreaux de carrelage.</p> <p><i>Figure 52</i> Exemple de procédure où l'élève opère avec des grandeurs différentes (<i>Long couloir</i> réalisé sans la calculatrice)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">Espace pour ta démarche et tes opérations :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: left;"> <math display="block">\begin{array}{r} 3,60 \\ \times 12 \\ \hline 7,20 \\ + 3600 \\ \hline 43,20 \end{array}</math> </div> <div style="text-align: left;"> <math display="block">\begin{array}{r} 3,60 \\ \times 13 \\ \hline 10,80 \\ + 3600 \\ \hline 3603,60 \end{array}</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math>60 \text{ cm}</math>  <math>30 \text{ cm}</math>   </div> </div> </div> <p>Réponse : On doit acheter <u>12</u> ..... carreaux de carrelage.</p> <p><i>Figure 53</i> Exemple de procédure où l'élève opère avec des grandeurs différentes (<i>Long couloir</i> réalisé avec la calculatrice)</p>
---	--

Dans l'exemple de gauche ci-dessus (figure 52), l'élève commence par rechercher le périmètre du couloir, mais ne fait rien de ce résultat. Il ou elle calcule ensuite l'aire du couloir, qui est divisée par la longueur du côté d'un carreau de carrelage (au lieu de l'aire d'un carreau). À noter que l'élève commet aussi une erreur dans l'algorithme de la division. Quant à l'illustration de droite (figure 53), l'élève calcule l'aire d'un carreau de carrelage (en commettant une erreur de calcul), puis recherche le nombre de fois que cette aire « entre » dans la longueur (soit 47 mètres) au lieu de l'aire du couloir... Nous pouvons encore relever que, dans ce cas précis, l'élève effectue les calculs par écrit alors que la calculatrice est à disposition.

- L'élève calcule un périmètre (comme dans l'exemple de la figure 52 ci-dessus, mais dans ce cas l'élève n'en donne pas le résultat pour réponse).

La calculatrice ne semble pas avoir un réel impact sur ces procédures, toutes ayant tant été mises en œuvre lorsque l'élève avait la calculatrice à disposition que lorsqu'il ou elle ne pouvait pas l'utiliser. À nouveau, c'est ici la modélisation de la situation qui a vraisemblablement posé problème aux élèves concernés.

### Par élève

Indépendamment de la tâche concernée, le tableau ci-dessous montre les procédures mises en œuvre pour un-e même élève selon la disponibilité de la calculatrice. Les 157 élèves ayant réalisé les deux tâches y ont été répartis.

Tableau 7 Répartition des élèves selon la procédure mise en œuvre en ayant ou non recours à la calculatrice

		Procédure mise en œuvre <b>avec</b> calculatrice					Total
		Procédure additive	Procédure multiplicative	Procédure divisive	Pas de traces	Procédure incorrecte	
Procédure mise en œuvre <b>sans</b> calculatrice	Procédure additive	<b>2</b>	8	13	1	3	27
	Procédure multiplicative	2	<b>6</b>	10	1	11	30
	Procédure divisive	1	13	<b>17</b>	2	14	47
	Autre procédure correcte	0	0	1	0	0	1
	Pas de traces	0	0	1	<b>0</b>	2	3
	Procédure incorrecte	2	6	20	5	<b>16</b>	49
<i>Total</i>		7	33	52	9	56	157

Ce tableau met en exergue que les élèves n'ont pas forcément recours à la même procédure (qu'elle soit correcte ou non) pour les deux tâches : environ un quart des élèves (41 sur 157, soit 26%) mobilisent la même opération que la calculatrice soit ou non autorisée. Parmi ces élèves, la plupart mettent les deux fois en œuvre une procédure divisive (17), ou incorrecte (16). Quelques-uns mobilisent deux fois la multiplication (6), mais rares sont les élèves qui ont recours à une procédure additive dans les deux cas (2).

Relevons aussi que parmi toutes les élèves ayant recours à une procédure incorrecte lorsque la calculatrice n'est pas autorisée (49), 20 mettent en œuvre une procédure divisive correcte quand elle est disponible. Pour ces élèves, le fait d'avoir accès à la calculatrice semble bénéfique. D'une certaine manière, ce constat rejoint les propos de Levain et Didierjean (2017) qui indiquent que certains élèves peu à l'aise avec l'algorithme de division sont tout à fait capables de résoudre des problèmes divisifs lorsque la calculatrice est autorisée. À l'inverse, elle n'est vraisemblablement pas avantageuse pour les 28 élèves ayant mis en œuvre une procédure correcte pour la tâche pour laquelle la calculatrice n'était pas autorisée (à savoir les 14 élèves ayant eu recours à la division, les 11 ayant mobilisé la multiplication ainsi que les 3 ayant fait appel à l'addition), qui ont eu recours à une procédure incorrecte lorsqu'ils et elles y avaient accès.

Par ailleurs, un petit groupe d'élèves (10 sur 157, soit 6%) met en œuvre une procédure divisive lorsque la machine est autorisée, mais une procédure multiplicative lorsqu'elle ne l'est pas. 13 élèves sur 157 (soit 8%) font l'inverse : sans la machine, ils et elles ont recours à une procédure divisive, sinon ils et elles effectuent des multiplications successives. Ces chiffres semblent montrer que, contrairement à l'hypothèse formulée, la calculatrice ne favorise pas forcément la mobilisation de la division. Comme nous le supposons, il se peut que le gain de temps qu'offre l'effectuation des calculs à la machine conduise certains élèves à effectuer des multiplications par essais d'ajustement successifs, cette procédure permettant certainement de mieux garder en tête le sens du problème.

De manière générale, nous constatons que, plutôt que de rester invariantes, les procédures auxquelles les élèves ont recours varient d'une tâche à l'autre, en fonction que l'élève a ou non accès à la machine. Autrement dit, les élèves qui changent de procédure (indépendamment de la tâche réalisée) sont plus nombreuses que celles et ceux qui mettent en œuvre deux fois la même (en prenant uniquement en compte les démarches correctes, ils et elles sont 47 respectivement 25). D'ailleurs, le type de procédure mis en œuvre dépend statistiquement du fait que la machine soit ou non autorisée (test d'indépendance significatif au seuil de 5%).

La même démarche a été réalisée, mais cette fois en prenant uniquement en compte les 84 élèves ayant réalisé *Long couloir* sans la calculatrice et, par conséquent, *Poterie* en y ayant accès. Le tableau ci-dessous rend compte du « duo » de procédures mis en œuvre pour chaque tâche.

Tableau 8 Répartition des élèves ayant réalisé la tâche *Long couloir* sans calculatrice, selon la procédure mise en œuvre pour chacune des deux tâches

		Poterie réalisée <b>avec</b> calculatrice					Total
		Procédure additive	Procédure multiplicative	Procédure divisive	Pas de traces	Procédure incorrecte	
Long couloir réalisé sans calculatrice	Procédure additive	<b>2</b>	2	1	0	1	6
	Procédure multiplicative	0	<b>7</b>	3	0	1	11
	Procédure divisive	3	4	<b>16</b>	2	2	27
	Autre procédure correcte	0	0	1	0	0	1
	Pas de traces	1	2	0	<b>0</b>	0	3
	Procédure incorrecte	1	10	15	0	<b>10</b>	36
	Total	7	25	36	2	14	84

Environ 2 élèves sur 5 (41%) ont recours au même type de procédure dans les deux cas : celle divisive pour une majorité (16 élèves) et celle multiplicative dans quelques cas (7 élèves). Ils et elles sont aussi relativement nombreux-euses à utiliser des procédures incorrectes pour les deux tâches (10 élèves). Pour ce groupe d'élèves, il semble ainsi que la calculatrice ne représente pas réellement une aide : au vu des données présentées dans le tableau, nous pouvons supposer qu'il s'agit d'élèves ayant de la peine à mathématiser les situations divisives proposées. Néanmoins, la majorité des élèves ayant mis en œuvre une procédure incorrecte pour la tâche *Long couloir* réalisée sans la calculatrice ont recours à une procédure correcte pour le problème *Poterie*. En effet, les 15 respectivement 10 élèves ayant recours à une procédure incorrecte en résolvant le problème *Long couloir* sans la calculatrice mettent en œuvre une procédure divisive respectivement multiplicative pour *Poterie*, quand elle est autorisée.

Dans l'ensemble, la division semble un peu plus facilement mobilisée pour la tâche *Poterie* (36 élèves) et, dans ce cas de figure, lorsque la calculatrice est autorisée. En revanche, plutôt rares sont les élèves qui mettent en œuvre une procédure divisive pour *Long couloir* sans avoir la calculatrice à disposition et qui ont recours à un autre type de procédure pour l'autre tâche, réalisée avec la calculatrice (11 productions).

Qu'en est-il des 73 élèves ayant été amené·es à résoudre la tâche *Long couloir* avec la calculatrice et celle intitulée *Poterie* sans la calculatrice ?

Tableau 9 Répartition des élèves ayant réalisé la tâche *Poterie* sans calculatrice, selon la procédure mise en œuvre pour chacune des deux tâches

		Long couloir réalisé avec calculatrice				Total
		Procédure multiplicative	Procédure divisive	Pas de traces	Procédure incorrecte	
Poterie réalisée sans calculatrice	Procédure additive	3	8	2	8	21
	Procédure multiplicative	4	8	0	7	19
	Procédure divisive	0	9	2	9	20
	Procédure incorrecte	1	1	3	8	13
	Total	8	26	7	32	73

Dans ce cas de figure, un peu moins du tiers des élèves mettent en œuvre, pour les deux tâches, le même type de procédure (21 élèves sur 73, soit 29%), à savoir multiplicative (4 élèves), divisive (9 élèves) ou incorrecte (8 élèves). Il est intéressant de constater qu'aucun·e élève n'a recours à une procédure additive en ayant la calculatrice à disposition pour la tâche *Long couloir*.

Globalement, ces résultats semblent montrer que la mobilisation de la division est favorisée lorsque l'élève a la calculatrice à disposition, ici pour la tâche *Long couloir* (26 productions). Néanmoins, ce tableau révèle aussi qu'un nombre important de procédures incorrectes sont mises en œuvre lorsque la calculatrice est à disposition (32 productions), dans certains cas même si l'élève a eu recours à une procédure correcte pour le problème *Poterie* (26 productions), lequel est en moyenne estimé plus facile par les élèves (voir chapitre 3.3.3) et aussi mieux réussi (voir chapitre 3.3.2).

Il convient toutefois de considérer ces résultats avec précaution dans la mesure où ces tableaux ne permettent pas de distinguer toutes les procédures, en particulier pour les élèves n'ayant pas laissé de traces des opérations réalisées. Une passation sur support numérique présenterait ici l'avantage de pouvoir garder trace de toutes leurs actions<sup>45</sup>.

<sup>45</sup> Il s'agirait de soumettre à l'élève une tâche à réaliser entièrement sur une tablette ou un ordinateur par exemple, qui enregistre tout ce que fait l'élève.

### 3.3.2. Réussite

Au niveau de la réussite, la figure 54 ci-dessous montre que le problème *Poterie* est nettement mieux réussi que *Long couloir*. Le taux de réponses correctes est de 16% pour ce dernier, contre 48% pour *Poterie*.

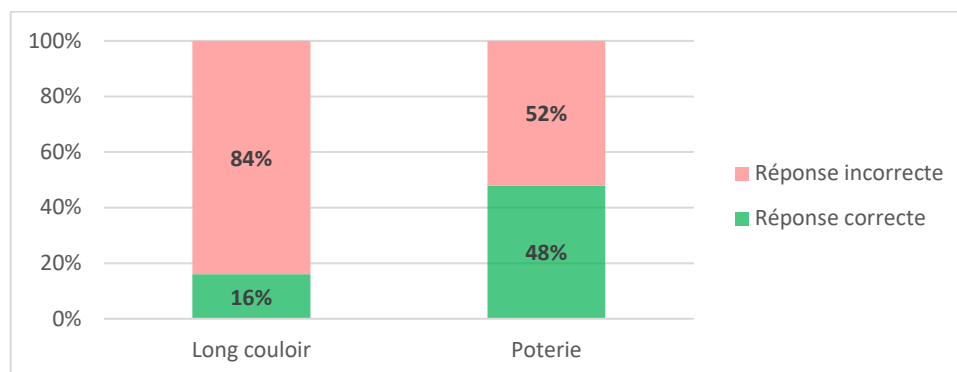
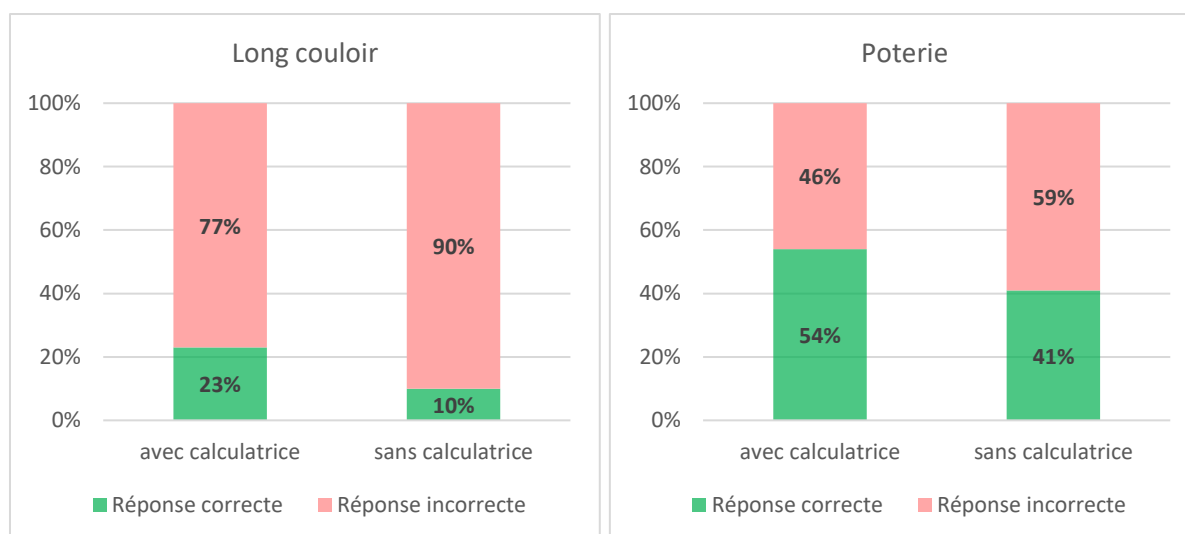


Figure 54 Réussite par tâche, indépendamment de la disponibilité de la calculatrice

Le fait que *Long couloir* est visiblement plus difficile que *Poterie* peut s'expliquer par quelques différences relatives à la situation de cette tâche (notamment la possibilité d'une procédure par calcul d'aire, ce qui augmente le nombre de calculs à effectuer et amène ainsi plus facilement des erreurs), nous y reviendrons par la suite.



Figures 55 & 56 Réussite par tâche, avec et sans la calculatrice à disposition

Les figures 55 et 56, qui distinguent la réussite à chaque problème selon que l'élève a ou non la calculatrice à disposition, montrent que le taux de réponses correctes est plus élevé lorsque la machine est autorisée, et ce pour les deux tâches : il passe de 10% à 23% pour *Long couloir* et de 41% à 54% (soit plus de la moitié des élèves) pour *Poterie*. Ce résultat n'est pas si étonnant : la calculatrice permet certainement de réduire les erreurs de calcul (voir chapitre 3.3.4).

Les analyses mettent en avant une différence statistiquement significative pour la réussite du problème intitulé *Long couloir* : la proportion des élèves qui réussissent la tâche est significativement plus élevée lorsque l'élève a la calculatrice à disposition que dans le cas où elle

n'est pas autorisée (test de proportions significatif au seuil de 5%). En revanche, il n'existe pas de différence statistiquement significative pour la tâche *Poterie*.

Voyons maintenant quelles sont les procédures ayant permis aux élèves d'arriver à la réponse attendue. Au total, cela concerne 25 élèves ayant réussi la tâche *Long couloir* (17 avec, 8 sans la calculatrice), respectivement 75 élèves pour le problème *Poterie* (45 avec, 30 sans la calculatrice).

