

UNE ANALYSE QUANTITATIVE DES APPRENTISSAGES MATHÉMATIQUES DES ÉLÈVES : VERS UNE MISE EN RELATION AVEC LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT

| CHANUDET* MAUD, FANJAT** JULIETTE, METTOUCHI*** MICHA ET RODITI**** ÉRIC

Résumé | Dans la continuité de la recherche PRAESCO, nous présentons une recherche portant sur les apprentissages d'élèves de CM2 dans différents domaines mathématiques, et visant, *in fine*, à mettre en relation ces apprentissages avec l'enseignement reçu. Nous nous focalisons sur la méthodologie élaborée pour étudier les apprentissages des élèves en fonction de différents éléments tels que les contenus mathématiques, les connaissances initiales des élèves relatives à ces contenus ou encore de potentiels effet-classelés en particulier au contexte d'enseignement ou aux pratiques de l'enseignant de la classe.

Mots-clés : Apprentissages, évaluation, méthodologie, pratiques enseignantes, école primaire

Abstract | Following the PRAESCO research, we present a study of the learning of CM2-students in various mathematical domains, with the aim of relating this learning to the teaching they received. We focus on the methodology developed to study students' learning, in relation to the mathematical content involved and to their initial knowledge. In addition, we examine the potential impact of the classroom environment on this learning, including its inter-student variability and its relationship to the content being studied.

Keywords: Student learning, assessment, methodology, teaching practices, primary school

I. INTRODUCTION

Dans une première enquête (Allard et al., 2022), nommée PRAESCO (PRAtiques Enseignantes Spécifiques aux Contenus), conduite en France sur un échantillon représentatif de plus de 1 300 enseignants de CM2 (élèves de 10 ans), notre équipe a documenté les pratiques d'enseignement des mathématiques à ce niveau scolaire. Nous avons mené une seconde recherche auprès d'un millier d'élèves de CM2 issus de 50 classes ; celle-ci visait à identifier leurs apprentissages mathématiques dans le domaine numérique au cours d'une année scolaire (Allard et al., 2023). Dans cette recherche, ces apprentissages sont repérés à l'aune de l'évolution des performances des élèves entre le début et la fin de l'année scolaire.

Nous nous focalisons ici sur la présentation de la méthodologie élaborée pour analyser la configuration des apprentissages en fonction des contenus mathématiques (le domaine associé, leur niveau de mise en fonctionnement, etc.) et des connaissances initiales relatives à ces contenus. Nous cherchons également à déterminer et à analyser – en fonction des contenus – un éventuel effet classe ou contexte sur ces apprentissages ainsi que la variabilité inter-élèves de ces apprentissages au sein de l'échantillon comme au sein d'une même classe.

* DiMaGe, Université de Genève – Suisse – maud.chanudet@unige.ch

** EDA, Université Paris Cité – France – juliette.fanjat@u-paris.fr

*** ICT, Université Paris Cité – France – micha.mettouchi@gmail.com

**** EDA, Université Paris Cité – France – eric.roditi@u-paris.fr

Les analyses étant en cours avant le colloque EMF de Montréal, la présentation rapportée dans les actes s'est concentrée essentiellement sur le travail méthodologique effectué dans le cadre de cette recherche, même si nous indiquons en conclusions quelques premiers résultats issus des analyses.

II. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE

Dans cette recherche¹, les connaissances mathématiques des élèves de CM2 ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire (format papier, questions à réponses ouvertes) composé d'exercices portant principalement sur trois contenus : la numération des nombres entiers ; les nombres décimaux et leur comparaison ; la division et les problèmes numériques. Le questionnaire a été élaboré en prenant appui sur la recherche en didactique des mathématiques relative à ces contenus. Citons en particulier les travaux de Tempier (2020) pour la numération, de Roditi (2007) pour les nombres décimaux, de Vergnaud (2003) pour la division et de Houdement (2011) pour la résolution de problèmes. Dans une académie (unité géographique et administrative) volontaire pour participer à cette recherche, un millier d'élèves (1 013 exactement) ont été interrogés, répartis dans une cinquantaine de classes (49 exactement) comprenant des élèves de CM2. Cette académie a été sollicitée pour sa variété de contextes d'enseignement : urbains, ruraux, publics, privés, en éducation prioritaire ou non. La longueur du questionnaire (19 exercices correspondant à 58 questions élémentaires, ou items) a conduit à le proposer via deux sessions de cinquante minutes environ chacune.

