RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

depp Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance

Série ETUDES
DOCUMENT DE TRAVAIL 2021-E02
Janvier 2021

PRAESCO MATHEMATIQUES

Premiers résultats de l'enquête sur les pratiques d'enseignement des mathématiques, PRAESCO, en classe de 3e en 2019

Version du 05/01/2021

Sylvie Coppé, Brigitte Grugeon-Allys, Julie Horoks, Julia Pilet, Anaëlle Solnon, Christelle Raffaëlli, Axelle Charpentier

Sommaire

1 INTRODUCTION 4
2 DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON ET DU CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT 9
2.1 Les caractéristiques individuelles de la population étudiée 9
2.2 Des disparités de formation à l'entrée dans le métier 10
2.3 Des difficultés d'enseignement attribuées principalement au manque de travail en classe d'une partie des élèves et au trop grand nombre d'élèves en difficultés 12
3 CARACTÉRISER LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT EN MATHÉMATIQUES 14
3.1 Premier axe d'analyse : l'enseignement du calcul littéral 14
3.2 Deuxième axe d'analyse : l'organisation globale de l'enseignement 25
3.3 Troisième axe d'analyse : la prise en compte de l'élève 34
4 VERS UNE TYPOLOGIE DES CHOIX PÉDAGOGIQUES ET DIDACTIQUES 38
4.1 Profil du groupe A 41
4.2 Profil du groupe B 43
4.3 Profil du groupe C 45
4.4 Profil du groupe D 47
5 CONCLUSION 50
6 BIBLIOGRAPHIE 52
Annexe 1. Échantillonnage, analyse de la participation et redressement des données 56

1 INTRODUCTION

En 2019, un échantillon national représentatif de près de 1 800 enseignants de mathématiques en classe de 3e a été sollicité pour répondre à l'enquête PRAESCO Mathématiques (PRAtiques Enseignantes Spécifiques aux COntenus)[1]. Cette enquête, conçue par la DEPP, vise à décrire, à grande échelle, la diversité des pratiques enseignantes et notamment des choix pédagogiques et didactiques propres à l'enseignement des mathématiques. Au croisement des approches didactique et statistique, PRAESCO apporte un regard inédit qui vient ainsi enrichir d'une part les travaux existants sur les pratiques enseignantes (Talis, EPODE) qui n'étaient pas centrés sur les contenus enseignés et, d'autre part, les nombreuses études, nationales et internationales (CEDRE, PISA, TIMSS), sur les compétences des élèves en mathématiques. À terme, la reconduction tous les cinq ans de l'enquête PRAESCO, parallèlement à l'évaluation CEDRE, permettra de documenter, en lien avec l'évolution des compétences des élèves, l'évolution des pratiques enseignantes en mathématiques.

Le questionnaire proposé aux enseignants de 3e est adossé aux programmes de mathématiques du cycle 4 (BO n°30 du 26-7-2018). Bâti par une équipe composée pour moitié de chercheurs en didactique des mathématiques et pour l'autre de formateurs et d'enseignants, il s'articule autour de trois grands axes d'analyse : l'enseignement du calcul littéral (organisation mathématique et didactique des séquences, justifications apportées par l'enseignant[2]), l'organisation générale de l'enseignement (modalités de travail en classe, régulation et évaluation) et la prise en compte de l'élève (activité, autonomie et implication). Ces axes sont décomposés en plusieurs dimensions d'analyse présentées à la figure 1. Les pratiques spécifiques à l'enseignement des mathématiques concernent un domaine précis (l'enseignement du calcul littéral) et leur application auprès d'une classe spécifique de 3e dont les enseignants avaient la charge en 2019[3]. D'autres domaines auraient pu être étudiés, mais pour des raisons de durée de l'enquête (administrée *via* un questionnaire auto-rapporté en ligne), il a fallu faire un choix. Le domaine du calcul littéral a été retenu parce qu'il est introduit au cycle 4 et ensuite largement mobilisé au lycée et dans de nombreuses filières post-bac.

La conception des items de l'enquête relatifs à l'enseignement du calcul littéral intègre des résultats de recherche en didactique de l'algèbre élémentaire. Ces résultats sont aussi présents dans les programmes officiels et les documents d'accompagnement du cycle 4. L'algèbre est un outil pour résoudre différents types de problèmes (généralisation et preuve, modélisation via les formules, mise en équation) dans des contextes intra ou extra mathématiques (Chevallard, 1985, 1989). L'enseignement de l'algèbre est modélisé par un processus progressif d'algébrisation des programmes de calcul en plusieurs étapes, d'abord pour introduire les expressions littérales *via* l'équivalence de deux programmes de calcul, puis les équations *via* la recherche des valeurs pour lesquelles deux programmes de calcul sont égaux (Ruiz-Munzon, Matheron, Bosch et Gascon, 2012).

---

[1] L'Annexe 1 décrit les procédures d'échantillonnage et de redressement des données.

[2] Comme nous l'expliquerons plus tard, il s'agit ici de la façon de dire (ou ne pas dire) les mathématiques, c'est-à-dire les types de formulations utilisés par les enseignants dans les traces de cours, ainsi que dans le cadre d'interactions avec les élèves (traitement des erreurs, par exemple).

[3] Afin de récolter l'information la plus juste et précise possible, il a été demandé aux enseignants interrogés de fournir leurs réponses non pas « en général », mais en référence à une classe précise, appelée « classe de 3e de référence ». Dans le second degré, la classe de référence est la première classe de 3e avec laquelle l'enseignant a habituellement cours, chaque semaine, à partir du mardi matin. Pour les enseignants concernés par le dispositif d'évaluation des élèves CEDRE, la classe de référence est la classe à laquelle l'enseignant a fait passer l'évaluation (ou la première classe dans l'emploi du temps à partir du mardi matin si l'enseignant a fait passer l'évaluation CEDRE à plusieurs classes).