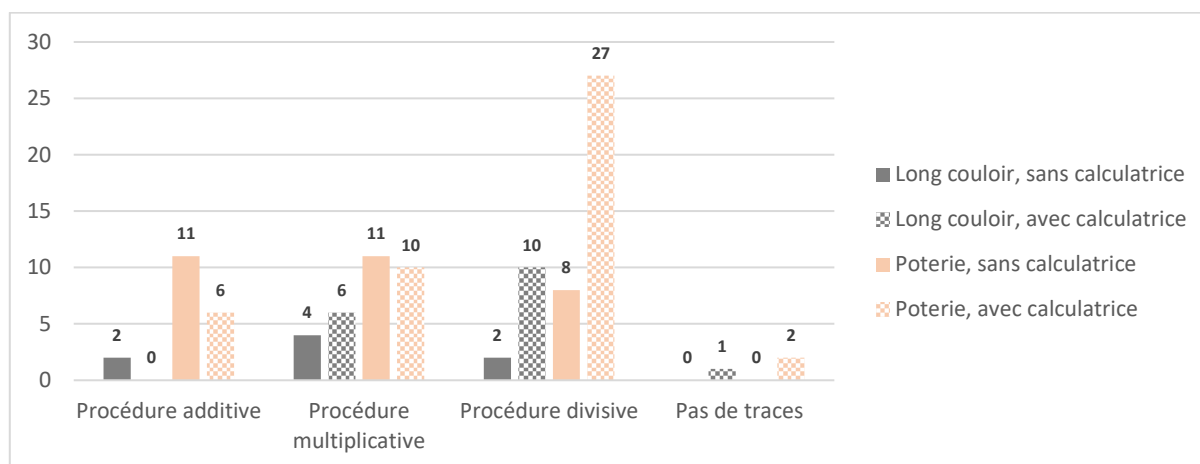


Figure 57 Procédures ayant conduit à la réussite du problème (réponse attendue), en fonction de la disponibilité de la calculatrice

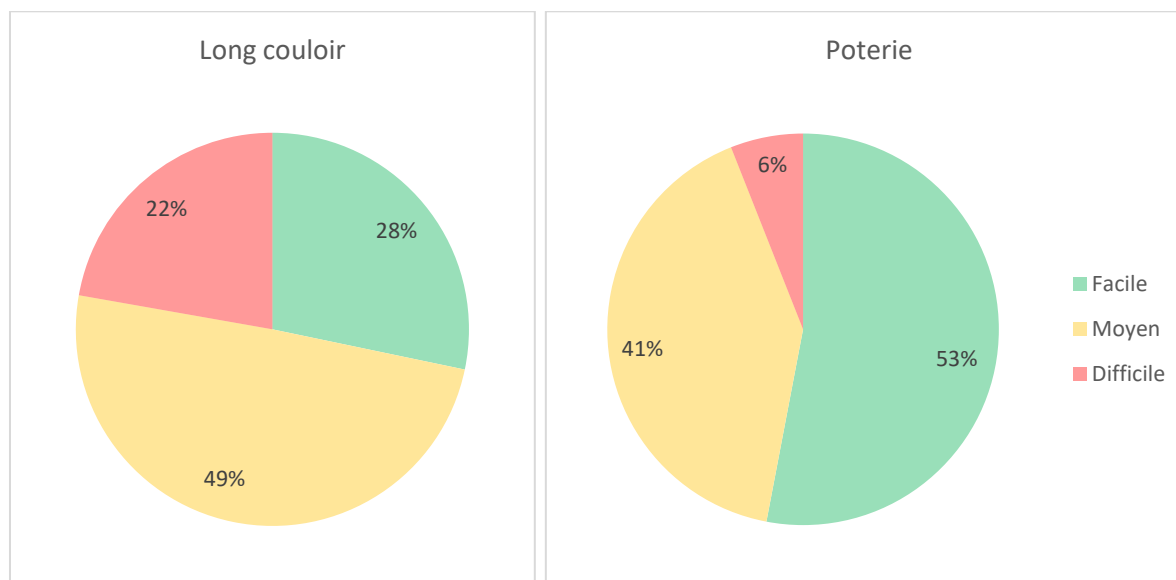
Comme le montre le graphique ci-dessus, toutes les procédures correctes mises en œuvre par les élèves ont mené à la bonne réponse. Pour le problème *Poterie*, c'est sans conteste celle par division qui aboutit le plus souvent à la réussite (27 élèves ayant mobilisé cet outil, sur 56, soit près de la moitié, sont arrivés à la réponse attendue), en particulier lorsque la calculatrice est autorisée. La procédure multiplicative, autant mobilisée avec que sans la calculatrice, est visiblement également efficace, dans la mesure où elle a mené 31 élèves sur 63 (soit juste pas la moitié) à la réussite. Quant aux procédures additives (additions itérées exhaustives ou raccourcies), elles ont conduit davantage d'élèves à la bonne réponse lorsque la machine n'était pas autorisée. Ces fréquences sont toutefois à mettre en lien avec le nombre d'élèves ayant eu recours à cette procédure pour *Poterie*, à savoir 7 qui avaient la calculatrice à disposition et 28 qui ne pouvaient pas en disposer, ce qui représente des taux de réussite de respectivement 86% et 39%. Au total, ce sont donc 60% des élèves ayant mis en œuvre cette procédure qui ont trouvé la bonne réponse.

Pour le problème *Long couloir*, proportionnellement au nombre de procédures de chaque type mises en œuvre, ce sont les élèves ayant eu recours à une procédure multiplicative qui ont le mieux réussi (10 élèves sur 19, soit 53%). L'outil expert, à savoir la division, s'avère moins concluant : moins d'un quart des élèves qui la mettent en œuvre parviennent au bon résultat. Cela nous laisse penser que, pour les élèves, la division «  $47 : 1,30$  » est techniquement plus difficile à réaliser que «  $39 : 2,2$  ». L'interprétation très probable est que les élèves considèrent le diviseur avec deux décimales dans le premier cas, contre une décimale dans le second.



### 3.3.3. Difficulté perçue par les élèves

La perception des élèves quant à la difficulté des tâches coïncide avec le taux de réussite à chacune d'elles. Ils et elles sont nombreux·euses à trouver le problème *Poterie* « facile » (53%), alors que seul·es 28% sont du même avis pour *Long couloir*, problème estimé difficile par 22% des élèves, contre 6% pour *Poterie*.



Figures 58 & 59 Difficulté perçue pour chaque problème

Si cette différence de difficulté entre les deux tâches, basée sur le taux de réussite (ou sur la perception des élèves), ne s'explique vraisemblablement pas par les nombres en jeu (dans la mesure où ils sont similaires pour les deux problèmes), leur contexte, plus ou moins familier aux élèves, peut être une piste explicative. Il est en effet probable que, contrairement aux pots de fleurs, des carreaux de carrelage (de 1,30 m de côté) soient peu familiers à des élèves de 8<sup>e</sup> année et ne facilitent pas la représentation de la situation. Par ailleurs, le fait que trois valeurs numériques, bien que nécessaires, soient données dans l'énoncé de *Long couloir* pourrait perturber certain·es élèves (le contrat didactique pourrait en effet les inciter à vouloir les utiliser toutes les trois, même si le nombre 1,30 est mentionné deux fois). En outre, le contexte lié à l'aire pour *Long couloir* peut déstabiliser et conduire à des confusions (avec le périmètre, voire le volume...), ce qui n'est pas le cas pour *Poterie*, et rendre la réflexion pour résoudre la tâche *Long couloir* moins évidente. De plus, la procédure par calcul d'aire comprend plus d'étapes et les calculs à effectuer sont plus nombreux et complexes : par procédure divisive, l'élève doit diviser 61,10 m par 1,69 m. Enfin, étant donné que c'est la part entière qui est attendue comme réponse pour le problème *Poterie*, il se peut que certain·es élèves arrivent au bon résultat sans forcément interpréter ou prendre en compte la partie décimale (certain·es arrêtent d'effectuer le calcul après avoir trouvé la part entière, comme l'illustre la production de la figure 46), ce qui ne conduit pas à la bonne réponse pour *Long couloir* (l'élève doit ajouter 1 au quotient entier pour recouvrir entièrement le couloir).

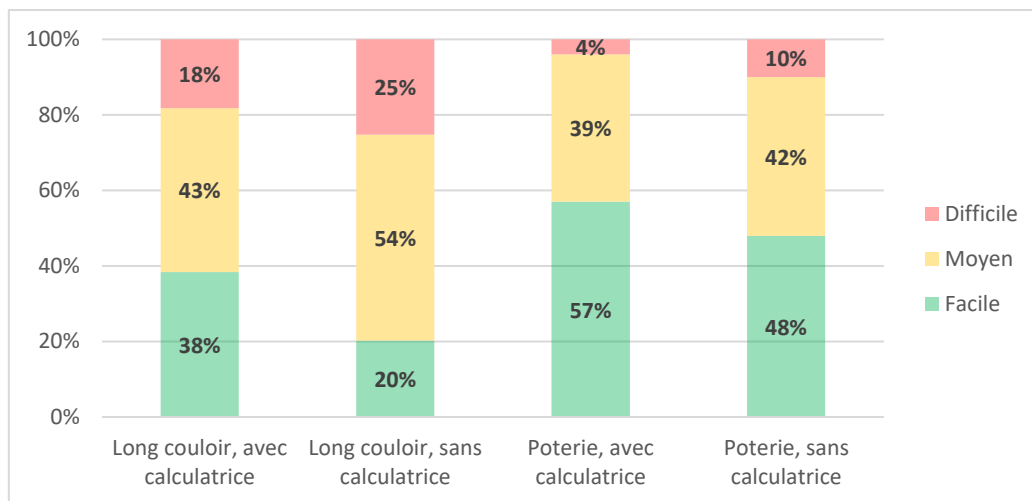


Figure 60 Difficulté perçue par les élèves pour chaque tâche, en ayant ou non la calculatrice à disposition

Soulignons encore que, comme le montre la figure 60 ci-dessus, lorsque les élèves ont la calculatrice à disposition, ils et elles estiment globalement la tâche un peu plus facile. Pour la tâche *Long couloir*, leur perception calculée à partir de la moyenne de la difficulté (1 = facile, 2 = moyen, 3 = difficile) est de 1,8 lorsque la calculatrice est autorisée contre 2,0 lorsqu'elle ne l'est pas. Quant à *Poterie*, cette perception moyenne se monte à 1,5 avec et à 1,6 sans la machine. Néanmoins, le test d'indépendance montre que, statistiquement et pour les deux tâches prises ensemble, la difficulté perçue ne dépend pas du fait que l'élève ait ou non la calculatrice à disposition (au seuil de 5%).

Nous pouvons encore relever que, de manière générale, les élèves qui trouvent la tâche plus facile la réussissent aussi un peu mieux que celles et ceux qui l'estiment plus difficile, et ce pour les deux problèmes (voir tableau 10). La différence est encore plus marquée pour la tâche *Poterie* : cinq fois plus d'élèves arrivent à la bonne réponse lorsqu'ils et elles la trouvent facile que quand elle leur semble difficile.

Tableau 10 Taux de réussite à la tâche en fonction de la difficulté perçue par l'élève, selon la tâche

		difficulté perçue		
		facile	moyen	difficile
taux de réussite	<i>Long couloir</i>	21%	16%	12%
	<i>Poterie</i>	55%	42%	10%

### 3.3.4. Erreurs observées

Pour chaque procédure correcte n'aboutissant pas à la réponse attendue, nous avons codé l'erreur commise par l'élève, à savoir :

- erreur de calcul
- erreur de dénombrement
- erreur de recopiage de valeurs numériques
- erreur dans le calcul de l'aire (uniquement pour le problème *Long couloir*, par exemple  $4 \times 1,30$  au lieu de  $1,30^2$ )
- procédure "incomplète"  
*Il s'agit des cas où l'élève s'arrête au « premier » résultat trouvé supérieur à 47 m respectivement inférieur à 39 kg, sans vérifier si un carreau de carrelage de moins permet toujours de recouvrir l'entier du couloir, respectivement si un pot de fleurs de plus peut être confectionné.*
- réponse décimale (par exemple 36,15 pour *Long couloir* ou 17,72 pour *Poterie*)
- non interprétation ou non prise en compte du reste (par exemple 36 pour *Long couloir* ou 18 pour *Poterie*)
- 0,20 m non recouverts (pour *Long couloir*) ou 0,6 kg en plus (pour *Poterie*) non pris en compte  
*Dans le problème Long couloir, en calculant  $1,30 \text{ m} \times 36$ , on obtient 46,8 m. Il manque donc 0,20 m pour recouvrir l'ensemble des 47 m du couloir, ainsi un carreau de carrelage supplémentaire est nécessaire. De manière analogue pour Poterie, en multipliant 2,2 kg par 18, on obtient 39,6 kg. 0,6 kg d'argile ne sont donc pas disponibles, un pot de fleurs est ainsi à retrancher des 18.*
- autre erreur (par exemple l'élève donne pour réponse le reste au lieu du quotient)

Dans la majorité des cas, nous avons relevé l'erreur « principale », c'est-à-dire celle conduisant à la non-réussite de la tâche. Parfois, c'est le cumul de plusieurs erreurs qui en est à l'origine, nous avons alors relevé au maximum les deux principales concernées. La répartition des 124 erreurs codées (47 lorsque la calculatrice était autorisée et 77 lorsqu'elle ne l'était pas, ce qui met une nouvelle fois en avant que la calculatrice favorise la réussite à la tâche), toutes tâches confondues, se présente ainsi :

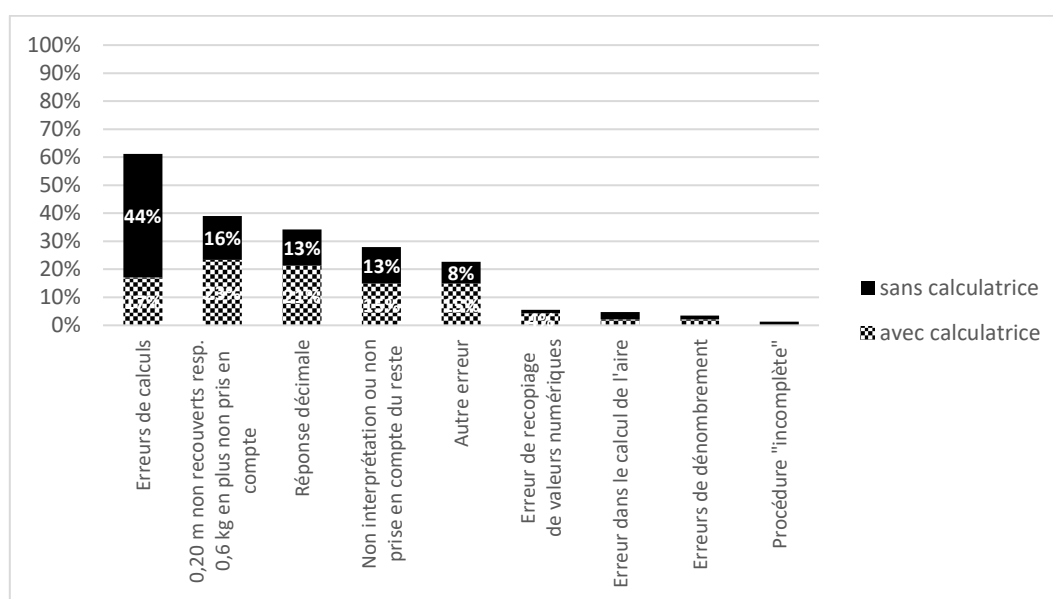
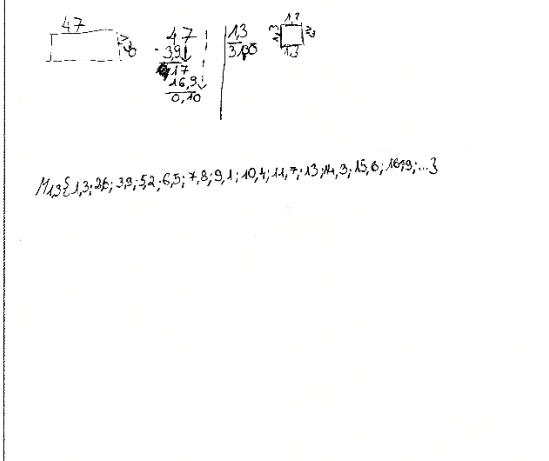
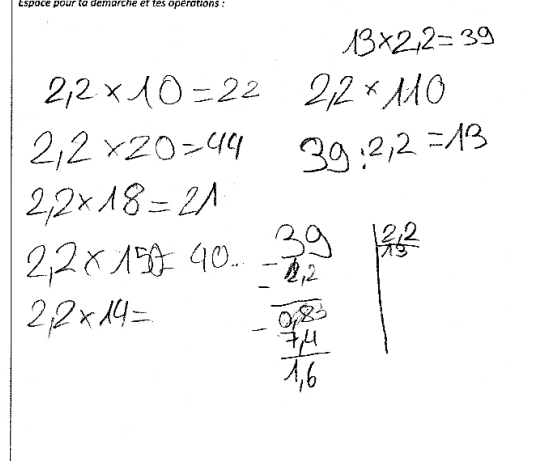