Les élèves ont été interrogés à deux reprises : une première fois en octobre 2018 et une seconde fois en juin 2019, et ce, sur le même questionnaire. Les seuls éléments qui ont été changés entre les deux sessions l'ont été afin de ne pas perturber les élèves qui pourraient accorder un sens particulier aux éléments associés, tels que les noms des personnages en jeu dans les problèmes par exemple. Nous assimilons donc les apprentissages des élèves à l'évolution de leurs performances entre le début et la fin de l'année scolaire, c'est-à-dire à la différence de leurs résultats entre octobre et juin.

En parallèle, et malgré des difficultés de récupération des données *a posteriori*, les enseignants des classes interrogées ont été invités à répondre au questionnaire conçu dans le cadre de l'enquête nationale PRAESCO² ; notre objectif étant de pouvoir *in fine* mettre en lien les apprentissages des élèves de CM2 et les contextes de l'enseignement dispensé, dont les pratiques des enseignants.

Pour rappel, en juin 2019, un échantillon aléatoire de 1 317 enseignants ayant la charge d'élèves de CM2, représentatif de la population nationale (secteurs public et privé sous contrat), ont répondu à un questionnaire sur leurs pratiques d'enseignement des mathématiques. Ce questionnaire à destination des enseignants était à réponses fermées, avec 234 items proposés, et il nécessitait 50 minutes environ pour y répondre. Il comportait trois parties. La première interrogeait le parcours professionnel des enseignants, leur contexte d'enseignement, les formations suivies, etc. La deuxième portait sur leur enseignement des mathématiques sans référence à un domaine particulier (durée des préparations et des évaluations, satisfactions et insatisfactions ressenties dans l'enseignement des mathématiques, origines de ces satisfactions et insatisfactions ; importance accordée à certains contenus, etc.). La troisième enfin visait à questionner l'enseignement des contenus mathématiques précis listés précédemment (choix des situations d'enseignement et d'évaluation, repérage des difficultés des élèves

¹ Recherche menée avec Cécile Allard, Frédérick Tempier et la collaboration de Pascale Masselot et Marie-Lise Peltier, deux chercheurs honoraires en didactique des mathématiques.

² L'enquête PRAESCO (Pratiques enseignantes spécifiques aux contenus) est une enquête menée en partenariat avec la DEPP (Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance) qui est une direction du ministère de l'Éducation nationale. La première enquête a eu lieu en 2019, les résultats ont été publiés en 2021 et 2022 (Allard et al., 2021, 2022).

et ajustements mis en place pour faire face à ces difficultés). Les analyses menées ont permis, entre autres, d'identifier (grâce à une classification ascendante hiérarchique – CAH) cinq groupes d'enseignants caractérisés par des pratiques statistiquement homogènes. Par exemple, le groupe le plus représenté en termes d'effectif (26 % des répondants) se caractérise par l'expression de davantage de difficultés vis-à-vis des mathématiques et de leur enseignement par rapport à l'ensemble des enseignants interrogés, tandis que le deuxième groupe (22 % des répondants) se distingue du fait de choix didactiques affirmés pour un enseignement des mathématiques où les élèves construisent activement leurs connaissances (voir Allard et al., 2022) pour une caractérisation détaillée de chacun des cinq groupes). Dans cette nouvelle enquête, nous nous interrogeons en particulier sur le lien éventuel entre les apprentissages des élèves d'une classe et le groupe d'enseignants auquel celui de cette classe appartient. Avant de mener cette étude, il convient d'analyser les apprentissages des élèves, d'une part globalement en identifiant les contenus sur lesquels les élèves progressent de manière différentielle, et d'autre part selon la classe dans laquelle ils ont été scolarisés – les variabilités intra-classe et inter-classes –, etc.