Les situations d'introduction présentes dans les documents d'accompagnement en tiennent compte. L'entrée dans l'algèbre provoque une double rupture épistémologique avec l'arithmétique primaire et l'algèbre (Vergnaud, Cortes et Favre-Artigue, 1987 ; Kieran, 2007) : d'une part, en ce qui concerne la démarche de résolution par la place donnée à la modélisation (Gascon, 1994) et la représentation lors du passage d'un registre sémiotique (celui des écritures numériques, des représentations graphiques, des figures géométriques, de la langue naturelle) vers le registre des écritures algébriques (Duval, 1995), d'autre part, en ce qui concerne le changement de statut de l'égalité, des lettres et l'introduction de nouveaux objets mathématiques (expressions et équations) dont le calcul convoque de nouveaux modes de traitement et nouveaux moyens de contrôle. Un calcul intelligent s'appuie sur le choix d'une représentation adaptée pour piloter le calcul et un contrôle basé sur l'équivalence des expressions ou équations (Drouhard, 1992) afin de développer un équilibre entre automatisme et usage (Artigue, 2004, 2005).

Le questionnaire comprend également des questions inspirées de résultats plus généraux indiquant des conditions pouvant être favorables aux apprentissages. Ces derniers concernent la place de l'erreur dans l'apprentissage, le rôle de l'évaluation, des conditions relatives à l'organisation didactique de l'enseignement (séquence), à la gestion didactique lors des séances en classe et aux responsabilités de l'enseignant et de l'élève. Ils sont tirés d'expérimentations rendant compte des pratiques d'enseignement du calcul littéral et des difficultés rencontrées par les enseignants (Combier, Guillaume et Pressiat, 1995 ; Grugeon-Allys, Pilet, Chenevotot-Quentin et Delozanne, 2012 ; Pilet, 2015 ; Coppé et Grugeon-Allys, 2015 ; Coppé, Grugeon-Allys et Pilet, 2016 ; Horoks et Pilet, 2015).

Le questionnaire inclut enfin un volet consacré au contexte d'enseignement et au profil du répondant afin de tenir compte du fait que l'enseignant est un individu situé, aux caractéristiques personnelles et professionnelles propres, dont l'activité se déploie au croisement des prescriptions institutionnelles et des conditions d'exercices spécifiques de sa profession (Robert et Rogalski, 2005 ; Chevallard, 2007 ; Grugeon, 2010).

L'une des originalités du questionnaire PRAESCO, par rapport aux questionnaires Talis et EPODE notamment, porte sur l'inclusion de « mises en situation », c'est-à-dire des questions simulant une situation d'enseignement où les enseignants devaient répondre en indiquant ce que serait leurs choix pédagogiques ou didactiques si cette situation fictive prenait place dans le contexte de leur classe de 3e.

Figure 1. Dimensions construites et interprétations

ENSEIGNEMENT DU CALCUL LITTERAL	1	**Équilibre entre technique de calcul et résolution de problèmes**	Cette dimension considère les choix de types d'exercices en début et fin de séquence et leur répartition globale selon qu'ils favorisent ou non un équilibre entre développer des techniques de calcul littéral (développement, factorisation, résolution d'équation) et développer la résolution de problèmes (modélisation, preuve, mise en équation) qui mobilisent ces techniques. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant veille davantage à favoriser la résolution de problèmes en début de séquence et à équilibrer les types d'exercices.*
	2	**Motivation du sens et de l'intérêt du calcul littéral**	Cette dimension s'intéresse aux situations retenues par les enseignants pour introduire les expressions littérales et les équations selon qu'elles motivent plus ou moins le sens et l'intérêt du calcul littéral pour résoudre des problèmes (généralisation, preuve, mise en équation). *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant veille davantage à motiver le sens et l'intérêt du calcul littéral.*
	3	**Variété et complexité des types d'exercices**	Cette dimension s'attache à décrire la variété des exercices retenus selon qu'ils recouvrent ou non les différents types d'exercices (modélisation, preuve, mise en équation, calcul) et les différents contextes de problèmes (intra ou extra mathématiques) mentionnés dans les programmes. Elle prend également en compte leur complexité selon qu'ils relèvent de « questions flash » visant la mémorisation et les automatismes, d'exercices ou problèmes d'application et d'entrainement, ou encore d'exercices à énoncés ouverts pour favoriser les prises d'initiative, la recherche et les débats. Par exemple, un exercice relevant de la preuve, proposé avec un énoncé dans lequel la variable est donnée, est considéré comme moins complexe que lorsque le recours à une variable est à la charge de l'élève. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant veille davantage à proposer des exercices à la fois variés et complexes.*
	4	**Formulation des propriétés**	Cette dimension concerne la façon dont les enseignants font référence aux propriétés de distributivité et de conservation de l'égalité dans le cours et pour appuyer un raisonnement. Elle indique en particulier si les formulations des propriétés choisies s'éloignent de formulations simplificatrices relevant de recettes, de règles, du langage courant (« passer », « regrouper »), d'analogies (« ajouter des pommes et des poires ») ou de signes (flèches, couleurs). *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant limite davantage l'usage de formulations simplificatrices au profit de formulations mathématiques.*
	5	**Justifications pendant les interactions**	Cette dimension concerne la façon dont les enseignants justifient ou valident un calcul ou un raisonnement par les propriétés de distributivité et de conservation de l'égalité dans les interactions avec les élèves. Comme pour la formulation des propriétés, il s'agit de repérer la fréquence de formulations mathématiques ou simplificatrices mais pendant les interactions avec les élèves. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant recoure davantage à des formulations mathématiques.*