Figure 61 Répartition des erreurs, en fonction de la disponibilité de la calculatrice

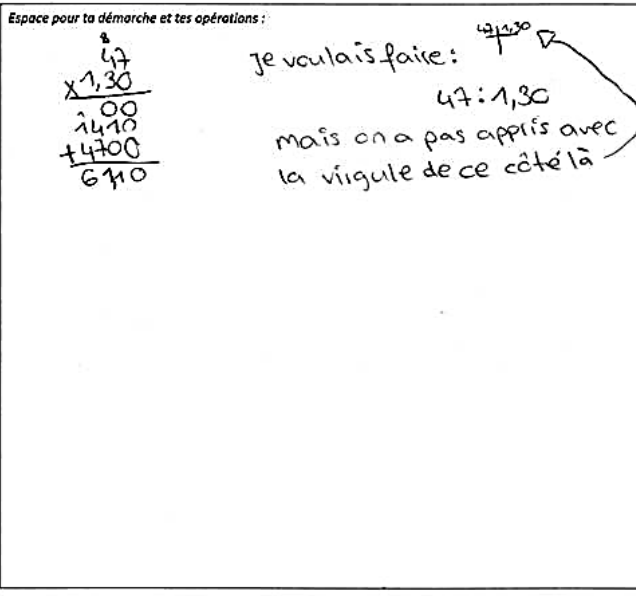
Sans grande surprise, arrivent en tête de liste les erreurs de calcul. Elles représentent près de la moitié des erreurs lorsque la calculatrice n'est pas à disposition de l'élève (44%), contre 17% lorsqu'il ou elle y a accès. Dans ce premier cas, souvent, elles sont le reflet de la non-maitrise de la technique opératoire (en particulier pour les procédures divisives). Les productions ci-dessous en sont des exemples.

Long couloir	Poterie
<p>Espace pour la démarche et tes opérations :</p>  <p>Réponse : On doit acheter <u>3,2</u>..... carreaux de carrelage.</p>	<p>Espace pour la démarche et tes opérations :</p>  <p>Réponse : On peut confectionner <u>13</u>..... pots de fleurs.</p>
<p>Figure 62 Exemple de production avec une erreur de calcul (Long couloir réalisé sans la calculatrice)</p>	<p>Figure 63 Exemple de production avec une erreur de calcul (Poterie réalisée sans la calculatrice)</p>

Le diviseur décimal semble poser problème à un nombre important d'élèves : ils et elles ne savent vraisemblablement pas très bien comment opérer dans un tel cas de figure. L'élève ayant réalisé la production ci-contre l'indique d'ailleurs explicitement.

Par ailleurs, nous avons pu observer dans les traces laissées par les élèves que certain-es posent la division attendue, mais ne l'effectuent pas (peut-être justement parce qu'ils et elles n'en maitrisent pas suffisamment la technique) ou alors n'interprètent pas le résultat obtenu (comme s'il ne leur « parlait » pas, ou parfois peut-être aussi car une erreur de calcul le rendait peu réaliste – par exemple 1,7... carreaux de carrelage pour *Long couloir*). La production de gauche ci-dessous (figure 65) montre la difficulté rencontrée pour effectuer la division correcte posée. L'élève


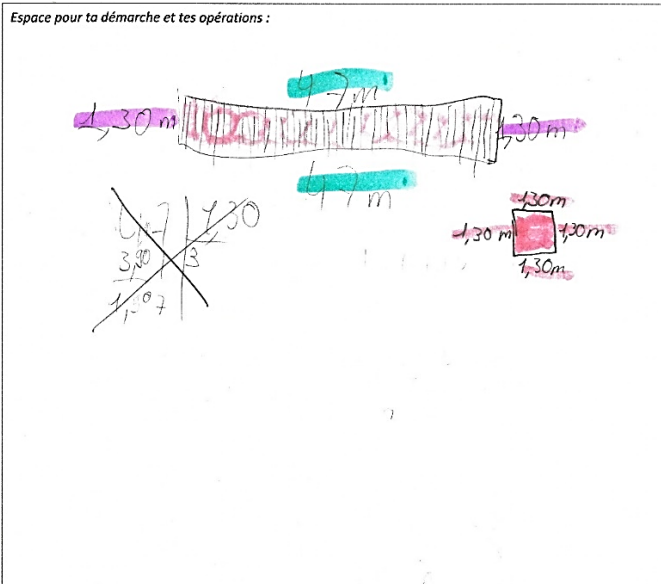

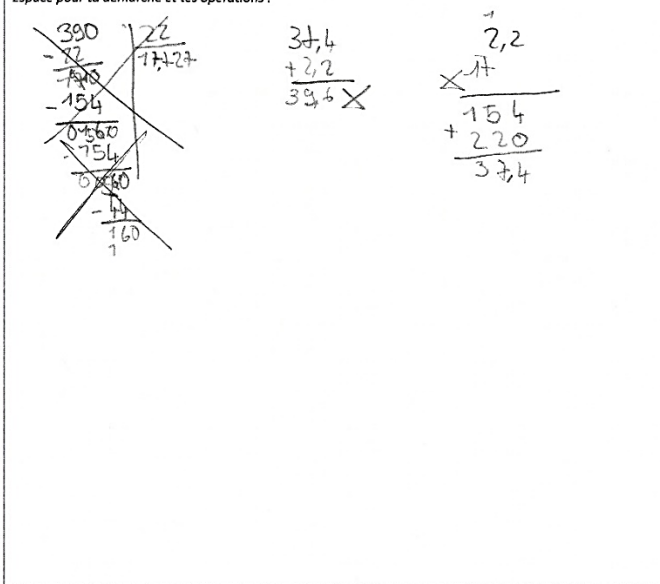
Espace pour la démarche et tes opérations :



Réponse : On doit acheter 36,150..... carreaux de carrelage.

Figure 64 Exemple de production où le diviseur décimal est problématique pour l'élève (Long couloir)

semble ne pas (bien) connaître la technique opératoire lorsque le diviseur est décimal, ce qui visiblement le ou la bloque dans sa résolution qui s'arrête là. Quant à l'illustration de droite (figure 66), elle met en avant le fait que le résultat d'une division est difficile à comprendre et/ou à interpréter par certains élèves (probablement d'autant plus lorsque le quotient n'est pas entier, ici c'est certainement l'interprétation de la partie décimale qui pose problème), ce qui les conduit à mettre en œuvre une autre procédure, supplémentaire, pour pouvoir répondre à la question posée. Dans cet exemple, l'élève commence vraisemblablement par poser et effectuer correctement la division décimale, mais ne parvient pas à interpréter le résultat obtenu, ce qui l'amène à avoir recours à une procédure multiplicative (à moins que ces calculs ne soient effectués à des fins de vérification, mais le fait que l'élève ait tracé sa division rend, selon nous, cette hypothèse moins probable). Au total, cela concerne 32 élèves sur 157 (11 élèves pour *Long couloir*, 19 pour *Poterie* et 2 pour les deux problèmes).

Long couloir	Poterie
<p><b>1) Long couloir</b> </p> <p>On souhaite recouvrir entièrement le sol d'un couloir rectangulaire de 47 m de long et 1,30 m de large avec du carrelage. On peut acheter des carreaux de carrelage de forme carrée mesurant 1,30 m de côté.</p> <p>Combien de carreaux doit-on acheter pour recouvrir entièrement le couloir ?</p> <p>► Montre ce que tu fais pour trouver la réponse.</p> <p>Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  <p>Réponse : On doit acheter ..... carreaux de carrelage.</p> <p>Figure 65 Exemple de production où l'élève pose la division, mais ne l'effectue pas (ou que partiellement) (<i>Long couloir</i>)</p>	<p><b>1) Poterie</b> </p> <p>Pour confectionner des pots de fleurs, on a acheté de l'argile. Il faut 2,2 kg d'argile pour un pot.</p> <p>Combien de pots de fleurs peut-on confectionner avec 39 kg d'argile ?</p> <p>► Montre ce que tu fais pour trouver la réponse.</p> <p>Espace pour ta démarche et tes opérations :</p>  <p>Réponse : On peut confectionner ..... pots de fleurs.</p> <p>Figure 66 Exemple de production où l'élève pose et effectue la division, mais n'en interprète pas le résultat (<i>Poterie</i>)</p>

D'autres erreurs de calcul sont représentatives d'une conception erronée des nombres décimaux. La production ci-dessous en est un exemple typique : l'élève considère un nombre décimal tel que deux nombres entiers séparés par une virgule. Nous pouvons espérer que l'introduction des nombres

décimaux par les fractions, dans les nouveaux moyens d'enseignement romands de mathématiques, permettra d'éluder de telles représentations de ces nombres.

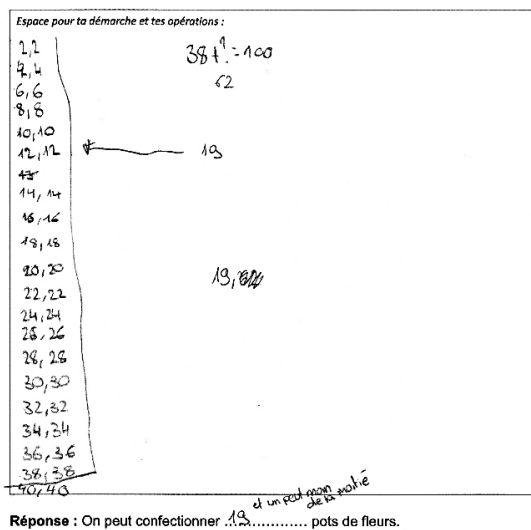


Figure 67 Exemple d'erreur de calcul, qui révèle également une conception erronée des nombres décimaux (Poterie)

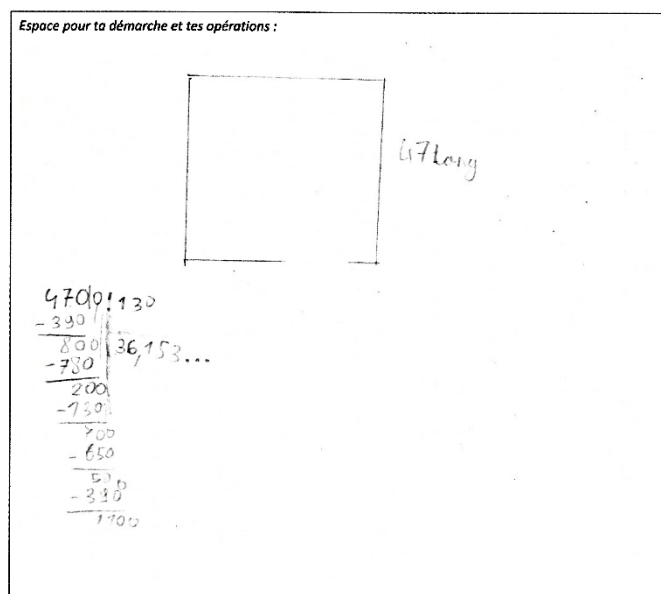
Bien qu'évidemment plus nombreuses lorsque la calculatrice n'est pas disponible, des erreurs de « calcul » s'observent également lorsqu'elle l'est (8 productions, soit 17% des erreurs). Cela peut s'expliquer par une erreur de saisie sur la calculatrice (comme dans l'exemple de la figure 68 ci-dessous où l'élève note bien le signe de division sur sa feuille mais, au vu du résultat, tape « fois » sur sa calculatrice, ce qui semble aussi montrer qu'il ou elle ne vérifie pas la vraisemblance de sa réponse par estimation de l'ordre de grandeur ou alors qu'une telle estimation lui est difficile à cause du diviseur décimal). N'oublions pas non plus que plusieurs élèves effectuent des calculs à la main, quand bien même ils et elles disposent d'une calculatrice. Rappelons-le, cela concerne tout de même 37 élèves sur 157 (~24%).

Long couloir	Poterie
<p>Espace pour ta démarche et tes opérations :</p> <p>Réponse : On doit acheter 37 carreaux de carrelage.</p>	<p>Espace pour ta démarche et tes opérations :</p> <p>Réponse : On peut confectionner 7 pots de fleurs.</p>
<p>Figure 68 Exemple d'erreur de saisie sur la calculatrice (Long couloir)</p>	<p>Figure 69 Exemple de difficulté de saisie sur la calculatrice (Poterie)</p>

Quant à la production de droite ci-dessus (figure 69), elle illustre visiblement une difficulté de saisie (ou d'utilisation de la machine ? – ce qui semble toutefois peu probable étant donné que les élèves indiquent rencontrer peu de difficultés à l'utiliser, voir figure 22). Bien que l'élève note correctement le calcul en croix  $(39 \times 1) / 2,2$  sur sa feuille, il ou elle doit se tromper en le tapant sur sa calculatrice. Il semblerait que le résultat obtenu lui paraisse d'ailleurs très peu crédible, ce qui expliquerait pourquoi aucune réponse n'est donnée.

Outre ces erreurs de calcul, un nombre important d'erreurs relèvent de la non prise en compte des 0,20 m non recouverts pour *Long couloir* respectivement 0,6 kg en plus pour *Poterie*. Ce type d'erreur est à mettre en lien avec la procédure mise en œuvre : elle concerne majoritairement celle multiplicative, de même que quelques productions où il a été fait recours à l'addition. La calculatrice a visiblement peu d'impact sur cette catégorie d'erreurs étant donné que 11 productions en contiennent quand la calculatrice est autorisée (ce qui représente 23% des erreurs avec la calculatrice), contre 12 lorsque ce n'était pas le cas (soit 16%).

Beaucoup d'erreurs proviennent également du fait que les élèves n'interprètent pas le résultat non



entier : soit ils et elles donnent une réponse décimale (souvent 36,15 pour *Long couloir* et 17,72 pour *Poterie*), soit ils et elles « arrondissent » le quotient (en particulier pour le problème *Long couloir*), comme l'illustre l'exemple ci-contre. 21% des erreurs lorsque l'élève a accès à la machine sont concernées par le premier cas, et 15% par le second. Quand la calculatrice n'est pas disponible, ces taux sont de 13% (10 productions). Ces types d'erreurs sont à attribuer (presque<sup>46</sup>) exclusivement aux procédures divisives.

Réponse : On doit acheter 36..... carreaux de carrelage.

Figure 70 Exemple d'erreur de non interprétation de la partie non entière du quotient décimal (*Long couloir*)

Quelques élèves commettent aussi d'autres erreurs (il s'agit par exemple

d'erreurs où l'élève donne pour réponse le reste ou le diviseur de la division au lieu du quotient) ou encore des erreurs de recopie (en prenant par exemple 49 au lieu de 47 pour *Long couloir*).