Nous présentons ci-après la méthodologie d'analyse quantitative élaborée pour tenter de répondre aux questions que nous nous posons sur les apprentissages des élèves et sur de potentiels effets différenciés des contextes et des pratiques d'enseignement sur ces apprentissages, et ce en fonction de différents éléments tels que les contenus mathématiques ou les connaissances initiales des élèves relatives à ces contenus. Rappelons que notre propos est ici essentiellement méthodologique, nous ne présentons pas encore de résultats. Des traitements préalables des données ont été nécessaires, commençons par les expliciter.

III. TRAITEMENTS PRÉALABLES DES DONNÉES

1. *Trois codages des items et des réponses aux items*

Trois traitements préalables ont été effectués. Nous avons codé les items du questionnaire à l'aide de mots-clés que nous avons appelé « descripteurs ». Pour chacun des items, nous avons aussi regroupé les réponses d'élèves très diverses en un nombre restreint de « modalités » de réponse à l'item. Enfin, ces modalités ont, elles aussi, été codées par d'autres mots-clés que nous avons appelé « indicateurs ». Détaillons ces trois traitements.

Concernant le codage des items, les descripteurs caractérisent notamment le domaine mathématique en jeu (par exemple la numération ou la résolution de problèmes), la nature des nombres impliqués (entiers, décimaux), le caractère original ou usuel de la question ainsi que le rôle joué par les concepts en jeu (outil ou objet au sens de Douady, 1984), et enfin le niveau de mise en fonctionnement des connaissances (Roditi et Salles, 2015). Les questions adressées aux élèves ont été conçues avec une double volonté : centrer l'évaluation sur les contenus mathématiques spécifiquement interrogés dans le questionnaire destiné à rendre compte des pratiques des enseignants, et diversifier le niveau d'exigence sollicité pour la mise en œuvre des connaissances relatives à ces contenus. Le codage par les descripteurs permet ainsi, d'une part de rendre compte des choix effectués par les didacticiens concepteurs du questionnaire et d'autre part, par un traitement statistique ultérieur, de croiser les connaissances mathématiques évaluées et les scores des élèves en fonction des contextes d'enseignement.

Concernant le regroupement et la classification des réponses d'élèves en différentes modalités de réponse, nous nous sommes basés sur une analyse *a priori* des réponses possibles que nous avons complétée par une analyse des réponses effectives des élèves. Les réponses non anticipées dans l'analyse préalable ont été intégrées aux catégories de réponses possibles, voire nous ont amenés à les

redéfinir. C'est ainsi que, pour chacun des items, nous avons construit des modalités de réponses en regroupant, au sein d'une même modalité, les réponses qui nous semblaient relever d'une même « logique » déterminée *a priori* et/ou *a posteriori*. Dans le but d'aider à l'identification de certaines caractéristiques des modalités de réponses indépendantes des contenus et donc des items, nous avons choisi de leur associer des codes numériques communs. Ainsi, les modalités qui relèvent de logiques distinctes mais qui correspondent à des réponses considérées comme exactes possèdent un code à deux chiffres commençant par 1 (modalités « 10 » ou « 11 », etc.). Celles qui relèvent de logiques distinctes mais qui traduisent des réponses totalement erronées sont affectées d'un code à deux chiffres commençant par 7 (modalités « 70 » ou « 71 », etc.). D'autres codes caractérisent les réponses partiellement correctes, avec ou sans partie erronées. Nous avons aussi créé une modalité « a » qui correspond à l'absence de réponse à l'item, une modalité « & » de non-lisibilité de la réponse et une modalité « 9 » correspondant à l'ensemble des réponses erronées d'élèves pour lesquelles nous n'avons pas réussi à identifier de logique sous-jacente.