Figure 1 (cont.). Dimensions construites et interprétations

ORGANISATION GLOBALE DE L'ENSEIGNEMENT	6	**Ressources**	Cette dimension s'attache à décrire la fréquence d'utilisation de ressources diverses par les enseignants en vue de préparer et de mettre en œuvre leur enseignement. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant utilise des ressources variées (ressources institutionnelles ou non, littérature professionnelle).*
	7	**Usage des outils numériques spécifiques aux mathématiques**	Cette dimension considère les usages des outils numériques pour l'enseignement des mathématiques (tableur, logiciel de géométrie dynamique, calculatrice, banque d'exercices en ligne, Scratch) par les élèves ou l'enseignant. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que les outils numériques sont davantage utilisés en classe.*
	8	**Modalités de travail en classe : recherche et mise en commun**	Cette dimension s'attache à décrire les modalités de travail en classe selon qu'elles favorisent plus ou moins des temps de recherche (individuels ou en petits groupes) et des temps de mise en commun pour débattre et confronter les productions, confiant ainsi plus ou moins d'initiatives aux élèves dans les processus liés à leurs apprentissages. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant donne plus de place aux temps de recherche et de mise en commun.*
	9	**Évaluation diagnostique**	Cette dimension s'attache à décrire comment les enseignants repèrent et identifient les acquis, erreurs, conceptions et procédures (erronées ou non) et besoins d'apprentissage des élèves à travers une évaluation diagnostique. Elle considère le moment du repérage (en amont ou au début d'une séquence, pendant le travail en classe) et s'il porte sur une diversité de types d'exercices spécifiques aux contenus, ici le calcul littéral. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant pratique davantage l'évaluation diagnostique.*
	10	**Évaluation sommative**	Cette dimension concerne la gestion de l'évaluation sommative par les enseignants selon que sa conception soit anticipée ou non dès la préparation de la séquence évaluée, qu'elle contienne plus ou moins d'exercices proches de ceux vus en classe, que le contrat d'évaluation explicite plus ou moins les modalités et les enjeux mathématiques du contenu évalué (grilles de compétences, types d'exercices) et que le retour aux élèves les accompagne plus ou moins dans la compréhension de leurs résultats, erreurs et procédures par rapport à ce qui est attendu. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant anticipe les évaluations sommatives dès la préparation de la séquence, explicite le contrat d'évaluation à ses élèves et les accompagne par des retours sur leurs résultats, erreurs et procédures.*
	11	**Appuis et retours sur le travail des élèves**	Cette dimension s'intéresse à la façon dont l'enseignant prend en compte, pour la conduite de son enseignement, les travaux produits par ses élèves, ainsi qu'à la façon dont il organise les retours sur ces travaux. En ce qui concerne les retours sur le travail fait en classe, il s'agit de regarder la fréquence avec laquelle l'enseignant utilise les travaux et erreurs des élèves pour les montrer à la classe, et sur la manière de l'organiser, éventuellement avec un TNI. Pour les travaux écrits (devoir à la maison, évaluation sommative), cela concerne à la fois les commentaires faits sur les copies, et la reprise en classe de ce qui a pu poser problème, en appui ou non sur les productions effectives. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant s'appuie plus fréquemment sur les travaux effectifs des élèves pour les exploiter en vue d'accompagner les apprentissages de tous, individuellement ou collectivement.*

Figure 1 (cont.). Dimensions construites et interprétations

PRISE EN COMPTE DE L'ELEVE	12	**Prise en compte de l'erreur**	Cette dimension considère la place donnée à l'erreur par l'enseignant dans sa classe, à travers un choix de situations permettant ou non de repérer et de déconstruire les erreurs des élèves, et un traitement de ces erreurs s'appuyant plus ou moins fréquemment sur la classe, en appui ou non sur les productions des élèves concernés, et sur leur participation pour les invalider, en lien plus ou moins explicite avec les contenus mathématiques sous-jacents. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant donne aux erreurs de ses élèves une place importante, en construisant plus fréquemment avec eux des moyens de faire évoluer leurs apprentissages.*
	13	**Aides et moyens de contrôle en classe**	Cette dimension interroge les moyens donnés par l'enseignant aux élèves pour vérifier ou évaluer leur propre production ou celles des autres élèves. Cela concerne à la fois la nature des aides ou les attentes de l'enseignant, spécifiques aux contenus mathématiques visés (substitution, cohérence et structure d'une expression), proposées plus ou moins fréquemment pour inciter les élèves à contrôler leur travail, et les occasions plus ou moins fréquentes qui leur sont proposées pour s'auto-évaluer et évaluer le travail des autres élèves. *Un score plus élevé sur cette dimension suggère que l'enseignant propose davantage de stratégies de vérification et de contrôle.*

2 DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON ET DU CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT

2.1 Les caractéristiques individuelles de la population étudiée

Les enseignants de mathématiques en classe de 3e sont une population majoritairement féminine (52 % de femmes), sauf en éducation prioritaire où les enseignantes sont sous-représentées (figure 2). Leur moyenne d'âge est de 43,8 ans. Plus de la moitié (57 %) des enseignants sont diplômés d'un Master ou d'un diplôme de niveau supérieur, lié ou non à l'enseignement des mathématiques. Ce taux atteint près de 70 % en éducation prioritaire (EP) où l'âge moyen est plus faible (41,1 ans) et où les jeunes diplômés de la réforme dite de la « masterisation » sont plus nombreux. La très grande majorité (94 %) des enseignants a été reçue à un concours d'enseignement. Les enseignants contractuels ne forment ainsi que 6 % de l'échantillon des répondants mais sont surreprésentés dans le secteur privé et en éducation prioritaire (plus d'un enseignant sur dix). Les professeurs interrogés par l'enquête PRAESCO rapportent une ancienneté moyenne de 16,9 ans dans l'enseignement, dont 11,9 ans en tant qu'enseignant auprès d'élèves de 3e. L'ancienneté plus faible de ceux exerçant en EP (3,5 années en moins) peut être mise en rapport avec l'écart d'âge susmentionné et la plus forte proportion d'enseignants « en seconde carrière » en EP (34 % contre 26 % pour l'ensemble)[4].

Figure 2. Description de la population des enseignants de mathématiques en classe de 3e

	Ensemble	Public HEP	Public EP	Privé
Femmes	**51,8 %**	54,4 %	36,2 %	58,1 %
Statut				
Enseignants certifiés	**89,3 %**	92,0 %	83,9 %	85,8 %
Enseignants agrégés	**4,9 %**	6,0 %	5,9 %	0,8 %
Enseignants contractuels	**5,9 %**	2,0 %	10,2 %	13,3 %
Âge moyen	**43,8**	43,9	41,1	45,8
Diplômés de niveau Master ou plus	**56,7 %**	53,4 %	68,9 %	55,6 %
Expérience dans l'enseignement (années)				
Au total dans l'enseignement	**16,9**	17,8	13,4	17,5
Au sein du collège d'exercice	**9,8**	9,7	8,4	11,2
En classe de 3e	**11,9**	13,0	9,1	11,2
Enseignants ayant exercé un autre métier	**25,6 %**	19,3 %	33,8 %	36,9 %
Nombre d'élèves dans la classe de référence	**25,8**	26,0	23,8	26,9

Lecture : 51,8 % des enseignants de mathématiques en classe de 3e sont des femmes.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