Globalement, toutes erreurs confondues, faire ou non des erreurs dépend statistiquement du fait d'avoir ou non la calculatrice à disposition (test statistique d'indépendance significatif au seuil de 5%). Afin d'affiner ce résultat, ce même test a été réalisé pour chaque type d'erreur. Les résultats

<sup>46</sup> Dans de rares cas, des élèves ayant eu recours à une procédure multiplicative ont recherché le facteur « exact » (donc décimal) permettant de trouver un produit entier (47 respectivement 39).

montrent qu'une dépendance statistiquement significative s'observe uniquement pour les erreurs de calcul (au seuil de 5%). Aucune différence significative n'a été relevée pour les autres types d'erreurs ou, dans certains cas, le test n'a pas pu être réalisé en raison du nombre insuffisant de valeurs détecté. La machine semble donc avoir particulièrement une influence positive sur les erreurs de calcul, ce qui n'est pas surprenant : moins d'erreurs de ce type sont commises lorsque cet outil est à disposition.

Nous avons également souhaité observer la répartition des erreurs pour les 54 procédures correctes (sur 79) mises en œuvre par les élèves pour le problème *Long couloir* qui contenaient des erreurs ainsi que pour les 53 (sur 128) pour *Poterie* n'ayant pas conduit à la bonne réponse. Nous avons relevé 64 erreurs pour *Long couloir*, contre 60 pour *Poterie*<sup>47</sup>, dont voici la répartition en fonction de la disponibilité de la calculatrice :

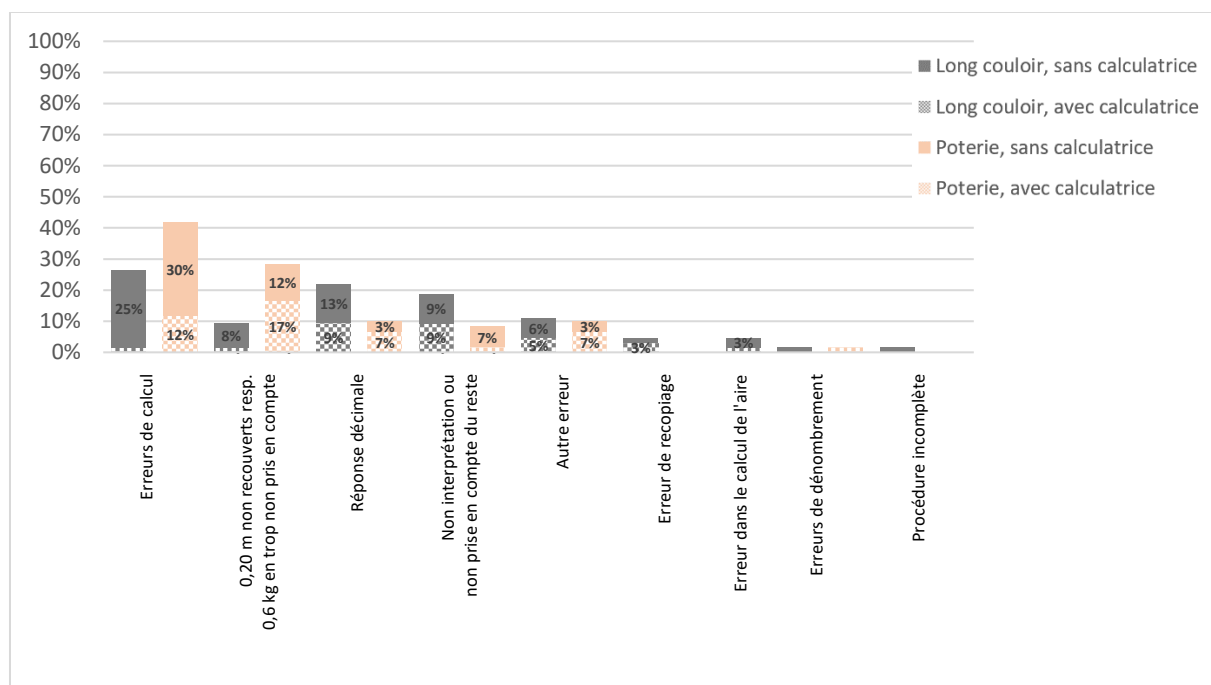


Figure 71 Répartition des erreurs relevées, par tâche et en fonction de la disponibilité de la calculatrice

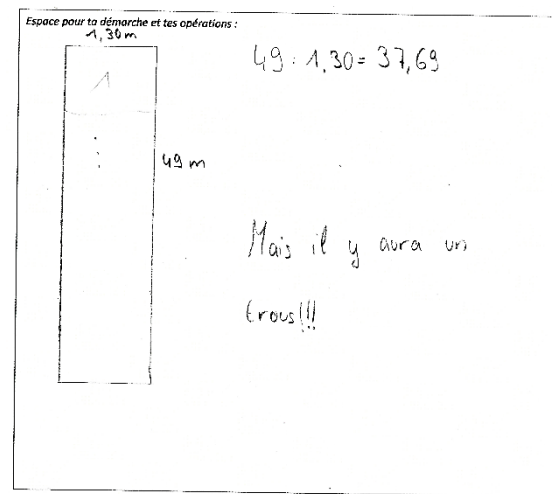
Ces résultats rejoignent les précédents (qui étaient indépendants de la tâche réalisée) et mettent en avant que la calculatrice a surtout un impact favorable sur les erreurs de calcul, en particulier pour le problème *Long couloir*. Il convient de préciser que certaines erreurs sont à considérer au regard des procédures auxquelles les élèves ont eu recours. Les erreurs au niveau du calcul d'aire, qui ne concernent que la tâche *Long couloir*, représentent par exemple 5% des erreurs de cette dernière (3 productions), mais ce faible taux est à mettre en lien avec le nombre de procédures exploitant des calculs d'aires mises en œuvre par les élèves, à savoir 16 (ce qui représente 19% des erreurs pour les procédures de ce type). Il en va de même pour les erreurs de dénombrement qui ne se rapportent

<sup>47</sup> Le fait que le nombre d'erreurs par tâche soit plus élevé que le nombre de productions correctes n'ayant pas abouti à la réponse attendue s'explique par le fait que, dans quelques cas, ce sont plusieurs erreurs qui ont conduit à la non-réussite à la tâche.



qu'aux procédures additives, ou encore pour les procédures incomplètes qui ne s'appliquent qu'à celles par multiplications.

Relevons encore que l'erreur « non interprétation ou non prise en compte du reste », découlant d'une procédure divisive, est plus fréquemment observée pour la tâche *Long couloir*. Ce plus haut taux provient peut-être de la différence au niveau de l'interprétation du résultat non entier entre les deux tâches : pour ce problème, il est nécessaire d'« arrondir » le résultat de la division à l'entier supérieur, alors que pour *Poterie* c'est l'entier qui est attendu comme réponse. Cela peut ne pas paraître évident à l'élève, d'autant que la partie décimale ou le reste est petit, à savoir 20 cm. Il en va de même pour les « 0,20 m non recouverts non pris en compte ». Il nous semble qu'il est moins « intuitif » de devoir acheter un carreau de carrelage supplémentaire, qu'il s'agira ensuite de couper pour recouvrir les 20 derniers centimètres du couloir. N'oublions pas que ce contexte est sans doute peu familier aux élèves, et comme les questions n'étaient pas autorisées pendant la passation du test pilote, ils et elles ne pouvaient pas clarifier ce point. La longueur considérée étant très petite par rapport à celle du couloir peut rendre la nécessité d'un carreau supplémentaire d'autant moins évidente. La production de l'élève ci-contre le révèle<sup>48</sup>. Par ailleurs, le nombre « important » d'erreurs de calcul pour *Poterie* dont découle la



Réponse : On doit acheter 37..... carreaux de carrelage.

Figure 72 Exemple de difficulté d'interprétation du contexte pratique du problème *Long couloir*

non-réussite à cette tâche semble montrer une meilleure compréhension du problème ou de la situation. S'en dégage à nouveau la plus grande difficulté relative de *Long couloir* entre les deux problèmes.

De manière générale, il semblerait ainsi que la calculatrice ne rende pas plus « facile » la résolution de problèmes pour l'élève. Le raisonnement reste entièrement à sa charge, et la calculatrice n'a visiblement pas un si grand impact sur la manière de réfléchir. En témoignent les différentes erreurs observées tant avec que sans la machine.

<sup>48</sup> Cette production a été codée comme réponse incorrecte, quand bien même elle correspond à la réponse attendue, dans la mesure où c'est l'erreur de recopie qui amène l'élève à la solution attendue. Seule cette erreur a été relevée dans la mesure où le raisonnement de l'élève est entièrement correct.

## Conclusion

Dans cette étude, nous nous sommes intéressée à l'usage de la calculatrice en milieu scolaire. L'intention de recherche de son premier volet est de décrire des éléments des pratiques enseignantes, plus particulièrement de répondre à la question de recherche suivante : quelle utilisation de la calculatrice est faite dans les classes de 8<sup>e</sup> année de Suisse romande ? À l'aide de nos données quantitatives, collectées au moyen d'un questionnaire auquel ont répondu 51 enseignant·es (sur les 56 sollicité·es) dont les élèves ont pris part au test pilote 2023 mis en place par l'IRD, nous avons pu en brosse un état des lieux. Nous avons ainsi constaté que, globalement, les enseignant·es autorisent peu leurs élèves de 8<sup>e</sup> année à utiliser cet outil de calcul durant les leçons de mathématiques : plus de la moitié des personnes interrogées déclarent la mettre « rarement » à disposition, et rares sont les enseignant·es qui l'autorisent « souvent » ou « à chaque leçon ». En outre, la fréquence moyenne de son utilisation n'est pas tant liée au domaine mathématique mais dépend surtout des pratiques de l'enseignant·e. Les trois principales raisons invoquées par les personnes qui, en moyenne, ne mettent « jamais » ou seulement « rarement » cet outil de calcul à disposition de leurs élèves sont, dans l'ordre, sa non-pertinence au regard des tâches proposées (problèmes mettant en jeu de petits nombres), le fait qu'elle n'est pas nécessaire à ce niveau scolaire et que l'élève aura l'occasion de l'utiliser plus tard dans sa scolarité.

En ce qui concerne les tâches pour lesquelles les élèves sont autorisé·es à utiliser la calculatrice, nous avons observé que pour les problèmes pour lesquels la calculatrice a un statut « d'outil », ce sont les valeurs numériques non entières et/ou le nombre important de calculs à effectuer qui conduisent les enseignant·es à la mettre plus facilement à disposition. Par ailleurs, les réponses indiquent qu'en situation d'enseignement-apprentissage, des tâches où la calculatrice est au centre de l'activité mathématique ou permettant de traiter de sa pertinence et de ses fonctionnalités sont très rarement proposées aux élèves de 8<sup>e</sup> année. Quant à son utilisation comme moyen de différenciation (autrement dit lorsqu'elle est autorisée uniquement pour certain·es élèves), plus du deux tiers des répondant·es déclarent le faire « parfois » ou « jamais ». Le cas échéant, son recours sert avant tout à vérifier des résultats (autocorrection).

Globalement, la calculatrice ne semble actuellement pas encore si intégrée à l'enseignement des mathématiques en fin d'école primaire dans les classes romandes, et les élèves sont peu habitué·es à l'utiliser en classe. L'analyse des productions des élèves l'a également mis en exergue. En effet, environ un·e élève sur cinq pose et calcule à la main des opérations en colonnes alors qu'il ou elle a la machine à disposition. Dans les nouveaux moyens d'enseignement romands, il est explicitement indiqué par le biais d'un logo lorsqu'elle doit ou ne doit pas être mise à disposition des élèves pour une tâche donnée. Il sera intéressant de voir si des effets sur la fréquence de son utilisation en classe seront observés. Nous supposons que son usage s'en verra impacté, mais pour ce faire il nous semble qu'en formation (initiale et/ou continue) son utilisation devrait être davantage thématisée et

valorisée auprès des étudiant·es et/ou des enseignant·es, par exemple pour des tâches de résolution de problèmes.

D'un point de vue méthodologique, nous avons élaboré un questionnaire. Bien que très intéressante, cette tâche s'est également avérée difficile, notamment dans la formulation des questions pour obtenir des réponses fiables. Les réponses à l'une de nos questions n'ont par exemple pas pu être prises en compte, cette dernière n'étant pas valide, quand bien même le questionnaire avait préalablement été testé auprès d'un groupe d'enseignant·es. De plus, il a été nécessaire de trouver un équilibre entre sa durée et le niveau de finesse et de précision des questions. Il a donc fallu faire des choix quant aux aspects effectivement interrogés. Enfin, la remarque d'un sujet interrogé précisant que la mise à disposition de la calculatrice pour une tâche donnée dépend de l'objectif visé révèle que la manière dont cet aspect était sondé à travers le questionnaire n'était sans doute pas optimale. Elle met en exergue le fait que la mise à disposition de la calculatrice ne dépend pas uniquement du problème mais aussi – et surtout – du contexte dans lequel il est soumis aux élèves. Soulignons encore que ces résultats émanent de déclarations des sujets, autrement dit leurs réponses peuvent différer de leurs pratiques effectives en classe. Un possible biais de désirabilité sociale peut ainsi être relevé. Par ailleurs, une limite au niveau de la généralisation des résultats est à signaler, l'échantillon interrogé n'étant pas suffisamment important pour être représentatif de l'ensemble de la population enseignante romande pour la 8<sup>e</sup> année HarmoS.

Le second volet de notre recherche se concentrait sur l'analyse des productions des élèves et avait pour but d'observer comment la mise à disposition de la calculatrice lors de la résolution de deux problèmes divisifs de structure mathématique proche peut avoir une influence sur les procédures mises en œuvre par les élèves ainsi que sur leurs erreurs. Cette partie de notre étude nous a ainsi permis de mettre en discussion les arguments que l'on peut entendre en salle des maîtres ou à d'autres occasions, avançant notamment que la résolution de problème serait « plus facile » lorsque la calculatrice est autorisée.

Nous avons émis l'hypothèse que la disponibilité de la calculatrice favorise le recours à la division, tout en relevant que les élèves pourraient aussi (continuer à) faire appel à des multiplications lacunaires dans la mesure où le sens du problème est ainsi mieux contrôlé et que la calculatrice permet d'en faire rapidement un nombre important. L'analyse des productions de notre échantillon composé de 157 élèves ayant réalisé une tâche sans et l'autre avec la machine dans le cadre du test pilote a mis en avant que, de manière générale, les élèves ont effectivement plus fréquemment recours à une procédure divisive lorsque la calculatrice est autorisée. Néanmoins, cette tendance s'observe surtout pour l'un des deux problèmes, à savoir *Poterie*. Dès lors, il est difficile de l'attribuer explicitement à la disponibilité de la machine... En effet, d'une certaine manière, le choix de la procédure est indépendant de la présence de la calculatrice : cette dernière ne permet pas de

décider à la place de l'élève de la procédure à mobiliser, le raisonnement reste entièrement à la charge de l'élève. Il semble donc que ce soit plutôt la tâche elle-même qui induise la procédure.

En outre, les résultats intra-élève nous ont permis de montrer que, indépendamment de la tâche, une majorité d'élèves mettent en œuvre des procédures différentes selon que la calculatrice est ou non autorisée. Le test d'indépendance appuie ce résultat : le type de procédure mobilisé dépend de la disponibilité de la calculatrice (résultat significatif au seuil de 5%). Les résultats pour le groupe d'élèves ayant réalisé la tâche *Poterie* avec la machine indiquent que le recours à une procédure divisive est quelque peu favorisé lorsqu'ils et elles peuvent l'utiliser. Il en va de même pour le second groupe d'élèves ayant eu la calculatrice à disposition pour la tâche *Long couloir* : un nombre plus important d'élèves mobilisent la division quand ils et elles ont accès à la calculatrice. Relevons ici une limite de notre étude : nous sommes partie du principe que lorsque la calculatrice était autorisée, l'élève a résolu le problème en l'utilisant. Toutefois, les opérations effectuées par écrit quand bien même le recours à la machine était permis révèlent qu'il n'est pas possible d'assurer que c'est effectivement le cas.