Des indicateurs ont ensuite été attribués aux modalités de réponses pour chacun des items dans le but d'expliciter puis de quantifier les liens existants entre des modalités de réponses à plusieurs items, ces items pouvant porter (comme nous allons le voir ci-dessous) sur des savoirs mathématiques différents. Ainsi, chaque indicateur rend compte, malgré la variété des items sur lesquels il porte, de types de connaissances analogues d'élèves, celles-ci pouvant être correctes ou erronées.

Pour illustrer ces outils méthodologiques que sont les descripteurs des items, les modalités de réponses aux items, et les indicateurs sur ces modalités, attardons-nous sur l'item suivant qui fait partie d'un exercice comportant 4 items, et qui demande aux élèves d'écrire un nombre en chiffres à partir d'une de ses décompositions.

Écris en chiffres :

5 unités 14 dixièmes :

2. Descripteurs associés à l'item « Écris en chiffre : 5 unités 14 dixièmes »

Cet item correspond aux cinq descripteurs suivants. Il s'agit d'une tâche de « numération », portant sur le domaine numérique « nombres décimaux », qui sont ici interrogés dans leur dimension « objet », et qui est « peu fréquente » parmi les tâches généralement proposées aux élèves. La réussite à cet item nécessite un « niveau élevé » de mise en fonctionnement des connaissances, en raison de la nécessaire conversion des 14 dixièmes. Il s'agit en effet, pour les élèves, de tenir compte simultanément des aspects positionnel et décimal de notre système de numération.

3. Exemples de modalités de réponses à l'item « Écris en chiffre : 5 unités 14 dixièmes »

Nous présentons ci-dessous quelques-unes des modalités de réponse à l'item étudié, dans le but d'illustrer le travail méthodologique visant à passer des réponses d'élèves – très nombreuses (69 réponses différentes pour cet item) – aux modalités de réponse – moins nombreuses (9 pour cet item).

La réponse 6,4 est bien sûr la réponse exacte et correspond à la modalité « réponse exacte », codée « 10 », pour laquelle on peut supposer que les élèves la produisant ont compris les unités de numération pour leur aspect positionnel autant que décimal. Nous avons regroupé sous une même modalité, codée « 50 », les réponses partiellement correctes avec partie erronée pour lesquelles les élèves n'ont réussi à respecter que l'une des deux informations « 5 unités » ou « 14 dixièmes ». Nous retrouvons ainsi sous

cette modalité la réponse 5,14 ainsi que les réponses 1,45 et 51,4. Ainsi, dans la réponse 5,14, qui représente 23 % de l'ensemble des réponses obtenues en début d'année et 87 % des réponses associées à cette modalité, seule l'information « 5 unités » est correctement traduite. Dans les deux autres réponses 1,45 et 51,4, seule l'information « 14 dixièmes » est correctement traduite. En effet, les deux réponses comportent 1,4 mais dans la réponse 1,45 le chiffre 5 apparaît dans la position des centièmes tandis que dans la réponse 51,4 il apparaît dans la position des dizaines. La réponse 145 correspond à elle seule à une autre modalité de réponses partiellement correctes avec partie erronée que l'on associe à une confusion entre dixièmes et dizaines. Un indicateur a d'ailleurs été créé pour ce type de confusion (...ièmes et ...aines) qu'on retrouve dans les réponses à différents items.

Les trois modalités précédentes correspondent à des réponses pour lesquelles une logique peut être explicitée. Ce n'est pas le cas pour la modalité codée « 9 » qui, pour rappel, correspond à l'ensemble des réponses erronées pour lesquelles nous n'avons pas réussi à identifier de logique sous-jacente ; citons par exemple les réponses 5,04 ou 25 ou encore 514 100 pour l'item présenté ci-dessus.