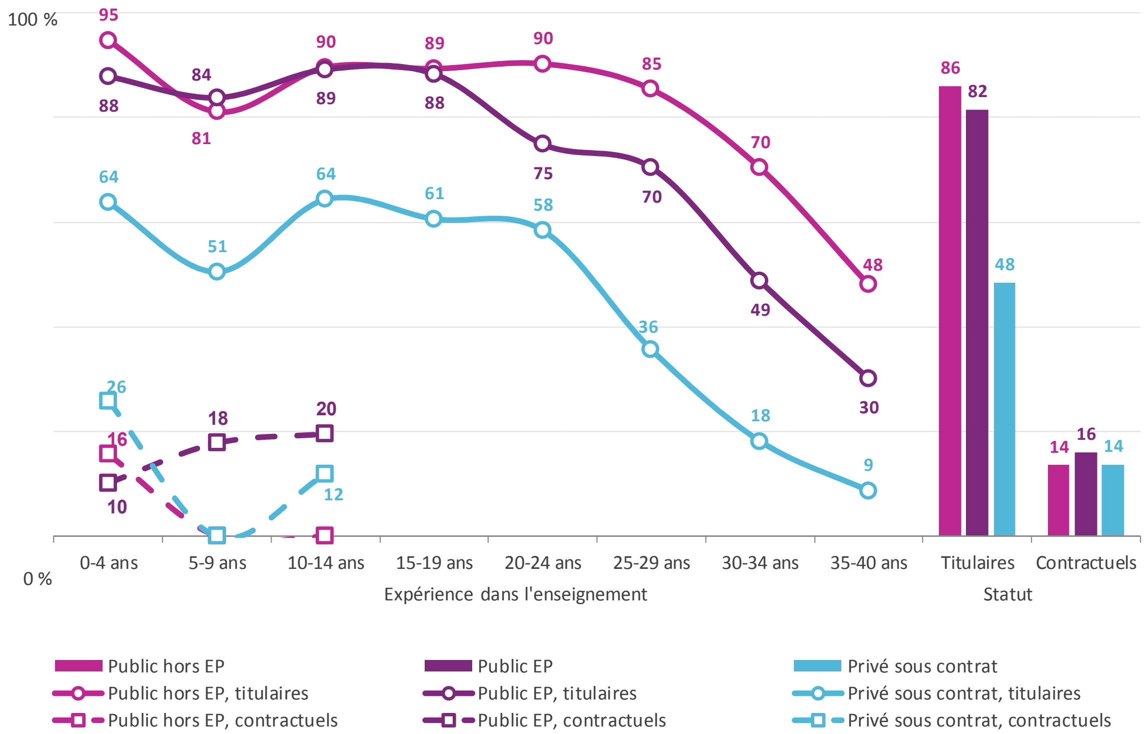
Source : MENJS-DEPP

[4] Les enseignants définis comme « ayant exercé un autre métier » sont ceux ayant répondu avoir une expérience professionnelle cumulée d'au moins trois ans dans des professions autres que l'enseignement.

2.2 Des disparités de formation à l'entrée dans le métier

Dans l'ensemble, trois enseignants sur quatre (74 %) déclarent avoir bénéficié d'une formation initiale à l'enseignement des mathématiques en ESPE, IUFM ou CPR[5]. La figure 3 révèle néanmoins de grandes disparités selon le statut, le secteur d'enseignement et l'ancienneté dans le métier.

Figure 3. Formation initiale à l'enseignement des mathématiques en fonction du secteur, de l'expérience et du statut



Lecture : 95 % des enseignants titulaires du secteur public hors EP avec moins de 5 ans d'expérience déclarent avoir bénéficié d'une formation initiale à l'enseignement des mathématiques. Cette proportion s'établit à 64 % dans le secteur privé.
Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3[e] en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).
Source : MENJS-DEPP

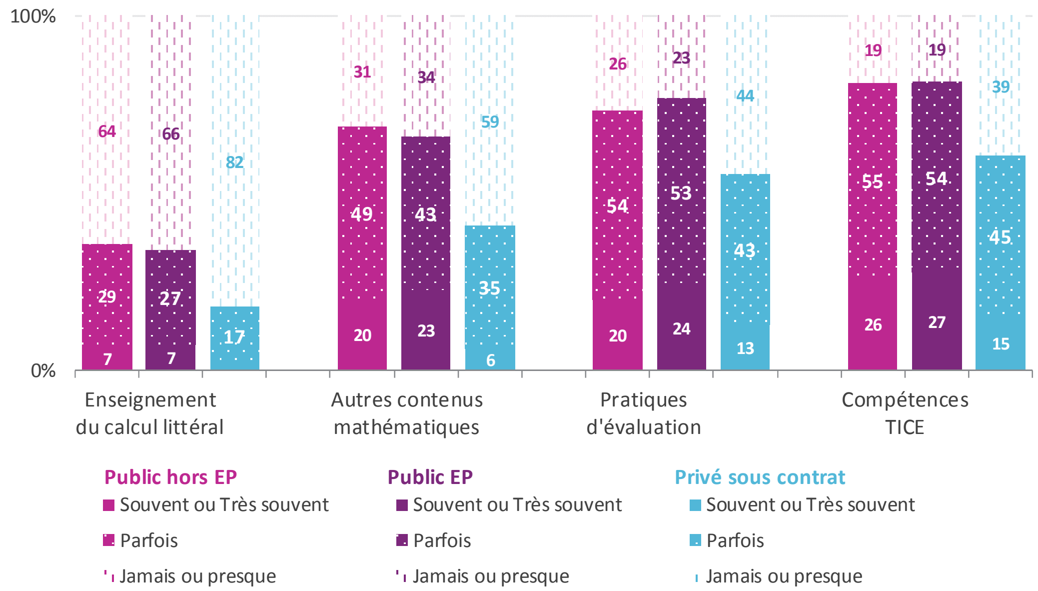
Ainsi, si 86 % des professeurs titulaires du secteur public hors EP, 82 % de ceux de l'EP et 48 % de ceux du secteur privé sous contrat rapportent une telle formation, c'est le cas de seulement 14 % de leurs collègues contractuels (on observe peu de variation ici selon le secteur croisé avec l'appartenance ou non à l'EP). La proportion d'enseignants déclarant avoir bénéficié d'une formation initiale à l'enseignement des mathématiques en ESPE, IUFM ou CPR varie également très fortement selon l'ancienneté et ce, quel que soit le secteur. Les enseignants titulaires entrés récemment dans le métier (moins de 5 ans d'ancienneté) sont parmi les plus nombreux à faire mention d'une telle formation. Le décrochage observé dans les données pour les enseignants rapportant une ancienneté comprise entre 5 et 10 ans peut être mis en relation avec la réforme de la « masterisation » et la suppression des IUFM intervenues entre 2005 et 2012 (les ESPE n'ayant été créées qu'à partir de

[5] Les CPR (Centres Pédagogiques Régionaux) à partir des années cinquante, IUFM (Instituts Universitaires de Formation des Maîtres) à partir de la rentrée 1990 et ESPE (Écoles Supérieures du Professorat et de l'Éducation) à partir de la rentrée 2013 sont les établissements de formation professionnelle des enseignants.