Bien que les résultats semblent aller dans ce sens, il est difficile d'attribuer le plus haut taux de procédures divisives uniquement à la présence de la calculatrice. En effet, quoique de structure mathématique similaire, les deux problèmes divisifs soumis aux élèves et comparés en termes de procédures mises en œuvre se distinguent par le fait que l'énoncé de *Long couloir* comprend trois valeurs numériques (contre deux pour *Poterie*), et que ce problème peut être réalisé en calculant les aires des deux surfaces en jeu. De fait, il présente certains « distracteurs » (notamment la possible confusion entre aire et périmètre, le contrat didactique qui pourrait inciter les élèves à vouloir utiliser les trois valeurs numériques données dans l'énoncé), ce que ne fait pas la tâche intitulée *Poterie*. Cette dernière est d'ailleurs mieux réussie et estimée plus facile par les élèves que *Long couloir*. En ce sens, les problèmes analysés ne permettent pas de comparer au plus proche les procédures mises en œuvre par les élèves selon la disponibilité de la calculatrice. Il aurait fallu que les deux tâches se ressemblent encore davantage, par exemple du point de vue de la familiarité de leur contexte, du nombre de décimales des données en jeu ou encore de leur difficulté. Cette limite découle des contraintes qui nous étaient imposées par le dispositif au niveau du choix des tâches : celles-ci devaient provenir d'épreuves cantonales externes.

Au niveau des erreurs, bien que variées et dépendantes de la procédure mise en œuvre, nos données ont mis en avant que la calculatrice a principalement un impact sur les erreurs de calcul : le taux d'erreurs de ce type est nettement inférieur lorsque la machine est autorisée. C'est d'ailleurs l'hypothèse que nous avançons. Pour les autres types d'erreurs, tous ont été observés tant lorsque les élèves pouvaient utiliser la machine que lorsqu'elle n'était pas disponible. Les résultats ainsi obtenus restent frustes et mériteraient d'être approfondis : il serait par exemple intéressant de pouvoir mener une étude de plus grande ampleur qui permettrait d'observer les erreurs commises

par un groupe plus important d'élèves ayant mis en œuvre un même type de procédures, certaines avec et d'autres sans la calculatrice. En effet, le nombre d'erreurs de chaque type identifiées et codées parmi les productions analysées s'est avéré insuffisant pour pouvoir réaliser des analyses statistiques sur ces données. Soulignons aussi le caractère non généralisable de nos résultats, notre échantillon étant d'une part insuffisant et non représentatif, et les tâches analysées se limitant d'autre part à deux problèmes divisifs avec des caractéristiques spécifiques (recherche du nombre de parts, situation faisant intervenir des nombres relativement petits dont l'un est décimal, nécessité d'interpréter le résultat non entier de la division). Il serait intéressant de prolonger cette recherche avec d'autres problèmes divisifs, mettant par exemple en jeu des nombres plus grands. Les élèves auraient-ils et elles toujours recours aux mêmes types de procédures ? Les résultats convergeraient-ils avec ceux de la présente étude ?

Les données à disposition, s'inscrivant dans un projet plus large mené par l'IRD, représentent un matériau extrêmement conséquent dont seule une petite partie a été analysée pour cette étude. Ces riches matériaux pourraient être encore davantage exploités (qualitativement ou quantitativement) et faire l'objet de futures recherches. Il serait par exemple intéressant de poursuivre le codage des productions pour compléter les résultats obtenus, et les élargir. Dans ce travail, nous nous sommes focalisée sur les procédures et erreurs des élèves, mais de nombreux autres aspects mériteraient d'être analysés.

## Liste des références

- Aristophane. (1997). *Théâtre complet : textes présentés, établis et annotés par Pascal Thierry*. Paris : Gallimard.
- Assude, T. (2007). Changements et résistances à propos de l'intégration des nouvelles technologies dans l'enseignement mathématique au primaire. *Informations, savoirs, décisions et médiations (ISDM)*, 29. [Revue en ligne] <https://isdm.univ-tln.fr/PDF/isdm29/ASSUDE.pdf>
- Assude, T. (2017). Questionner les liens entre numérique et accessibilité didactique : un exemple avec les calculatrices. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 78, 11-24. <https://www.cairn.info/revue-la-nouvelle-revue-de-l-adaptation-et-de-la-scolarisation-2017-2-page-11.htm>
- Assude, T. & Loisy, C. (2008). La dialectique acculturation/déculturation au cœur des systèmes de formation des enseignants aux TIC. *Informations, savoirs, décisions et médiations (ISDM)*, 32. [Revue en ligne] <http://isdm.univ-tln.fr/PDF/isdm32/isdm32-assude.pdf>
- Assude, T. & Loisy, C. (2009). Plus-value et valeur didactique des technologies numériques dans l'enseignement : esquisse de théorisation. *Revista Quadrante*, 18, 7-28. [https://www.researchgate.net/profile/Catherine-Loisy-2/publication/281956808\\_Assude-T-Loisy-C-2009-Plus-value-et-valeur-didactique-des-technologies-numeriques-dans-l-enseignement-Esquisse-de-theorisation-Revista-Quadrante-XVIII-1-2-7-28.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Catherine-Loisy-2/publication/281956808_Assude-T-Loisy-C-2009-Plus-value-et-valeur-didactique-des-technologies-numeriques-dans-l-enseignement-Esquisse-de-theorisation-Revista-Quadrante-XVIII-1-2-7-28.pdf)
- Benzaken, C. (1973). La division à l'école : division euclidienne et division exacte. *Grand N*, 1, 25-44. [https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/1n2\\_1563441109314-pdf](https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/1n2_1563441109314-pdf)
- Boulet, G. (1998). La nature dichotomique de la division : une analyse didactique. *Bulletin AMQ*, 38(2), 14-22. <https://www.amq.math.ca/ancien/archives/1998/2/1998-2-part5.pdf>
- Brousseau, G. (2010). Le calcul humain des multiplications et des divisions de nombres naturels. *Grand N*, 85, 13-41.
- Bruillard, E. (1992-1993). Quelques obstacles à l'usage des calculatrices à l'école : une analyse. *Grand N*, 53, 67-78.
- Brun, J. (1990). La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives. *Math-Ecole*, 141, 2-15.
- Chanudet, M. (2019). *Étude des pratiques évaluatives des enseignants dans le cadre d'un enseignement centré sur la résolution de problèmes en mathématiques* [Thèse de doctorat]. Genève : Université de Genève. DOI : 10.13097/archive-ouverte/unige:125833
- Charnay, R. (1992-1993). Une calculatrice pour tous dès l'école primaire... ou quelles compétences en calcul aujourd'hui ? *Grand N*, 53, 59-61.
- Charnay, R. (2002). Pour une culture mathématique dès l'école primaire. *Bulletin de l'APMEP*, 441, 409-417. <https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/AAA/AAA02036/AAA02036.pdf>
- Charnay, R. (2004). Des calculatrices à l'école primaire ? Oui ? Non ? Pourquoi ? Comment ? *Grand N*, 74, 67-75. <http://pedagogie-62.ac-lille.fr/cycle-2/mathematiques/revue-n/des-calculatrices-a-l-ecole-primaire-oui-non.pdf>
- Charnay, R. (2007). La division, le plus tôt possible ? La division, le mieux possible ! *Bulletin de l'APMEP*, 469, 202-212. <https://www.apmep.fr/IMG/pdf/AAA07025.pdf>
- Chastellain, M. (2002). *Mathématiques sixième année : méthodologie – commentaires*. Neuchâtel : COROME. [https://www.plandetudes.ch/documents/216813/2674408/6P\\_+LM-interieur.pdf/8dd84308-b507-456b-9050-3d4b4b2a159b](https://www.plandetudes.ch/documents/216813/2674408/6P_+LM-interieur.pdf/8dd84308-b507-456b-9050-3d4b4b2a159b)
- Chastellain, M. & Jaquet, F. (2001) *Mathématiques cinquième année : méthodologie – commentaires*. Neuchâtel : COROME. [https://www.plandetudes.ch/documents/216813/2674408/5P\\_LM\\_Interieur.pdf/e7930afa-1588-444b-a97b-f7590f03d015](https://www.plandetudes.ch/documents/216813/2674408/5P_LM_Interieur.pdf/e7930afa-1588-444b-a97b-f7590f03d015)
- Commission intercantonale romande de coordination de l'enseignement (CIRCE). (1986). *CIRCE III (années 7, 8 et 9) : programmes-cadres : français, allemand, mathématiques, histoire*

- et éducation civique*. [S.l.] : Conférence intercantonale des chefs des départements de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin.
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (1997). *Plan d'études romand de mathématiques : degrés 1-6*. Neuchâtel : COROME.
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (2010a). *Commentaires généraux du domaine Mathématiques et Sciences de la nature*. <https://www.plandetudes.ch/web/guest/msn/cg>
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (2010b). *MSN23 – Résoudre des problèmes additifs et multiplicatifs...* [https://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN\\_23/](https://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_23/)
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (2010c). *Plan d'études romand*. <https://www.plandetudes.ch>
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (2010d). *Présentation générale du Plan d'études romand : contexte*. <https://www.plandetudes.ch/web/guest/pg2-contexte#n4>
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (2018a). *Espace des moyens d'enseignement romands*. <https://www.ciip-esper.ch/#/>
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (2018b). *Guide pratique 5<sup>e</sup> – 6<sup>e</sup>*. <https://www.ciip-esper.ch/#/discipline/5/5/?sidepanel={%22contentType%22:%22GUIDE PRATIQUE 5 SUP E SUP 6 SUP E SUP%22,%22fullscreen%22:false}>
- Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP). (2018c). *Les différents types de calculs : le calcul avec une calculatrice*. <https://www.ciip-esper.ch/#/discipline/5/1,2/objectif/38?sidepanel={%22contentType%22:%22LES DIFFERENTS TYPES DE CALCULS%22,%22fullscreen%22:false}#1.4>
- Floris, R. (2005). À l'école obligatoire la calculatrice peut-elle contribuer à l'apprentissage des mathématiques ? *Math-Ecole*, 215, 19-27.
- Gagnebin, A., Guignard, N. & Jaquet, F. (1998). *Apprentissage et enseignement des mathématiques : commentaires didactiques sur les moyens d'enseignement pour les degrés 1 à 4 de l'école primaire*. Neuchâtel : COROME.
- Gnaegi, E. (1992). *Calculatrices de poche : situation en Suisse romande et au Tessin en mars 1992*. Neuchâtel : Institut romand de recherches et de documentation pédagogiques (IRDP) (Regards 92.303).
- Goupil, J.-F. (2012). L'utilisation de la calculatrice dans l'apprentissage des mathématiques au secondaire. In J.-L. Dorier & S. Coutat (Eds.), *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21<sup>e</sup> siècle : actes du colloque EMF2012* (pp. 1583–1603). Genève : Université de Genève, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation. <http://emf.unige.ch/files/1214/5321/0429/EMF2012SPE1GOUPIL.pdf>
- Guiet, J. (1993). L'algorithme de la division est-il un algorithme ? *Publications mathématiques et informatique de Rennes*, 3, 97-102. [http://www.numdam.org/item/PSMIR\\_1993\\_\\_3\\_97\\_0.pdf](http://www.numdam.org/item/PSMIR_1993__3_97_0.pdf)
- Gurtner, J.-L. (1997). *L'approche des algorithmes dans la nouvelle collection de moyens d'enseignement de mathématiques : actes du Séminaires organisés les 30 et 31 janvier 1997 à Chaumont (Neuchâtel) sous l'égide de COROME*. Neuchâtel : IRDP (Recherches 97.107).
- Jaquet, F. & Pochon, L.-O. (2005). La calculatrice dans les écoles de Suisse romande : quelques repères historiques. *Math-école*, 216, 46-57.
- Julo, J. (1995). *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques : un apport de la psychologie cognitive à l'enseignement*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Kutzler, B. (1997). With the TI-92 towards computer age maths teaching. *International Journal of Computer Algebra in Mathematics Educations*, 4(1), 7-32.

- Le Roy, J. & Pierrette, M. (2012). *Petit manuel méthodologique du questionnaire de recherche : de la conception à l'analyse*. Paris : Enrick B. Editions.
- Levain, J.-P. & Didierjean, A. (2017). Problèmes multiplicatifs, proportionnalité et théorie des champs conceptuels. *Rééducation orthophonique*, 269, 145-160. [https://www.researchgate.net/profile/Jean-Pierre-Levain/publication/314206793\\_Problemes-multiplicatifs-proportionnalite-et-theorie-des-champs-conceptuels.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jean-Pierre-Levain/publication/314206793_Problemes-multiplicatifs-proportionnalite-et-theorie-des-champs-conceptuels.pdf)
- Levain, J.-P. & Vergnaud, G. (1994-1995). Proportionnalité simple, proportionnalité multiple. *Grand N*, 56, 55-66. [https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/56n5\\_1562850226137-pdf](https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/56n5_1562850226137-pdf)
- Monaghan, J., Pool, P., Roper, T. & Threlfall, J. (2009). Open-start mathematics problems : an approach to assessing problem solving. *Teaching Mathematics and Its Application*, 28, 21-31.
- Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall.
- Pochon, O. (2005). Éditorial : la saga de la calculatrice. *Math-école*, 215, 2-3.
- Pochon, O. & Perret, J.-F. (1988). *Une expérience d'utilisation d'une calculatrice en classe de cinquième année*. Neuchâtel : Institut romand de recherches et de documentation pédagogiques (IRPD) (Recherches 88.110).
- Poisard, C. (2018). Faire des mathématiques à l'école aujourd'hui : de la calculatrice à la tablette numérique. *MathémaTICE*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01796985/document>
- Rabatel, J.-P. & Martinez, J.-L. (2017). Ressources pour la calculatrice : évolution et transférabilité. In *Actes du 44ème colloque COPIRELEM* (pp. 390-401). Paris : ARPEME. <https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/WO/IWO18026/IWO18026.pdf>
- Schaub, B. (2009). Utilisation de la calculatrice dans l'enseignement des mathématiques du primaire [Travail de maturité]. *Bulletin de la Société des enseignants neuchâtelois de sciences*, 38, 1-15.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York : Academic Press.
- Simard, A. (2022). Les divisions au prisme de la proportionnalité. *Petit x*, 116, 107-114. [https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/116x5\\_1661435936572-pdf](https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/116x5_1661435936572-pdf)
- Tièche Christinat, C., Bunzli, L.-O. & Clivaz, S. (2010). Deux tâches avec calculette : que disent les enseignants de son influence sur la gestion didactique ? *Grand N*, 86, 91-107.
- Tournès, D. (2016). Perspectives historiques sur les abaques et bouliers. *MathémaTICE*, 51 (numéro spécial). [Article en ligne] <http://revue.sesamath-net/spip.php?article891>
- Trouche, L. (2002). Les calculatrices dans l'enseignement des mathématiques : une évolution rapide des matériels, des effets différenciés. In D. Guin & L. Trouche (Eds.), *Calculatrices symboliques : transformer un outil en un instrument du travail mathématique : un problème didactique* (pp. 21-53). Grenoble : La pensée sauvage.
- Trouche, L. (2005). Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations. *Recherches en didactique des mathématiques*, 25(1), 91-138. <https://revue-rdm.com/2005/construction-et-conduite-des-instruments-dans-les-apprentissages-mathematiques-necessite-des-orchestrations/>
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10(2-3), 133-170.
- Vergnaud, G. (1994). *Apprentissages et didactiques, où en est-on ?* Paris : Hachette Éducation.
- Weiss, L. (2005). Quelques idées et des activités en cohérence pour un enseignement des mathématiques avec la calculatrice. *Math-Ecole*, 215, 28-41.



## Annexes

### Annexe 1 : Tâche des nouveaux MER de 7e année (chapitre Opérations / Multiplication et division)

#### 0 - L 73 Sur ta calculatrice



Allume ta calculatrice, elle affiche 0.

Comment peux-tu afficher 160 ...

a) ... en utilisant uniquement les touches

**0** **2** **5** **+** **-** **×** **÷** **=**

et en faisant cinq opérations au maximum ?

Tu peux utiliser plusieurs fois la même touche.