4. *Exemples d'indicateurs associés aux modalités de réponses à l'item « Écris en chiffre : 5 unités 14 dixièmes »*

Décrivons maintenant l'un des indicateurs retenus pour des modalités de réponse présentées ci-dessus ; un autre indicateur que celui évoqué brièvement « confusion... ièmes et aines ».

Il s'agit de l'indicateur « traits de surface », qui correspond aux modalités pour lesquelles les logiques sous-jacentes aux réponses produites par les élèves apparaissent se limiter à la seule prise en compte d'éléments saillants de l'énoncé, sans que ces derniers soient mis en lien avec des savoirs mathématiques du niveau d'élèves de CM1 ou CM2. En contextualisant cet indicateur à cet item, nous tentons de mettre en lumière les contraintes et difficultés que pose la perspective d'un traitement quantitatif des données recueillies.

L'indicateur « traits de surface » correspond bien à la réponse erronée 5,14. Celle-ci qualifie en effet la procédure d'un élève qui écrirait le nombre indiqué dans l'énoncé (5 unités 14 dixièmes) en recopiant d'une part le nombre d'unités, et d'autre part le nombre de dixièmes en séparant ces deux nombres par une virgule. Un indicateur n'est cependant pas attribué à une réponse, il l'est à une modalité de réponse, c'est-à-dire à un ensemble de réponses.

Ainsi, l'indicateur « trait de surface » n'a pas été attribué à la seule réponse 5,14, mais à la modalité comportant cette réponse, c'est-à-dire aux réponses 5,14, 1,45 et 51,4. Nous avons bien conscience que l'indicateur correspond moins précisément aux réponses 1,45 et 51,4. Nous avons pourtant choisi de l'associer à la modalité tout entière pour deux raisons. Une première raison liée au sens de l'indicateur : les élèves qui répondent 1,45 ou 51,4 prennent bien en compte les 14 dixièmes, mais cherchent aussi à écrire le nombre en juxtaposant seulement les signes de l'énoncé (5, 1 et 4). Une seconde raison liée à notre méthodologie quantitative : comme précisé plus haut, la réponse 5,14 est de loin la plus représentée dans cette modalité (87 % des réponses obtenues en début d'année et qui sont associées à cette modalité).

Poursuivons l'argumentation méthodologique pour interroger le choix de la modalité de réponse. Nous aurions aussi pu faire le choix de garder seulement 5,14 comme réponse de la modalité. Nous aurions alors été amenés à regrouper les deux réponses 1,45 et 51,4 en une même autre modalité de réponses partiellement correcte avec partie erronée. Cette modalité aurait cependant eu un effectif trop faible pour apporter une information dans une analyse quantitative. Il aurait fallu finalement associer ces deux réponses à la modalité rassemblant celles pour lesquelles nous n'avons pas réussi à identifier

de logique sous-jacente (modalité codée « 9 »). Nous aurions perdu alors la possibilité de conserver l'information (par l'attribution d'un indicateur dédié) portant sur des difficultés liées à l'exigence conjointe de conversion d'unités de numération et d'une écriture numérique à virgule ; cette information caractérisant aussi la réponse 5,14. Outre le fait qu'il s'agisse de réponses partiellement correctes comportant une partie erronée, ces différents arguments justifient, selon nous, le choix de regrouper les réponses 5,14 ; 1,45 et 51,4 dans une même modalité.

On le comprend, le choix des modalités et des indicateurs résultent de la volonté de produire des interprétations didactiques relatives aux réponses d'élèves. Le traitement quantitatif de ces réponses (cohérence, représentativité, effectif, etc.) nous impose toutefois quelques compromis quant à la définition même de ces modalités et des indicateurs.