2013). Enfin, il convient de noter que parmi le groupe d'enseignants ayant plus de 25 ans d'ancienneté, la proportion déclarant avoir bénéficié d'une formation initiale à l'enseignement des mathématiques en ESPE, IUFM ou CPR décroît à mesure que l'ancienneté augmente.

PRAESCO a interrogé les enseignants sur la fréquence, au cours des cinq dernières années, de leur participation à des activités de formation continue abordant l'enseignement du calcul littéral, l'enseignement d'autres contenus mathématiques, les pratiques d'évaluation des élèves et les compétences TICE. Le questionnaire définissait la « formation continue » par *« les activités suivies par les enseignants pour améliorer leurs compétences, leurs connaissances, leur expertise et d'autres aspects en rapport avec leur métier* ». L'enseignement du calcul littéral est relativement peu abordé dans le cadre de la formation continue : 7 enseignants sur 10 dans le secteur public et plus de 8 enseignants sur 10 dans le secteur privé n'ont « jamais ou presque » abordé cette thématique lors d'activités de formation entre 2015 et 2019 (figure 4). En comparaison, les autres contenus mathématiques ou les contenus transversaux sont plus souvent couverts dans les formations suivies : par exemple, dans le secteur public hors EP, 54 % des enseignants déclarent que celles-ci concernaient « parfois » les pratiques d'évaluation et ils sont 20 % à rapporter un suivi plus régulier de formations sur ce contenu (contre, respectivement, 29 % et 7 % pour l'enseignement du calcul littéral). Quel que soit le contenu considéré, on note par ailleurs que les enseignants du secteur public rapportent suivre davantage de formations, comparativement à leurs collègues exerçant dans des collèges privés.

Figure 4. Part des enseignants de mathématiques ayant suivi une activité de formation continue au cours des cinq dernières années



Lecture : 7 % des enseignants du secteur public hors EP déclarent avoir participé « souvent » ou « très souvent » à une activité de formation continue portant sur le calcul littéral au cours des 5 années précédant l'enquête.

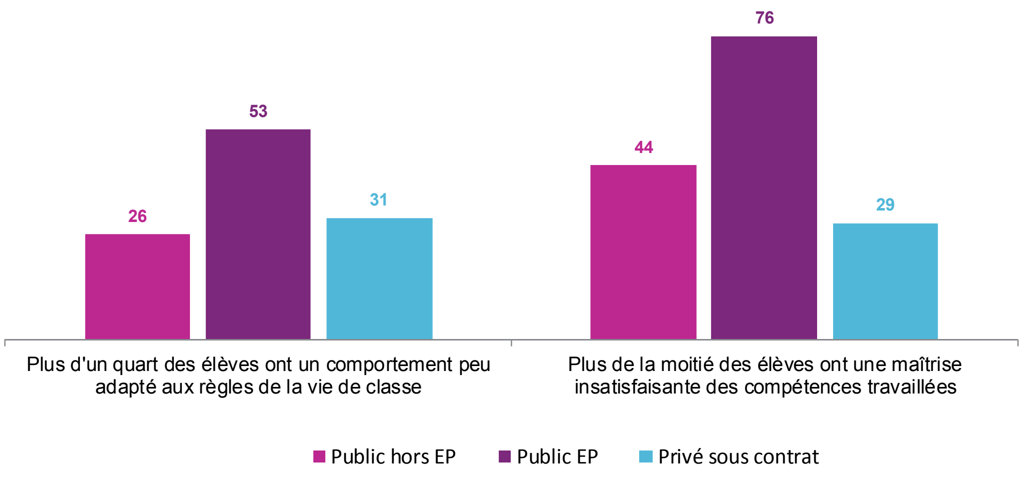
Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3^{e} en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

2.3 Des difficultés d'enseignement attribuées principalement au manque de travail en classe d'une partie des élèves et au trop grand nombre d'élèves en difficultés

Les enseignants ont été questionnés à propos de la proportion d'élèves de leur classe n'ayant pas atteint une maîtrise satisfaisante des compétences travaillées ou présentant un comportement inadapté aux règles de vie en classe (figure 5). Leur ressenti varie beaucoup selon le secteur du collège d'exercice et son appartenance ou non à l'EP. Dans le public hors EP, 26 % des professeurs de mathématiques estiment que leur classe comporte au moins un quart d'élèves avec un comportement peu adapté aux règles de la vie de classe (soit un taux inférieur de moitié à celui observé en EP). Ils sont par ailleurs 44 % à estimer que plus de la moitié de la classe a une maîtrise insatisfaisante des compétences mathématiques travaillées. Cette proportion atteint 76 % parmi les enseignants en EP et tombe à 29 % parmi les enseignants des collèges privés.