N'oublie pas d'écrire les calculs que tu fais à la calculatrice.

b) ... en utilisant uniquement les touches **0** **2** **5** **+** **=**

et en faisant cinq opérations au maximum ?

c) ... en utilisant uniquement les touches **0** **2** **5** **-** **=**

et en faisant cinq opérations au maximum ?

d) ... en utilisant uniquement les touches **0** **2** **5** **×** **=**

e) ... en utilisant uniquement les touches **0** **2** **5** **÷** **=**

## Annexe 2 : Réponses au questionnaire

### Annexe 2.1 : Statut et fréquence d'utilisation de la calculatrice

Canton	Nombre d'élèves de la classe	Statut de la calculatrice	Fréquence d'utilisation selon les thèmes abordés				Nombre de calculatrices à disposition
			Nombres et Opérations <sup>49</sup>	Applications <sup>35</sup>	Mesures et Aires et volumes <sup>35</sup>	Moyenne	
Neuchâtel	20 et 21	sont personnelles (elles appartiennent à l'élève).	3		2	2,5	
Vaud	21		3	4	4	3,7	
Valais	25		3	3	3	3,0	
Neuchâtel	20		2			2,0	
Vaud	21		2	2	3	2,3	
Vaud	21		2	2	1	1,7	
Neuchâtel	21		2	2	2	2,0	
Neuchâtel	23		2		2	2,0	
Valais	20		3		1	2,0	
Vaud	21		2	2	2	2,0	
Neuchâtel	19				2	2,0	
Berne	23		2		2	2,0	
Berne	26		2		2	2,0	
Neuchâtel	21		3		2	2,5	
Fribourg	15	font partie du matériel de classe : au moins une calculatrice par élève	2		2	2,0	
Valais	21		2	3	2	2,3	
Vaud	22		2	2	2	2,0	
Fribourg	20		3	2		2,5	
Genève	22		2	2	2	2,0	
Genève	21		2	2	3	2,3	
Berne	17		2	3		2,5	
Berne	20		2	2	2	2,0	
Valais	23		3		2	2,5	
Jura	17		2	2	2	2,0	
Fribourg	21		2	2	2	2,0	
Genève	20		2	1	2	1,7	
Jura	19		2	2	2	2,0	
Valais	24		2	3	3	2,7	

49

1 : jamais

2 : rarement

3 : souvent

4 : à chaque séance/leçon

vide : je n'enseigne pas ce(s) thème(s)

Berne	21		2		2	2,0	
Valais	17		3	2	2	2,3	
Genève	20		2	2	2	2,0	
Berne	17		1	3	3	2,3	
Jura	21		2	2	2	2,0	
Valais	24		2	2	2	2,0	
Valais	23		2		3	2,5	
Genève	22		2	3	3	2,7	
Genève	20		3	2	2	2,3	
						2,2	
Jura	22	font partie du matériel de classe : moins d'une calculatrice par élève (merci de préciser le nombre de calculatrices à disposition)	2	2	2	2,0	9
Jura	18		3	2	3	2,7	4
Fribourg	19		2	2	2	2,0	14
Fribourg	18		2	2	2	2,0	11
Fribourg	14		2	2	2	2,0	8
Jura	22		2	2	2	2,0	13
Fribourg	19		2			2,0	5
Jura	19		2	3	3	2,7	9
Jura	19		2	3	1	2,0	15
Berne	20		2		2	2,0	15
Genève	22		2	2	3	2,3	j'en ai 21 je crois, mais j'ai la possibilité d'en emprunter aux collègues.
Berne	25		1	1	1	1,0	19
Fribourg	27		2	1	2	1,7	15
Genève	21	3	3	1	2,3	13	
						2,0	

## Annexe 2.2 : Sentiment d'aisance personnelle et fréquence d'utilisation de la calculatrice

Canton	Vous sentez-vous vous-même à l'aise avec l'utilisation de cette calculatrice (ou de ces calculatrices) ?	Thèmes liés aux Nombres et Opérations (thèmes 2, 4 et 6) <sup>50</sup>	Thème Applications (thème 7) <sup>36</sup>	Thèmes Mesures et Aires et volumes (thèmes 3 et 9) <sup>36</sup>	Moyenne (en situation d'enseignement)	En situation d'évaluation, vos élèves ont-ils et elles accès à la calculatrice ?
Berne	tout à fait à l'aise	2,00	3,00		2,50	Parfois
Berne	plutôt à l'aise	1,00	3,00	3,00	2,33	Parfois
Fribourg	plutôt à l'aise	3,00	2,00		2,50	Parfois
Genève	tout à fait à l'aise	2,00	2,00	3,00	2,33	Jamais
Genève	plutôt à l'aise	2,00	2,00	3,00	2,33	Parfois
Genève	plutôt à l'aise	2,00	3,00	3,00	2,67	Parfois
Genève	tout à fait à l'aise	3,00	3,00	1,00	2,33	Parfois
Genève	plutôt à l'aise	3,00	2,00	2,00	2,33	Jamais
Jura	tout à fait à l'aise	3,00	2,00	3,00	2,67	Parfois
Jura	tout à fait à l'aise	2,00	3,00	3,00	2,67	Parfois
Jura	tout à fait à l'aise	2,00	3,00	1,00	2,00	Jamais
Neuchâtel	tout à fait à l'aise	3,00		2,00	2,50	Parfois
Neuchâtel	plutôt à l'aise	3,00		2,00	2,50	Jamais
Valais	plutôt à l'aise	2,00	3,00	2,00	2,33	Parfois
Valais	plutôt à l'aise	3,00		2,00	2,50	Jamais
Valais	tout à fait à l'aise	2,00	3,00	3,00	2,67	Parfois
Valais	plutôt à l'aise	3,00	2,00	2,00	2,33	Jamais
Valais	plutôt à l'aise	3,00	3,00	3,00	3,00	Parfois
Valais	tout à fait à l'aise	3,00		1,00	2,00	Parfois
Valais	plutôt à l'aise	2,00		3,00	2,50	Jamais
Vaud	tout à fait à l'aise	3,00	4,00	4,00	3,67	Souvent
Vaud	plutôt à l'aise	2,00	2,00	3,00	2,33	Parfois

<sup>50</sup>

1 : jamais

2 : rarement

3 : souvent

4 : à chaque séance/leçon

vide : je n'enseigne pas ce(s) thème(s)

### Annexe 2.3 : Mise à disposition de la calculatrice pour une tâche donnée

Tâche 1 Fête	Tâche 2 Drapeaux	Tâche 3 Budget d'un camp de classe	Tâche 4 Courses de haies	Tâche 5 Plantons des choux
En situation d'enseignement-apprentissage, autorisez-vous vos élèves de 8 <sup>e</sup> à utiliser la calculatrice pour cette tâche de résolution de problèmes ?				
Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves
Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves
Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves
Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée	Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée	Seulement pour effectuer les opérations, une fois qu'elles ont été posées	Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Durant l'ensemble de la résolution de la tâche
Oui, mais seulement certain-es élèves, Non, aucun-e élève	Oui, tou-tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves
Oui, tou-tes les élèves, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Oui, tou-tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Oui, mais seulement certain-es élèves, Seulement pour effectuer les opérations, une fois qu'elles ont été posées	Oui, tou-tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Oui, tou-tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche
Oui, mais seulement certain-es élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, mais seulement certain-es élèves
Oui, mais seulement certain-es élèves	Oui, mais seulement certain-es élèves	Oui, mais seulement certain-es élèves	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves
Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée	Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée	Oui, tou-tes les élèves	Oui, tou-tes les élèves	Seulement pour effectuer les opérations, une fois qu'elles ont été posées
Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Oui, tou-tes les élèves	Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)	Oui, tou-tes les élèves
Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)

Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves, Non, aucun-e élève	Oui, mais seulement certain-es élèves, Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)
Non, aucun-e élève	Oui, tou·tes les élèves, Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée	Oui, mais seulement certain-es élèves, Seulement pour effectuer les opérations, une fois qu'elles ont été posées	Oui, tou·tes les élèves	Oui, tou·tes les élèves, Seulement pour effectuer les opérations, une fois qu'elles ont été posées
Non, aucun-e élève, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Non, aucun-e élève, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Oui, tou·tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Oui, tou·tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Oui, tou·tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche
Non, aucun-e élève	Non, aucun-e élève	Oui, tou·tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Oui, tou·tes les élèves, Seulement pour effectuer les opérations, une fois qu'elles ont été posées	Oui, mais seulement certain-es élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche
Non, aucun-e élève	Oui, tou·tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Oui, tou·tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Oui, tou·tes les élèves, Durant l'ensemble de la résolution de la tâche	Non, aucun-e élève
Non, aucun-e élève, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves, Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée	Non, aucun-e élève	Non, aucun-e élève, Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)	Oui, tou·tes les élèves
Non, aucun-e élève	Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée	Non, aucun-e élève, Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)	Oui, mais seulement certain-es élèves	Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)
Non, aucun-e élève	Oui, mais seulement certain-es élèves	Oui, tou·tes les élèves	Oui, tou·tes les élèves	Oui, tou·tes les élèves
Non, aucun-e élève, Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)	Non, aucun-e élève	Non, aucun-e élève	Non, aucun-e élève	Non, aucun-e élève
Non, aucun-e élève	Non, aucun-e élève	Non, aucun-e élève, Pour vérifier les résultats (en fin de résolution)	Non, aucun-e élève	Non, aucun-e élève

### Annexe 3 : Procédures et erreurs envisagées *a priori*

#### Annexe 3.1 : Procédures et erreurs envisagées *a priori* pour le problème « Long couloir »

Procédures envisagées <i>a priori</i>	Erreurs envisagées <i>a priori</i>
<p><u>Procédure 1a (additions successives)</u></p> <p>Additionner successivement la longueur du côté d'un carreau carré (1,30 m) jusqu'à juste dépasser la longueur du couloir (47 m), par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} = 6,50\text{ m}</math></li> <li>• <math>6,50\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} = 13\text{ m}</math></li> <li>• <math>13\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} = 19,50\text{ m}</math></li> <li>• <math>19,50\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} = 26\text{ m}</math></li> <li>• <math>26\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} = 32,50\text{ m}</math></li> <li>• <math>32,50\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} = 39\text{ m}</math></li> <li>• <math>39\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} = 45,50\text{ m}</math></li> <li>• <math>45,50\text{ m} + 1,30\text{ m} = 46,80\text{ m}</math></li> <li>• <math>46,80\text{ m} + 1,30\text{ m} = 48,10\text{ m}</math></li> </ul> <p>Dénombrer le nombre de carreaux de carrelage (soit de côtés de 1,30 m) additionnés : 37</p> <p>Réponse : 37 carreaux de carrelage</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreurs de calcul dans les additions</li> <li>• Si l'addition est posée en colonnes : erreurs dans l'alignement de la virgule</li> <li>• Erreurs dans le dénombrement des carreaux de carrelage (soit des côtés (1,30 m)) (et/ou d'interprétation du nombre de carreaux de carrelage que cela représente, en particulier pour la procédure 1b → erreurs liées à la proportionnalité)</li> <li>• Procédure incomplète : l'élève s'arrête à 46,80 m et répond 36 au lieu de 37</li> </ul>
<p><u>Procédure 1b (additions successives)</u></p> <p>Additionner successivement la longueur du côté d'un carreau carré (1,30 m) jusqu'à juste dépasser la longueur du couloir (47 m), par exemple par ensembles de plusieurs carreaux de carrelage carrés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} + 1,30\text{ m} = 6,50\text{ m}</math></li> <li>• <math>6,50\text{ m} + 6,50\text{ m} = 13\text{ m}</math></li> <li>• <math>13\text{ m} + 13\text{ m} = 26\text{ m}</math></li> <li>• <math>26\text{ m} + 13\text{ m} = 39\text{ m}</math></li> <li>• <math>39\text{ m} + 6,50\text{ m} = 45,50\text{ m}</math></li> <li>• <math>45,50\text{ m} + 1,30\text{ m} = 46,80\text{ m}</math></li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>46,80 \text{ m} + 1,30 \text{ m} = 48,10 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Dénombrer le nombre de carreaux de carrelage (soit de côtés de 1,30 m) additionnés : 37</p> <p>Réponse : 37 carreaux de carrelage</p>	
<p><u>Procédure 2a (soustractions successives)</u></p> <p>Soustraire successivement la longueur du côté d'un carreau carré (1,30 m) à la longueur du couloir (47 m), jusqu'à s'approcher le plus possible de 0, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>47 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 45,70 \text{ m}</math></li> <li>• <math>45,70 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 44,40 \text{ m}</math></li> <li>• <math>44,40 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 43,10 \text{ m}</math></li> <li>• <math>43,10 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 41,8 \text{ m}</math></li> <li>• ...</li> <li>• <math>5,40 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 4,10 \text{ m}</math></li> <li>• <math>4,10 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 2,80 \text{ m}</math></li> <li>• <math>2,80 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 1,50 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,50 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 0,20 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Dénombrer le nombre de carreaux de carrelage (soit de côtés de 1,30 m) soustraits : 36</p> <p>Constaté qu'une longueur de 0,20 m du couloir reste à recouvrir et ajouter un carreau de carrelage aux 36 carreaux déjà soustraits : 37</p> <p>Réponse : 37 carreaux de carrelage</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreurs de calcul dans les soustractions (par exemple erreurs de retenue)</li> <li>• Si la soustraction est posée en colonnes : erreurs dans l'alignement de la virgule</li> <li>• Erreurs dans le dénombrement des 1,30 m (et/ou d'interprétation du nombre de carreaux de carrelage que cela représente, en particulier pour la procédure 2b → erreurs liées à la proportionnalité)</li> <li>• Non prise en compte des 0,20 m restants (l'élève répond 36 au lieu de 37)</li> </ul>
<p><u>Procédure 2b (soustractions successives)</u></p> <p>Soustraire successivement la longueur du côté d'un carreau carré (1,30 m) à la longueur du couloir (47 m), jusqu'à s'approcher le plus possible de 0, par exemple par ensembles de plusieurs carreaux carrés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>47 \text{ m} - 13 \text{ m} = 34 \text{ m}</math></li> <li>• <math>34 \text{ m} - 13 \text{ m} = 21 \text{ m}</math></li> <li>• <math>21 \text{ m} - 13 \text{ m} = 8 \text{ m}</math></li> <li>• <math>8 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 6,70 \text{ m}</math></li> <li>• <math>6,70 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 5,40 \text{ m}</math></li> </ul>	



<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>5,40 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 4,10 \text{ m}</math></li> <li>• <math>4,10 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 2,80 \text{ m}</math></li> <li>• <math>2,80 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 1,50 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,50 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 0,20 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Dénombrer le nombre de carreaux de carrelage (soit de côtés de 1,30 m) soustraits : 36</p> <p>Constater qu'une longueur de 0,20 m du couloir reste à recouvrir et ajouter un carreau de carrelage aux 36 carreaux déjà soustraits : 37</p> <p>Réponse : 37 carreaux de carrelage</p>	
<p><u>Procédure 3a (multiplications lacunaires)</u></p> <p>Multiplier « aléatoirement » la longueur du côté d'un carreau carré (1,30 m) par un nombre de carreaux (calcul réfléchi ou algorithmé), jusqu'à arriver à un résultat dépassant juste 47 m, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 20 = 26 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 50 = 65 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 28 = 36,40 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 35 = 45,50 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 32 = 41,6 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 40 = 52 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 36 = 46,80 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 38 = 49,40 \text{ m}</math></li> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 37 = 48,10 \text{ m}</math></li> </ul> <p>Identification du nombre de carreaux de carrelage nécessaires pour recouvrir entièrement le couloir : 37</p> <p>Réponse : 37 carreaux de carrelage</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreurs de calcul dans les multiplications (par exemple erreurs dans le placement de la virgule)</li> <li>• Procédure incomplète, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ l'élève s'arrête au « premier » résultat supérieur à 47 m obtenu (ici 52 m) et répond à la question en fonction de ce calcul (ici 40 carreaux de carrelage) ;</li> <li>➤ l'élève obtient un résultat proche de 47 m (par exemple 49,40 m) mais ne vérifie pas si un carreau de carrelage de moins permet encore de recouvrir entièrement le couloir (il ou elle répond 38 carreaux de carrelage) ;</li> <li>➤ l'élève s'arrête à 46,80 m, sans prendre en compte les 0,20 m non recouverts par les 36 carreaux de carrelage.</li> </ul> </li> </ul>