IV. ANALYSE DES DONNÉES

Pour chacun des 1 013 élèves, nous avons recueilli ses réponses aux 58 items du questionnaire, et cela à deux moments de l'année scolaire : au début (mois d'octobre) et à la fin (mois de juin). Ainsi, pour chaque élève et chaque item, nous disposons de sa réponse en début d'année et de sa réponse en fin d'année. La très grande quantité de données recueillies nous a conduits à utiliser le logiciel d'analyse statistique R dont notamment le *package* FactoMineR. Le travail d'analyse étant en cours, nous livrons ici quelques indications sur les analyses effectuées ou projetées sans pouvoir encore livrer les résultats obtenus.

Nous avons élaboré un plan d'analyse pour rendre compte, en mobilisant des procédures analogues, des connaissances acquises des élèves en début et en fin d'année ainsi que des progrès réalisés. Nous détaillons ci-dessous ce plan d'analyse. Indiquons que pour bénéficier au mieux des analyses statistiques, nous avons dû nous limiter aux élèves pour lesquels nous disposions des réponses complètes en début et en fin d'année ; nous avons perdu au total 78 élèves et nos résultats concernant les apprentissages des élèves portent finalement sur un effectif de 935 élèves.

1. *Tri à plat : les réponses des élèves, variabilité en fonction des contenus*

Le premier travail a consisté à effectuer un tri à plat des réponses des élèves. Du fait de leur importante diversité, nous avons travaillé sur les modalités de réponses et non sur les réponses directement. Parallèlement, pour effectuer des analyses portant sur un groupe d'items correspondant à un même descripteur, nous avons dû renoncer à traiter toutes les modalités de réponses aux items car elles étaient trop variables d'un item à l'autre, y compris parmi celles correspondant à des items codés avec le même descripteur. Pour les 935 élèves conservés dans l'analyse, et pour chacun des items du questionnaire, nous avons retenu parallèlement trois groupes de modalités : celle des réponses exactes, celle des réponses erronées ou illisibles, et celle des non-réponses.

Ces résultats éclairent les connaissances des élèves en début et en fin d'année, qui sont très variables selon les contenus et les items (voir Allard et al., 2023 pour plus de détails).

Globalement, nous observons, en octobre, une réussite moyenne sur l'ensemble du questionnaire de 41 %, avec un minimum de 5 % de réussite pour l'élève le plus faible et un maximum de 95 % pour l'élève le plus performant. L'écart-type associé à cette moyenne de 41 % est de 17 points de pourcentage (pp). Nous observons, en juin, une réussite moyenne de 60 %, avec un minimum de 9 % et un maximum de 100 %. L'écart-type associé à cette moyenne est de 22 pp.

La différence entre octobre et juin est donc en moyenne de 19 pp, l'écart-type est de 14 pp. Comme le montrent ces résultats, de nombreuses questions posées en début d'année étaient déjà accessibles à

des élèves de ce niveau scolaire, l'année scolaire ayant en outre conduit à des apprentissages substantiels : le passage de 41 % à 60 % de réussite moyenne traduit le fait qu'en moyenne, pour l'ensemble des élèves, un tiers des questions échouées en début d'année sont réussies en fin d'année.

Cette évolution n'est pas homogène selon les contenus interrogés. Les progrès sont faibles pour les items impliquant les nombres entiers (la réussite était déjà assez forte en début d'année), forts pour ceux relatifs aux fractions et décimaux (la réussite était assez faible en début d'année) et moyens pour la résolution de problèmes numériques appréhendée globalement (la réussite étant aussi assez moyenne en début d'année, bien que les problèmes proposés puissent se résoudre avec les acquis de fin de CM1 si l'on se réfère aux programmes scolaires) avec un recul sensible des non-réponses.

Nous ne disposons pas encore des résultats concernant les items associés au même indicateur. L'obtention des résultats nécessite en effet un traitement supplémentaire pour garantir que les items pour lesquels les modalités de réponses ont été *a priori* associées à un même indicateur forment bien, statistiquement, un ensemble cohérent d'items du point de vue des réussites ou des erreurs produites. Des coefficients statistiques permettent d'évaluer cette cohérence (l'alpha de Cronbach par exemple) et la corrélation de la fréquence des réponses adéquates à l'indicateur pour un item avec celle au groupe d'items constitués (le coefficient de corrélation bisérial *r.bis* par exemple). Ces évaluations statistiques de cohérence interne permettront de stabiliser les items pour lesquels certaines modalités relèvent d'un même indicateur (on peut penser à l'indicateur « traits de surface » par exemple qui a été présenté plus haut).