Figure 5. Ressenti vis-à-vis du profil de la classe



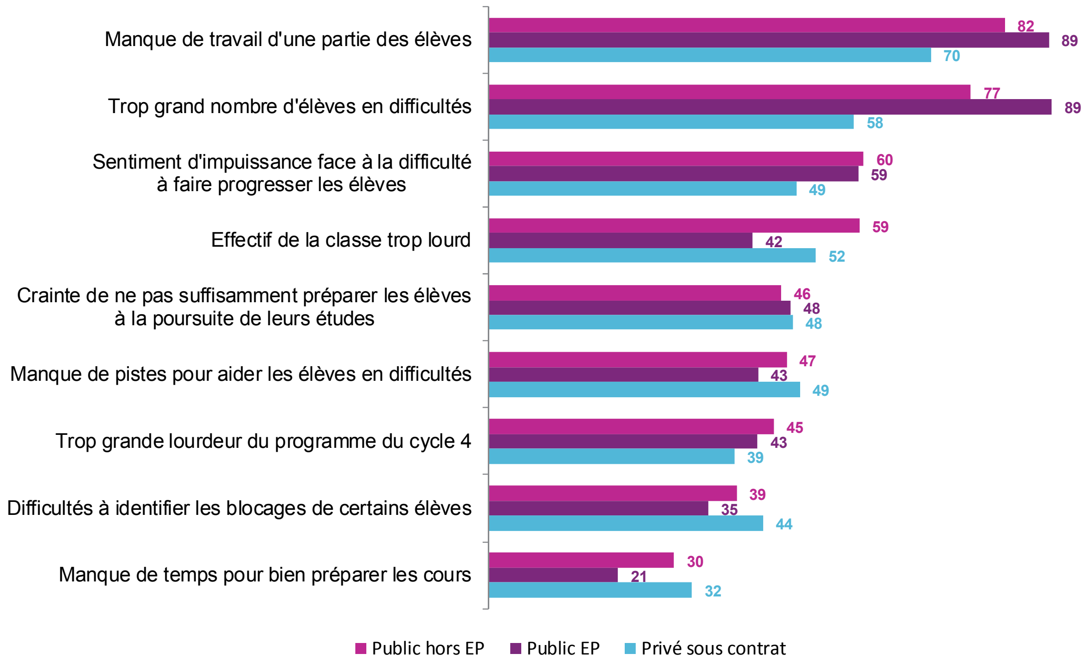
Lecture : 26 % des enseignants de mathématiques en 3e du secteur public hors EP déclarent que plus d'un quart de leurs élèves ont un comportement peu adapté aux règles de la vie de classe.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

Les professeurs de mathématiques ont été interrogés à propos de neuf facteurs susceptibles de rendre difficile leur travail d'enseignant avec leurs élèves de 3e. Ils citent d'abord les facteurs liés au comportement et aux difficultés scolaires de leurs élèves (figure 6). Ainsi, dans le secteur public, plus de huit enseignants sur dix (et jusqu'à neuf sur dix en EP) considèrent que « *le manque de travail en classe d'une partie de [leurs] élèves* » ou que « *le trop grand nombre de [leurs] élèves en difficulté* » sont des facteurs de difficultés. Ces facteurs restent prédominants pour les enseignants exerçant dans le secteur privé, mais sont moins souvent cités (respectivement, 70 % et 58 %). Dans les collèges publics, près de trois enseignants sur cinq évoquent aussi comme facteur de difficulté « *le sentiment d'impuissance face à la difficulté à faire progresser [leurs] élèves* » (contre la moitié des enseignants des collèges privés). Ils sont un sur deux à citer « *la crainte de ne pas suffisamment préparer [leurs] élèves à la poursuite de leurs études* ». Une proportion similaire ajoute également aux facteurs de difficulté le fait de « *manquer de pistes pour aider les élèves en difficulté* ». Ces résultats rejoignent l'un des constats établis par l'enquête EPODE selon lequel la réussite de tous les élèves est une préoccupation majeure des enseignants (Benhaïm-Grosse, Longhi, Monseur *et al.*, 2020). Dans le secteur public hors EP, 59 % des enseignants citent comme facteur de difficulté « *le trop lourd effectif de [leur] classe* ». Les enseignants exerçant en EP ne sont que 41 % à exprimer ce ressenti, sans doute parce que les effectifs de classe y sont réduits (Stéfanou, 2018). En comparaison, les enseignants de mathématiques sont, dans l'ensemble, moins nombreux à considérer comme facteurs de difficulté « *la trop grande lourdeur du programme du cycle 4* » (39 % à 45 % selon le secteur croisé avec l'appartenance ou non à l'EP), « *les difficultés à identifier les blocages de certaines élèves* » (35 % à 44 %) ou « *le manque de temps pour bien préparer les cours* » (21 % à 32 %).

Figure 6. Opinions des enseignants à propos des facteurs rendant difficile leur travail



Lecture : 82 % des enseignants de mathématiques en 3e du secteur public hors EP se déclarent « plutôt d'accord » ou « *tout à fait d'accord* » avec l'affirmation selon laquelle « *le manque de travail d'une partie des élèves peut rendre le travail d'enseignant difficile dans* [leur] *classe* ». Cette proportion atteint 89 % dans le secteur de l'éducation prioritaire.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

3 CARACTÉRISER LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT EN MATHÉMATIQUES

Cette partie décrit les choix pédagogiques et didactiques spécifiques aux contenus mathématiques réalisés par les enseignants. Le choix a été fait de commencer par décrire l'enseignement du calcul littéral puis d'élargir la description à l'organisation pédagogique de l'enseignement et à la prise en compte de l'élève. Les pourcentages commentés sont construits à partir du regroupement, d'une part, des deux niveaux supérieurs des échelles ordinales proposées dans le questionnaire et, d'autre part, des deux niveaux inférieurs de ces mêmes échelles. Par exemple, les pratiques fréquentes correspondent aux réponses « souvent » et « très souvent » et les pratiques peu fréquentes aux réponses « parfois » et « jamais ».

3.1 Premier axe d'analyse : l'enseignement du calcul littéral

Techniques de calcul versus résolution des problèmes : deux aspects qui structurent différemment les séquences en calcul littéral selon les déclarations des enseignants

Le programme de mathématiques de 3^{e} accorde une place particulièrement importante à la résolution de problèmes pour l'apprentissage des mathématiques, et en particulier dans le domaine du calcul littéral. En effet, la résolution de problèmes dans des contextes variés permet d'une part de motiver la production de formules, d'expressions littérales (généralisation) et d'équations (mise en équation) et d'autre part de constituer, d'après les documents d'accompagnement (*Calculer*, 2016)[6], « *un puissant levier pour motiver l'acquisition des techniques de calcul* ». Au-delà des exercices de calcul (développer, factoriser), le programme spécifie explicitement les types de problèmes (modélisation, preuve, mise en équation) à aborder pour donner du sens au calcul littéral et pour qu'il devienne un outil, les différents statuts de la lettre à traiter (variable, inconnue, indéterminée et paramètre), les propriétés à utiliser pour transformer des expressions littérales et équations, ainsi que les règles de conversion d'un registre de représentation à un autre (symbolique, numérique et graphique). Les documents d'accompagnement indiquent enfin qu'il est nécessaire de « *veiller à maintenir un équilibre entre la construction d'automatismes (à travers un entraînement fréquent et régulier en classe ou hors de la classe) et la résolution de problèmes conduisant à mobiliser des stratégies et des techniques de calcul littéral* » (*Utiliser le calcul littéral*, 2016)[7].