Procédure 3b (multiplications lacunaires)

Multiplier, par ajustement d'essais successifs (estimation de l'ordre de grandeur), la longueur du côté d'un carreau carré (1,30 m) par un nombre de carreaux (calcul réfléchi ou algorithmé), jusqu'à arriver à un résultat dépassant juste 47 m, par exemple :

- $1,30 \text{ m} \times 10 = 13 \text{ m}$
- $1,30 \text{ m} \times 20 = 26 \text{ m}$
- $1,30 \text{ m} \times 30 = 39 \text{ m}$
- $1,30 \text{ m} \times 40 = 52 \text{ m}$
- $1,30 \text{ m} \times 36 = 46,80 \text{ m}$
- $1,30 \text{ m} \times 37 = 48,10 \text{ m}$
- $1,30 \text{ m} \times 38 = 49,40 \text{ m}$

*ou*

- $1,30 \text{ m} \times 10 = 13 \text{ m}$
- $1,30 \text{ m} \times 20 = 26 \text{ m}$
- $1,30 \text{ m} \times 30 = 39 \text{ m}$
- $1,30 \text{ m} \times 40 = 52 \text{ m}$
- $52 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 50,70 \text{ m}$
- $50,70 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 49,40 \text{ m}$
- $49,40 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 48,10 \text{ m}$
- $48,10 \text{ m} - 1,30 \text{ m} = 46,80 \text{ m}$

*\*L'élève peut aussi présenter sa recherche dans un tableau :*

Nombre de carreaux	10	20	40	35	36	37
Nombre de mètres	13	26	52	45,50	46,80	48,10

Identification du nombre de carreaux de carrelage nécessaires pour recouvrir entièrement le couloir : 37

Réponse : 37 carreaux de carrelage

<p><u>Procédure 4 (division euclidienne ou décimale)</u></p> <p>Diviser la longueur totale du couloir à recouvrir par la longueur du côté d'un carreau :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poser la division décimale :  <math>47 \text{ m} : 1,30 \text{ m} = 36,153\dots</math></li> </ul> <p><i>ou</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poser la division euclidienne :  <math>47 \text{ m} = 1,30 \text{ m} \times 36 + 20 \text{ cm}</math></li> </ul> <p>Interpréter la partie non entière, respectivement le reste, et identifier que 36 carreaux de carrelage (part entière du quotient) ne suffisent pas à recouvrir l'entier du couloir.  Arrondir le résultat à l'entier supérieur : 37</p> <p>Réponse : 37 carreaux de carrelage</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreurs de calcul dans la division</li> <li>• L'élève répond 36,1... carreaux de carrelage.</li> <li>• Non interprétation du reste (l'élève arrondit par exemple le résultat – 36 – pour répondre à la question posée) ou non prise en compte du reste</li> </ul>
<p><u>Procédure 5 (calcul de l'aire)</u></p> <p>Identifier que la largeur du couloir est identique à celle du côté des carreaux carrés</p> <p>Calculer l'aire du couloir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 47 \text{ m} = 61,1 \text{ m}^2</math></li> </ul> <p>Calculer l'aire d'un carreau carré :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1,30 \text{ m} \times 1,30 \text{ m} = 1,69 \text{ m}^2</math></li> </ul> <p>Calculer le nombre de carreaux de carrelage nécessaires pour recouvrir l'aire du couloir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>61,1 \text{ m}^2 : 1,69 \text{ m}^2 = 36,153\dots \text{ m}</math></li> </ul> <p>Interpréter la partie non entière, respectivement le reste, et identifier que 36 carreaux de carrelage (part entière du quotient) ne suffisent pas à recouvrir l'entier du couloir.  Arrondir le résultat à l'entier supérieur : 37</p> <p>Réponse : 37 carreaux de carrelage</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreurs de calcul dans les multiplications et/ou la division</li> </ul>

Pour toutes ces procédures, l'élève peut également convertir les données dans une unité plus petite (dm ou cm) afin de travailler avec des nombres entiers. Des erreurs de conversion d'unités peuvent en découler, tout comme la réalisation d'opérations avec des grandeurs différentes (l'élève effectue par exemple des calculs avec 47 m et 13 dm).

Les procédures 1 à 3 sont des procédures correctes. Au vu du degré considéré (élèves de 8<sup>e</sup> année), les procédures 1a et 2a nous paraissent peu probables. D'autres procédures erronées pourraient également surgir (par exemple l'élève utilise les données de l'énoncé et réalise une soustraction), signe que l'élève ne parvient pas à se représenter le problème ni à mathématiser la situation.

### Annexe 3.2 : Procédures et erreurs envisagées *a priori* pour le problème « Poterie »

Procédures envisagées <i>a priori</i>	Erreurs envisagées <i>a priori</i>
<p><u>Procédure 1a (additions successives)</u></p> <p>Additionner successivement la masse d'argile pour un pot (2,2 kg) de manière à ne juste pas dépasser la masse totale d'argile disponible (39 kg), par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 11 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>11 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 22 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>22 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 33 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>33 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 35,2 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>35,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 37,4 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>37,4 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 39,6 \text{ kg}</math></li> </ul> <p>Dénombrer le nombre de « pots » (soit de la masse d'argile de 2,2 kg) additionnés pour arriver au dernier résultat inférieur à la masse totale d'argile (39 kg) : 17</p> <p>Réponse : 17 pots de fleurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreurs de calcul dans les additions</li> <li>• Si l'addition est posée en colonnes : erreurs dans l'alignement de la virgule</li> <li>• Erreurs dans le dénombrement du nombre de pots de 2,2 kg (et/ou d'interprétation du nombre de pots de fleurs que cela représente, en particulier pour la procédure 1b → erreurs liées à la proportionnalité)</li> <li>• Procédure incomplète : l'élève s'arrête à 35,2 kg et répond 16 au lieu de 17</li> </ul>
<p><u>Procédure 1b (additions successives)</u></p> <p>Additionner successivement la masse d'argile pour un pot (2,2 kg) de manière à ne juste pas dépasser la masse totale d'argile disponible (39 kg), par exemple par ensembles de plusieurs pots de fleurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 11 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>11 \text{ kg} + 11 \text{ kg} = 22 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>22 \text{ kg} + 11 \text{ kg} = 33 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>33 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 35,2 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>35,2 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 37,4 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>37,4 \text{ kg} + 2,2 \text{ kg} = 39,6 \text{ kg}</math></li> </ul> <p>Dénombrer le nombre de « pots » (soit de la masse d'argile de 2,2 kg) additionnés pour arriver au dernier résultat inférieur à la masse totale d'argile (39 kg) : 17</p> <p>Réponse : 17 pots de fleurs</p>	

<p><u>Procédure 2a (soustractions successives)</u></p> <p>Soustraire successivement la masse d'argile pour un pot (2,2 kg) à la masse totale d'argile à disposition (39 kg), jusqu'à s'approcher le plus possible de 0, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>39 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 36,8 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>36,8 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 34,6 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>34,6 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 32,4 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>32,4 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 30,2 \text{ kg}</math></li> <li>• ...</li> <li>• <math>10,4 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 8,2 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>8,2 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 6 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>6 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 3,8 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>3,8 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 1,6 \text{ kg}</math></li> </ul> <p>Dénombrer le nombre de « pots » (soit de la masse d'argile de 2,2 kg) soustraits : 17</p> <p>Réponse : 17 pots de fleurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreurs de calcul dans les soustractions (par exemple erreurs de retenue)</li> <li>• Si la soustraction est posée en colonnes : erreurs dans l'alignement de la virgule</li> <li>• Erreurs dans le dénombrement du nombre de pots de 2,2 kg (et/ou d'interprétation du nombre de pots de fleurs que cela représente, en particulier pour la procédure 2b → erreurs liées à la proportionnalité)</li> </ul>
<p><u>Procédure 2b (soustractions successives)</u></p> <p>Soustraire successivement la masse d'argile pour un pot (2,2 kg) à la masse totale d'argile à disposition (39 kg), jusqu'à s'approcher le plus possible de 0, par exemple par ensembles de plusieurs pots de fleurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>39 \text{ kg} - 22 \text{ kg} = 17 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>17 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 14,8 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>14,8 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 12,6 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>12,6 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 10,4 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>10,4 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 8,2 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>8,2 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 6 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>6 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 3,8 \text{ kg}</math></li> <li>• <math>3,8 \text{ kg} - 2,2 \text{ kg} = 1,6 \text{ kg}</math></li> </ul> <p>Dénombrer le nombre de « pots » (soit de la masse d'argile de 2,2 kg) soustraits : 17</p> <p>Réponse : 17 pots de fleurs</p>	

<p><u>Procédure 3a (multiplications lacunaires)</u></p> <p>Multiplier « aléatoirement » la masse d'argile pour un pot de fleurs (2,2 kg) par un nombre de pots (calcul réfléchi ou algorithmé), jusqu'à arriver à un résultat ne dépassant juste pas la masse totale d'argile disponible (39 kg), par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,2 kg x 10 = 22 kg</li> <li>• 2,2 kg x 27 = 57,2 kg</li> <li>• 2,2 kg x 15 = 33 kg</li> <li>• 2,2 kg x 21 = 46,2 kg</li> <li>• 2,2 kg x 16 = 35,2 kg</li> <li>• 2,2 kg x 18 = 39,6 kg</li> <li>• 2,2 kg x 17 = 37,4 kg</li> </ul> <p>Identification du nombre de pots de fleurs pouvant être confectionnés avec 39 kg d'argile : 17</p> <p>Réponse : 17 pots de fleurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreurs de calcul dans les multiplications (par exemple erreurs dans le placement de la virgule)</li> <li>• Erreurs liées à la proportionnalité</li> <li>• Procédure incomplète, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ l'élève s'arrête au « premier » résultat inférieur à 39 kg obtenu (ici 35,2 kg) et répond à la question en fonction de ce calcul (ici 16 pots de fleurs) ;</li> <li>➤ l'élève obtient un résultat proche de 39 kg (par exemple 33 kg) mais ne vérifie pas si un pot de fleurs de plus peut encore être confectionné avec l'argile à disposition (il ou elle répond 15 pots de fleurs) ;</li> <li>➤ l'élève s'arrête à 39,6 kg, sans prendre en compte les 0,6 kg dépassant la masse totale d'argile à disposition.</li> </ul> </li> </ul>
<p><u>Procédure 3b (multiplications lacunaires)</u></p> <p>Multiplier, par ajustement d'essais successifs (estimation de l'ordre de grandeur), la masse d'argile pour un pot de fleurs (2,2 kg) par un nombre de pots (calcul réfléchi ou algorithmé), jusqu'à arriver à un résultat ne dépassant juste pas la masse totale d'argile disponible (39 kg), par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,2 kg x 10 = 22 kg</li> <li>• 2,2 kg x 20 = 44 kg</li> <li>• 2,2 kg x 18 = 39,6 kg</li> <li>• 2,2 kg x 17 = 37,4 kg</li> </ul> <p><i>ou</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,2 kg x 10 = 22 kg</li> <li>• 2,2 kg x 20 = 44 kg</li> <li>• 44 kg – 2,2 kg = 41,8 kg</li> <li>• 41,8 kg – 2,2 kg = 39,6 kg</li> <li>• 39,6 kg – 2,2 kg = 37,4 kg</li> </ul>	

*L'élève peut aussi présenter sa recherche dans un tableau :					
Nombre de pots	10	20	18	17	
Nombre de kg d'argile	22	44	39,6	37,4	
<p>Identification du nombre de pots de fleurs pouvant être confectionnés avec 39 kg d'argile : 17</p> <p>Réponse : 17 pots de fleurs</p>					
<p><u>Procédure 4 (division euclidienne ou décimale)</u></p> <p>Diviser la masse totale d'argile par la masse d'un pot de fleurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>poser la division décimale :  <math>39 \text{ kg} : 2,2 \text{ kg} = 17,727\dots</math></li> </ul> <p><i>ou</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>poser la division euclidienne :  <math>39 \text{ kg} = 2,2 \text{ kg} \times 17 + 1,6 \text{ kg}</math></li> </ul> <p>Interpréter la partie non entière du quotient, respectivement le reste, et identifier que seuls 17 pots de fleurs peuvent être confectionnés avec l'argile à disposition.</p> <p>Réponse : 17 pots de fleurs</p>					<ul style="list-style-type: none"> <li>Erreurs de calcul dans la division</li> <li>L'élève répond 17,7... pots de fleurs.</li> <li>Non interprétation du reste (l'élève arrondit par exemple le quotient – 18 – pour répondre à la question posée)</li> </ul>

La conversion des grandeurs dans une unité plus petite (g) afin de supprimer la virgule peut être réalisée pour ce problème-ci également, et ce pour l'ensemble des procédures décrites. À nouveau ici, seule la dernière procédure est experte, les autres sont correctes. Pour cette tâche aussi, la probabilité que les procédures 1a et 2a soient mises en œuvre par des élèves de 8<sup>e</sup> année nous semble très faible. Nous n'avons pas présenté de procédures erronées dans le tableau ci-dessus, mais des erreurs de mathématisation où la modélisation du problème est incorrecte doivent évidemment être envisagées (mauvaise traduction des données d'un problème en opérations arithmétiques par exemple).



## **Annexe 4 : Questionnaire destiné aux enseignant·es sur leurs pratiques en classe de mathématiques, plus particulièrement sur les usages de la calculatrice avec leurs élèves de 8<sup>e</sup> année**

### Texte introductif :

Chère enseignante, cher enseignant,

Dans ce questionnaire, vous êtes amené·e à vous prononcer sur votre pratique, en ce qui concerne les mathématiques.

Les données récoltées, traitées de manière anonyme, seront uniquement utilisées à des fins de recherche, lors de l'analyse des résultats (à l'IRD et dans le cadre d'un Mémoire de Master).

Nous vous remercions chaleureusement pour votre précieuse collaboration !

L'équipe de conception

### 1<sup>ère</sup> page :

Les questions de cette page servent à s'assurer de la réception des réponses au questionnaire. Elles ne seront en aucun cas prises en compte dans l'analyse des résultats.

- Veuillez cocher le canton dans lequel vous enseignez :

- Berne
- Fribourg
- Genève
- Jura
- Neuchâtel
- Valais
- Vaud

- Veuillez indiquer le nom de votre établissement scolaire et celui de votre classe :

---

- Veuillez indiquer le nombre d'élèves de votre classe :

---

- Veuillez indiquer votre nom et votre prénom :

---

2<sup>ème</sup> page :

Cette partie du questionnaire concerne plus spécifiquement l'usage de la calculatrice en mathématiques. Nous vous remercions de répondre aux questions ci-après par rapport à votre pratique dans la classe de 8e année dans laquelle vous enseignez actuellement.

- Les calculatrices utilisées par vos élèves de 8<sup>e</sup> :
  - sont personnelles (elles appartiennent à l'élève).
  - font partie du matériel de classe.

→ Si « Les calculatrices font partie du matériel de classe » est sélectionné :

De combien de calculatrices disposez-vous pour votre classe ?

- Au moins une calculatrice par élève
  - Moins d'une calculatrice par élève (merci de préciser le nombre de calculatrices à disposition) : \_\_\_\_\_
- De quel type de calculatrice s'agit-il ?  
*\*Si vos élèves utilisent des calculatrices de différents modèles, merci de tous les sélectionner.*

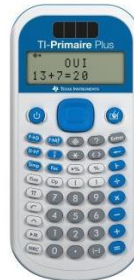
Ti 106



Ti106 ii



Ti Primaire Plus



Ti-30 eco RS



Autre modèle de calculatrice (merci de préciser le modèle) : \_\_\_\_\_

- Vous sentez-vous vous-même à l'aise avec l'utilisation de cette calculatrice (ou de ces calculatrices) ?
  - tout à fait d'accord
  - plutôt d'accord
  - plutôt pas d'accord
  - pas du tout d'accord

- Durant cette année scolaire, à quelle fréquence vos élèves de 8<sup>e</sup> année utilisent-ils et elles la calculatrice en classe (en moyenne) ?