2. *Tris croisés : constituer des groupes d'élèves pour effectuer des comparaisons*

Le tri à plat envisagé concerne les réponses de l'ensemble des élèves aux différents items et groupes d'items correspondant à un même descripteur, ainsi que l'examen de la fréquence des réponses correspondant à nos indicateurs (comme le fait d'être sensible aux traits de surface). Nous avons aussi souhaité effectuer un tri croisé pour examiner la variabilité des fréquences de ces réponses selon différents groupes d'élèves, ces groupes étant déterminées par des paramètres externes aux résultats obtenus au questionnaire – ou au contraire internes à ces résultats.

Nous avons ainsi constitué des groupes d'élèves selon différents paramètres externes comme le genre (fille ou garçon), l'indice de position sociale de l'école fréquentée (qui donne une indication sur l'origine sociale des élèves de cette école), le milieu rural ou urbain dans lequel l'école est implantée, le type d'école (privée, publique hors éducation prioritaire, ou publique en éducation prioritaire), l'ancienneté de l'enseignant en charge de la classe, et enfin le groupe de pratiques auquel l'enseignant se rattache (les cinq groupes mis au jour par l'enquête PRAESCO).

Nous avons également cherché à savoir à quels items ou groupes d'items les élèves répondaient ou non, correctement ou non, suivant leurs résultats globaux au questionnaire qui leur a été soumis. Il nous a fallu pour cela constituer ces groupes *a posteriori* à partir des résultats obtenus. Deux approches différentes ont été adoptées. La première visait simplement à constituer des groupes de niveau global, déterminé en fonction des scores de réussite. Nous avons à cet effet, en nous référant à la moyenne et à l'écart-type des scores de réussite, distingué trois groupes suivant le niveau de réussite global : le groupe à forte réussite (élèves dont le score est supérieur à la moyenne plus 80 % d'écart-type), le groupe à réussite moyenne (score compris entre la moyenne plus ou moins 80 % d'écart-type), et le groupe à faible réussite (score inférieur à la moyenne moins 80 % d'écart-type). La seconde approche avait pour objectif de constituer des groupes en considérant toutes les modalités de réponses et pas seulement la réussite. Cela nous a conduits à développer des traitements statistiques afin de déterminer des groupes d'élèves avec d'une part une cohérence intra-groupe optimale (les élèves d'un même

groupe répondent manière similaire au questionnaire) et d'autre part une divergence inter-groupe maximale (les élèves de deux groupes différents produisent des réponses globalement très différentes au questionnaire). Sans qu'il soit possible de les détailler ici, précisons que ces traitements reposent sur une ACM (analyse des correspondances multiples) puis une CAH (classification ascendante hiérarchique).

Ces méthodes sont classiques. Toutefois, la difficulté que nous avons rencontrée consistait à traiter, non pas les réponses des élèves à un questionnaire, mais à deux questionnaires, et donc à envisager conjointement les trois variables que constituent les réponses en début d'année, les réponses en fin d'année et les progrès réalisés entre les deux. Il est encore trop tôt pour développer ici comment nous sommes parvenus à effectuer ce travail, toutes les réponses aux questions rencontrées n'ont pas encore été élaborées.