Ces indications générales se traduisent de manière variée dans les pratiques enseignantes documentées par l'enquête PRAESCO (figure 7). Pour débuter la séquence sur les expressions algébriques (ou expressions littérales)[8], 61 % des enseignants privilégient la résolution de problèmes en demandant aux élèves de produire des expressions littérales correspondant à des situations diverses (52 %) ou de prouver des propriétés (9 %). Ces types d'activités mobilisent le calcul littéral

---

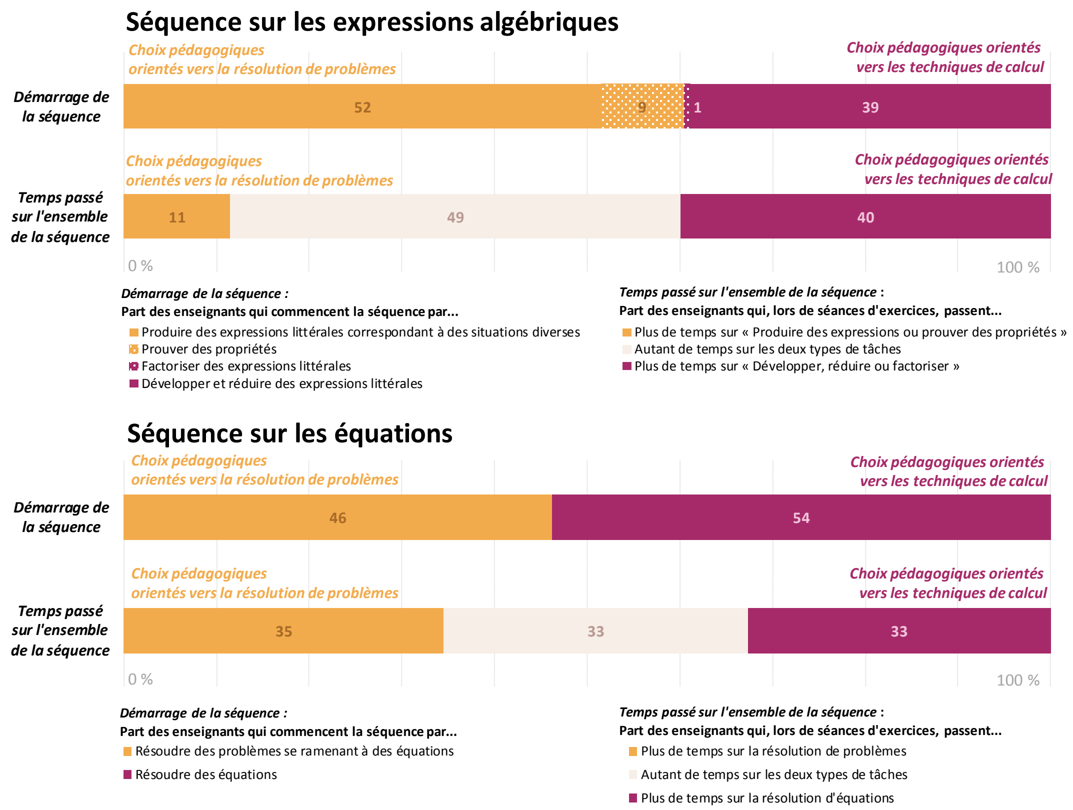
[6] Ressource accessible à cette adresse : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Competences_travaillees/37/0/RA16_C4_MATH_comp_calculer_554370.pdf

[7] Ressource accessible à cette adresse : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Calcul_litteral/35/8/RA16_C4_MATH_nombres_calcul_calcul_litteral_doc_maitre_548358.pdf

[8] Une expression algébrique est formée d'un ensemble de variables et de nombres reliés par des opérateurs mathématiques : exemple, $3y + 5$. Une équation est un énoncé mathématique décrivant une relation d'égalité entre deux expressions, dont au moins une est une expression algébrique : exemple, $3y + 5 = 33$.

comme outil de résolution. Ils sont près de 40 % à privilégier au contraire les techniques de calcul en commençant par des exercices du type « Développer et réduire des expressions littérales ». Le temps passé sur ces deux types d'exercices (la résolution de problèmes *versus* les exercices de calcul) durant l'ensemble de la séquence sur les expressions algébriques témoigne de choix didactiques différenciés (figure 7) : près d'une moitié d'enseignants rapporte consacrer autant de temps à la résolution de problèmes (« produire des expressions ou prouver des propriétés ») qu'au calcul technique (« développer, réduire ou factoriser ») tandis que l'autre moitié opère des choix plus marqués (40 % passent plus de temps sur le calcul et 11 % sur les problèmes). Notons par ailleurs que les enseignants qui entament la séquence par des activités de résolution de problèmes sont aussi ceux qui déclarent passer le plus de temps sur ce type d'exercices au cours de la séquence complète : 67 % d'entre eux déclarent ainsi passer autant ou plus de temps sur les problèmes que sur les exercices de calcul (ils ne sont que 48 % à le faire parmi les enseignants qui introduisent la séquence par des exercices de calcul).

Figure 7. Place de la résolution de problèmes et des techniques de calcul lors de l'organisation de la séquence



Lecture : 52 % des enseignants de mathématiques en classe de 3e commencent la séquence sur les expressions algébriques par « *Produire des expressions littérales correspondant à des situations diverses* ». Il s'agit d'une activité qui est orientée vers la résolution de problèmes puisqu'elle passe par la modélisation et la résolution de problèmes pour introduire le calcul littéral. À l'opposé, 39 % des enseignants commencent cette séquence par « *Développer et réduire des expressions littérales* » privilégiant ainsi le développement des techniques de calcul. En outre, sur l'ensemble de la séquence, 11 % des enseignants passent plus de de temps sur des exercices de résolution de problèmes que sur des exercices de calcul, 49 % passent autant de temps sur les deux types de tâches et 40 % passent plus de temps sur les exercices de calcul.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

Les enseignants ont également été interrogés sur le type d'exercices qu'ils utilisent pour introduire la séquence portant sur les équations : un peu moins d'un enseignant sur deux (46 %) commence par des problèmes de mise en équation, quand 54 % commencent par les exercices techniques de résolution d'équations. Les enseignants se répartissent de manière assez uniforme dans les groupes distinguant les enseignants selon le temps passé sur les différents types d'exercices : ainsi, 35 % rapportent consacrer plus de temps à la résolution de problèmes, 33 % à la résolution d'équations et 33 % autant de temps à ces deux types d'exercices. Enfin, comme pour les expressions littérales, les enseignants qui commencent la séquence par des problèmes de mise en équation sont aussi ceux qui passent le plus de temps, au cours de la séquence, sur des problèmes (43 % *versus* 28 % pour les autres).