	À chaque séance/leçon	Souvent (une séance/leçon sur 2 ou 3)	Rarement (quelques séances)	Jamais	Je n'enseigne pas ce(s) thème(s)
Pour les thèmes liés aux <i>Nombres et Opérations</i> (thèmes 2, 4 et 6)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour le thème <i>Applications</i> (thème 7)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pour les thèmes <i>Mesures et Aires et volumes</i> (thèmes 3 et 9)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Éventuels commentaires :

---

3<sup>ème</sup> page (option 1) :

→ Si les réponses « À chaque séance/leçon » ou « Souvent » ne sont jamais sélectionnées :

En moyenne, mes élèves utilisent moins d'une fois par mois la calculatrice en classe :

Mes élèves n'utilisent jamais la calculatrice en classe :



- parce que je ne dispose pas de (suffisamment de) calculatrices pour ma classe (problème d'équipement).
- parce que dans mon école il a été collectivement décidé de ne pas l'utiliser.
- parce que je pense que la calculatrice n'est pas nécessaire à ce niveau de scolarité.
- parce que je trouve que l'utilisation de la calculatrice trop chronophage.
- parce que l'élève aura l'occasion d'utiliser la calculatrice plus tard dans sa scolarité.
- parce que je ne me sens moi-même peu à l'aise avec la calculatrice.
- parce que je ne me sens pas à l'aise avec le fait de faire utiliser la calculatrice à mes élèves.
- parce que son utilisation n'est pas pertinente pour les problèmes que je propose à mes élèves (par exemple ces problèmes mettent en jeu des petits nombres).
- parce qu'à mon avis l'utilisation de la calculatrice freine les apprentissages de calcul.
- parce que selon moi la calculatrice empêche l'élève de réfléchir.
- parce que je trouve que la calculatrice distrait l'élève (il ou elle l'utilise "pour n'importe quoi").
- autre (merci de préciser) : \_\_\_\_\_

→ FIN DU QUESTIONNAIRE

3<sup>ème</sup> page (option 2) :

- Quelles sont les fonctionnalités de la calculatrice qu'utilisent vos élèves de 8<sup>e</sup> en classe ?

*plusieurs réponses possibles*

- les 4 opérations 
- la division euclidienne (réponse avec reste) 
- les parenthèses
- les puissances
- la mémoire/reprise du résultat précédent
- les opérateurs constants
- autre (merci de préciser) : \_\_\_\_\_

- En situation d'évaluation, vos élèves ont-ils et elles accès à la calculatrice ?
  - toujours
  - souvent
  - parfois
  - jamais

- De manière générale, dans ma classe, des difficultés quant à l'utilisation de la calculatrice sont rencontrées par...
  - tou-ttes les élèves.
  - beaucoup d'élèves.
  - peu d'élèves.
  - aucun-e élève.

- Cochez ce qui convient en ce qui concerne votre pratique d'enseignement en classe de 8<sup>e</sup> année :

	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
C'est moi qui décide <u>quand</u> l'élève peut ou non utiliser la calculatrice.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La calculatrice est librement disponible (l'élève choisit de l'utiliser quand il ou elle l'estime opportun).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les élèves peuvent utiliser la calculatrice pour vérifier leurs résultats (autocorrection).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La calculatrice est utilisée comme moyen de différenciation (elle est autorisée pour certain-es élèves).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- J'apprends à mes élèves à utiliser les touches de la calculatrice (fonctionnalités).
  - oui
  - non

→ Si la réponse « oui » est sélectionnée :


J'apprends à mes élèves à utiliser les touches et les fonctionnalités de la calculatrice par le biais :

*plusieurs réponses possibles*

- d'activités « à part », spécialement choisies à cette fin.
- d'activités du thème abordé en classe.
- autre (merci de préciser) : \_\_\_\_\_

J'apprends à mes élèves à utiliser les touches et les fonctionnalités de la calculatrice suivantes :

*plusieurs réponses possibles*

- l'ordre des opérations
- la mise en mémoire d'un résultat
- la touche "fractions"
- la touche "division euclidienne" 
- les parenthèses
- les puissances
- autre (merci de préciser) : \_\_\_\_\_

→ Si la réponse « non » est sélectionnée :

Je n'apprends pas à mes élèves à utiliser les touches et les fonctionnalités de la calculatrice car :

*plusieurs réponses possibles*

- les élèves savent déjà se servir de la calculatrice et de ses fonctionnalités.
- cela prend trop de temps.
- autre (merci de préciser) : \_\_\_\_\_

L'utilisation de la calculatrice comme outil de calcul le plus approprié (ou non) dans des situations données :

*plusieurs réponses possibles*

- est discutée en classe à l'occasion d'activités « à part », spécialement choisies à cette fin.
- est discutée en classe lors de la résolution d'activités du thème abordé en classe.
- est rarement discutée en classe.

4<sup>ème</sup> page :

Pour les exemples de tâches ci-dessous, veuillez indiquer si, en situation d'enseignement-apprentissage, vous **autorisez** vos élèves de 8e année à utiliser la calculatrice pour résoudre des tâches de ce type.

**Tâche 1**

**Fête**

On organise une fête, pour laquelle 3200 bouteilles ont été commandées. Ces bouteilles sont transportées dans des caisses, chacune contenant 15 bouteilles. Combien de caisses sont nécessaires pour transporter toutes les bouteilles ?

- En situation d'enseignement-apprentissage, autorisez-vous vos élèves de 8e à utiliser la calculatrice pour cette tâche de résolution de problèmes ?

*plusieurs réponses possibles*

- Oui, tou·tes les élèves
- Oui, mais seulement certain·es élèves
- Non, aucun·e élève
- Durant l'ensemble de la résolution de la tâche
- Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée
- Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)

- Éventuels commentaires :
- 

**Tâche 2**

**Drapeaux**

Sur une ficelle de 6 m, on accroche bout à bout des drapeaux carrés dont le côté mesure 7,2 cm. Combien de drapeaux peuvent être accrochés au maximum ?

- En situation d'enseignement-apprentissage, autorisez-vous vos élèves de 8e à utiliser la calculatrice pour cette tâche de résolution de problèmes ?

*plusieurs réponses possibles*

- Oui, tou·tes les élèves
- Oui, mais seulement certain·es élèves
- Non, aucun·e élève
- Durant l'ensemble de la résolution de la tâche
- Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée
- Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)

- Éventuels commentaires :
-

### Tâche 3

#### Budget d'un camp de classe

- Participants : 22 élèves et 3 adultes
  - Location du chalet pour une semaine : Fr. 2'200.-
  - Pension du lundi soir au samedi midi (5 jours complets) : Fr. 18.- par jour et par personne
  - Voyage (billet collectif) : Fr. 12.- par élève, Fr. 18.- par adulte, gratuit pour l'un des adultes accompagnants
  - Loisirs (piscine, visite, etc.) : Fr. 10.- par élève
  - Divers (matériel, pharmacie, etc.) : Fr. 250.-
  - Subvention communale : Fr. 80.- par élève
  - Recette d'une vente organisée par la classe pour financer le camp : Fr. 980.-
- Combien chaque élève devra-t-il payer pour participer à ce camp ?

- En situation d'enseignement-apprentissage, autorisez-vous vos élèves de 8e à utiliser la calculatrice pour cette tâche de résolution de problèmes ?

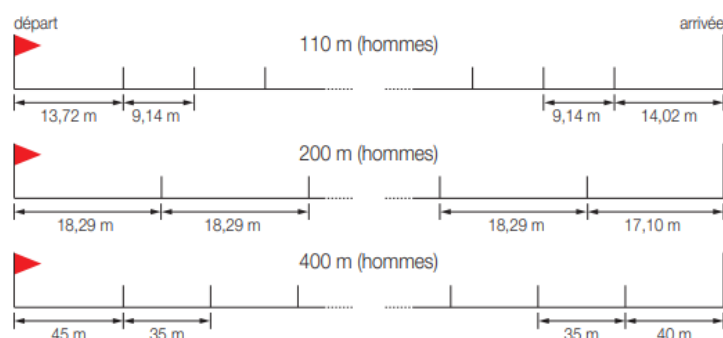
*plusieurs réponses possibles*

- Oui, tou·tes les élèves
  - Oui, mais seulement certain·es élèves
  - Non, aucun·e élève
  - Durant l'ensemble de la résolution de la tâche
  - Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée
  - Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)
- Éventuels commentaires :
- 

### Tâche 4

#### Courses de haies

En athlétisme, dans une course de haies, il y a toujours la même distance entre deux haies. Dans quelle course y a-t-il le plus de haies à franchir ?



- En situation d'enseignement-apprentissage, autorisez-vous vos élèves de 8e à utiliser la calculatrice pour cette tâche de résolution de problèmes ?

*plusieurs réponses possibles*

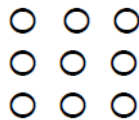
- Oui, tou·tes les élèves
- Oui, mais seulement certain·es élèves
- Non, aucun·e élève
- Durant l'ensemble de la résolution de la tâche
- Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée
- Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)

- Éventuels commentaires :
- 

### Tâche 5

#### Plantons des choux

Un jardinier décide de planter des choux « en carré ». Par exemple, avec 9 choux, il obtient la disposition suivante :



Est-il possible de disposer « en carré » 324 choux ? Et 2 700 choux ?

- En situation d'enseignement-apprentissage, autorisez-vous vos élèves de 8e à utiliser la calculatrice pour cette tâche de résolution de problèmes ?

*plusieurs réponses possibles*

- Oui, tou·tes les élèves
- Oui, mais seulement certain·es élèves
- Non, aucun·e élève
- Durant l'ensemble de la résolution de la tâche
- Seulement pour effectuer l'opération, une fois qu'elle a été posée
- Pour vérifier le résultat (en fin de résolution)

- Éventuels commentaires :
-



5<sup>ème</sup> page :

Pour les exemples de tâches ci-dessous, veuillez indiquer si vous **proposez** des tâches de ce type à vos élèves de 8e année en situation d'enseignement-apprentissage.

### Tâches 6 et 7

Voici des exemples de tâches où **la calculatrice est au centre de l'activité mathématique**.

#### Multiplication lacunaire

Tu as une calculatrice à disposition et tu dois trouver le nombre qui convient pour compléter l'égalité suivante, sans utiliser la touche « : »

$$\dots \times 6 = 46$$

Écris tous les calculs que tu fais.

#### Sans la touche « x »

Avec la calculatrice, mais sans utiliser la touche [x], trouve le résultat des calculs suivants en un minimum de coups :

$64 \times 3$

$64 \times 12$

$64 \times 99$

...

- En situation d'enseignement-apprentissage, proposez-vous ce type de tâches à vos élèves de 8e ?
  - Oui, plusieurs fois par année
  - Oui, quelques fois par année
  - Oui, une fois par année
  - Non, jamais
- Éventuels commentaires :

---

### Tâche 8

Voici un exemple de tâche qui permet de **constater l'utilité/la pertinence ou non de la calculatrice pour effectuer certains calculs.**

#### À vos marques, prêts, partez !

Fais un concours avec un camarade de classe. L'un de vous deux résout les calculs suivants à la calculatrice, l'autre mentalement. Qui sera le plus rapide ?

9)  $45 + 50 =$  \_\_\_\_\_

13)  $250 \times 4 + 20 =$  \_\_\_\_\_

10)  $7 \times 8 =$  \_\_\_\_\_

14)  $1'000 - (327 + 23) =$  \_\_\_\_\_

11)  $250 + 30 + 170 + 350 =$  \_\_\_\_\_

15)  $(210 : 7) + 100 =$  \_\_\_\_\_

12)  $900 : 3 =$  \_\_\_\_\_

16)  $4'500 : 5 =$  \_\_\_\_\_

- En situation d'enseignement-apprentissage, proposez-vous ce type de tâches à vos élèves de 8e ?
  - Oui, plusieurs fois par année
  - Oui, quelques fois par année
  - Oui, une fois par année
  - Non, jamais
- Éventuels commentaires :

---

### Tâche 9

Voici un exemple de tâche qui permet d'**entraîner l'utilisation de la calculatrice** (et observer son fonctionnement, par exemple l'ordre dans lequel elle effectue les opérations).

#### À la calculatrice

Effectue les calculs suivants à l'aide de la calculatrice :

1.  $18 + 147 \times 65 =$  \_\_\_\_\_

2.  $9^3 =$  \_\_\_\_\_

3.  $13 \times (187 + 9'239) =$  \_\_\_\_\_

4.  $9 \times (4'128 : 43 - 78) =$  \_\_\_\_\_

5.  $83 \times 4^2 =$  \_\_\_\_\_

- En situation d'enseignement-apprentissage, proposez-vous ce type de tâches à vos élèves de 8e ?
  - Oui, plusieurs fois par année
  - Oui, quelques fois par année
  - Oui, une fois par année
  - Non, jamais
- Éventuels commentaires :

---

- Commentaires ou remarques à propos de l'utilisation de la calculatrice en classe :

---

## Annexe 5 : Questionnaire destiné aux élèves de 8<sup>e</sup> année sur leur utilisation de la calculatrice en classe de mathématiques

### Questionnaire

Ce questionnaire vise à connaître comment tu utilises la calculatrice en classe, durant les leçons de mathématiques.



**1)** En classe, j'utilise en moyenne la calculatrice :

*Coche une seule réponse.*

- Plusieurs fois par semaine
- Une fois par semaine
- Toutes les deux semaines
- Une fois par mois
- Moins d'une fois par mois

**2)** Quand j'ai la calculatrice à disposition, je l'utilise aussi pour des calculs très simples, que je saurais faire de tête.

*Coche une seule réponse.*

- toujours
- souvent
- parfois
- jamais











**3)** Je n'ai pas de difficulté à utiliser une calculatrice.

*Coche une seule réponse.*

- tout à fait d'accord
- plutôt d'accord
- plutôt pas d'accord
- pas du tout d'accord

**4)** Je connais et je sais utiliser les touches suivantes de ma calculatrice :

*Coche toutes les réponses correctes pour toi.*

- division euclidienne 
- parenthèses  
- carré 
- puissance  
- racine carrée 
- mise en mémoire et reprise d'un résultat  
- opérateur constant 

## Annexe 6 : Grilles de codage

### Annexe 6.1 : Grille de codage pour le problème *Long couloir*

Long couloir		
	Procédure	Erreur(s), si procédure correcte
	Avec (1) / sans (0) calculatrice	
	Calculs posés alors que calculatrice à disposition	
	Tâche non réalisée	
	Réponse	
	Réponse correcte	
	Réponse incorrecte	
	Pas de réponse	
	Réalisation d' un schéma (1) ou non (0)	
	Tableau de proportionnalité	
	Procédure correcte	
	Procédure incorrecte	
	Procédure passant par le calcul d' aire	
	Pas de traces	
	Division effectuée, mais résultat non interprété	
	Division partiellement effectuée	
	Division posée, mais non effectuée ou difficultés à la résoudre	
	+ itérées	
	+ itérées raccourcies	
	- successives	
	- successives raccourcies	
	x réfléchies	
	: euclidienne	
	: décimale	
	Autre procédure/procédure non identifiable	
	Procédure multiplicative (p. ex. $1,30 \times 47$ )	
	Procédure additive ou soustractive	
	Calcul d' un périmètre	
	$47 \times 1,3 : 1,3$	
	Mélange des grandeurs (longueur et aire)	
	Inversion dividende/diviseur $\rightarrow 130 : 47$	
	Autre procédure incorrecte	
	Pas d'erreur	
	Erreur de calcul	
	Erreur de dénombrement	
	Erreur de copie	
	Erreur dans le calcul de l' aire (p. ex $4 \times 1,30$ )	
	Procédure "incomplète"	
	L' élève répond 36,1... carreaux de carrelage	
	Non interprétation ou prise en compte du reste	
	0,20 m non recouverts non pris en compte	
	Autre erreur/erreur non identifiable	
	Commentaire/remarque	