V. CONCLUSION PROVISOIRE

Cette recherche poursuit l'enquête PRAESCO interrogeant les enseignants sur leurs pratiques à propos de certains contenus mathématiques en classe de CM2. Elle vise à développer une approche quantitative sur les apprentissages des élèves, en lien avec l'enseignement reçu ; en conséquence, le questionnaire soumis aux élèves porte précisément sur ces contenus enseignés à ce niveau scolaire. Notre recherche se caractérise par un appui sur les résultats issus de travaux qualitatifs nombreux et conséquents en didactique des mathématiques. Ces travaux portent à la fois sur les tâches proposées aux élèves (analyse didactique des connaissances à mobiliser pour réaliser les tâches, niveaux de mise en fonctionnement de ces connaissances, dialectique outil/objet, etc.) et sur les modalités de réponses à ces tâches (analyse des réponses des élèves – correctes ou non – en fonction des obstacles didactiques, des connaissances sur les conceptions et les règles implicites construites par les élèves, etc.).

L'approche quantitative vise à dresser un portrait des apprentissages des élèves dans lequel des liens apparaissent entre les connaissances effectivement construites sur certains contenus mathématiques, d'autres pour lesquels les constructions sont encore en cours, et d'autres enfin pour lesquels les élèves rencontrent des difficultés majeures. Cette approche conduit également à des croisements entre apprentissages et contexte d'enseignement (établissement public ou privé, éducation prioritaire ou non, niveau social moyen des élèves de l'établissement, etc.). Croiser apprentissage et pratiques d'enseignement est en effet bien ce que nous recherchons à terme.

Cette communication vise ainsi à développer les choix méthodologiques effectués, en mettant en lumière les questions et difficultés rencontrées, afin de délimiter la portée et les limites des résultats d'une telle recherche.

RÉFÉRENCES

- Allard, C., Chanudet, M., Roditi, E. et Tempier, F. (2023). Identifier les apprentissages des élèves de CM2 : premiers résultats et perspectives. Dans *Actes du 49^e colloque COPIRELEM, 13–15 juin 2023, Marseille* (p. 942-954). <https://www.copirelem.fr/wordpress/wp-content/uploads/2024/11/Actes-MARSEILLE-2023.pdf>
- Allard, C., Masselot, P., Peltier-Barbier, M.-L., Roditi, E., Solnon, A. et Tempier, F. (2021, février). *Premiers résultats de l'enquête sur les pratiques d'enseignement des mathématiques, Praesco, en classe de CM2 en 2019* (Note d'information 21.10). Direction de l'évaluation de la prospective et de la performance [Depp]. <https://www.education.gouv.fr/media/74631/download>

- Allard, C., Masselot, P., Peltier-Barbier, M.-L., Roditi, E., Solnon, A., Tempier, F. et Charpentier, A. (2022, octobre). *Résultats de l'enquête sur les pratiques d'enseignement des mathématiques, PRAESCO, en classe de CM2 en 2019* (Document de travail n° 2022.E05). Direction de l'évaluation de la prospective et de la performance [Depp]. <https://www.education.gouv.fr/media/118634/download>
- Douady, R. (1984). *Jeux de cadres et dialectiques outil-objet dans l'enseignement des Mathématiques. Une réalisation dans tout le cursus primaire* [Thèse de doctorat, Université Paris VII]. HAL theses. <https://theses.hal.science/tel-01250665v1>
- Houdement, C. (2011). Connaissances cachées en résolution de problèmes arithmétiques ordinaires à l'école. *Annales de didactiques et de sciences cognitives*, 16, 67-96. <https://bibnum.publimath.fr/IST/IST11005.pdf>
- Roditi, E. (2007). La comparaison des nombres décimaux, conception et expérimentation d'une aide aux élèves en difficulté. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 12, 55-81. <https://shs.hal.science/halshs-00349764v1/document>
- Roditi, E. et Salles, F. (2015). Nouvelles analyses de l'enquête PISA 2012 en mathématiques. *Education et Formations*, (86-87), 235-257.
- Tempier, F. (2020). Les grands nombres au cycle 3 : de nouvelles pistes de travail. *Grand N*, (105), 75-99.
- Vergnaud, G. (1983). Multiplicative Structures. Dans R. Lesh et M. Landau (dir.), *Acquisition of mathematics concepts and processes* (p. 127-174). Academic Press.