Ces moyennes masquent toutefois des disparités selon certaines caractéristiques individuelles : les enseignants contractuels sont ainsi plus nombreux à privilégier l'aspect technique du calcul pour introduire les séquences, qu'il s'agisse de celle sur les expressions algébriques (58 %) ou de celle sur les équations (76 %). À l'opposé, les enseignants déclarant être ou avoir été formateurs (académiques, à l'ESPE ou à l'IUFM, à l'IREM) privilégient largement la résolution de problèmes : ils sont ainsi 75 % à entamer la séquence sur les expressions algébriques par des problèmes et 62 % à faire également ce choix pour la séquence sur les équations.

Lors des mises en situation proposées, une majorité des enseignants interrogés adhèrent à des activités motivant le sens et l'intérêt des expressions littérales et des équations

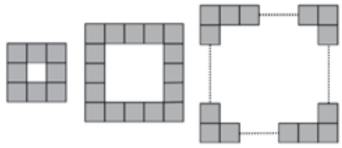
Le document d'accompagnement (*Utiliser le calcul littéral*, 2016) propose des situations d'introduction pour l'enseignement des expressions algébriques et des équations visant à motiver le recours au calcul littéral : un moyen d'aider les élèves à accepter une approche autre que numérique (i.e. utilisant des lettres) est en effet de les « *confronter à des situations révélant les limites des procédures dont ils disposent déjà, basées sur des tâtonnements, des essais-ajustements ou l'utilisation d'un tableur* ». Les situations proposées visent par ailleurs à motiver « *l'intérêt de désigner des quantités ou des grandeurs par des lettres* […]. *Les programmes de calcul constituent à la fois un moyen pertinent pour introduire la notion d'expression littérale puis d'équation, et un intermédiaire entre le volet procédural et le volet structural du calcul littéral* ».

Le questionnaire PRAESCO incluait des mises en situation demandant aux enseignants ce que seraient leurs choix pédagogiques et didactiques dans des situations « fictives » d'enseignement. Ainsi, deux situations d'introduction destinées à commencer le chapitre sur le calcul littéral (figure 8) ont été proposées aux enseignants qui devaient indiquer leur degré d'adhésion pour chacune d'entre elles (les choix n'étant pas mutuellement exclusifs) : 69 % des enseignants ont ainsi choisi la situation motivant le recours à la lettre, adhérant ainsi à une situation de généralisation (situation 1), quand 49 % ont opté pour la situation où la lettre est déjà donnée (situation 2). Les enseignants étaient ensuite interrogés sur les objectifs d'apprentissage associés aux deux situations d'introduction proposées. Une grande majorité d'entre eux considèrent que la situation 1 permet de faire prendre conscience aux élèves du sens et de l'intérêt du calcul : pour près de 9 enseignants sur 10, elle permet de « *revenir sur le statut de la lettre comme nombre généralisé* » et pour 8 sur 10, elle permet de « *montrer que deux expressions sont équivalentes ou non pour revenir sur le contre-exemple et la distributivité* ». Néanmoins, plus de la moitié des enseignants (56 %) considèrent que la situation 2 est « *plus courte et plus facile à mettre en œuvre, ce qui permet d'avoir plus de temps* *pour proposer des exercices techniques* ». Cette proportion s'élève à 78 % parmi les enseignants ayant opté pour cette situation dans la mise en situation relative à l'introduction du chapitre sur le calcul littéral.

Figure 8. Mise en situation : introduction du chapitre sur le calcul littéral

Pour commencer le chapitre sur le calcul littéral, j'ai le choix entre deux situations d'introduction :

Situation 1 :
On considère un carré blanc entouré de carreaux unités gris comme sur les figures ci-dessous. L'objectif est de calculer le nombre de carreaux unités gris.

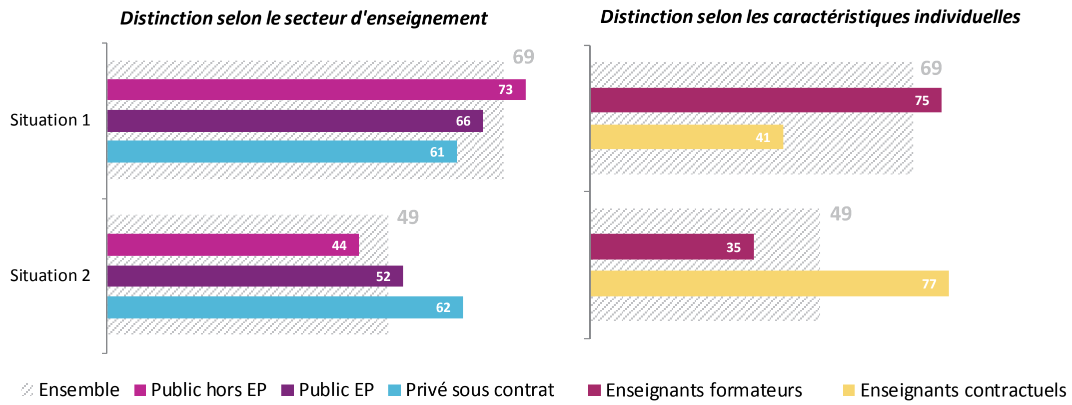


Partie 1 : Production d'une formule

1. Calcule le nombre de carreaux gris lorsque le carré blanc a un côté constitué de 3 carreaux.
2. De même lorsque le carré blanc a un côté constitué de 10 carreaux.
3. De même lorsque le carré blanc a un côté constitué de 100 carreaux.
4. Écris une formule qui permet de calculer le nombre de carreaux gris en fonction du nombre de carreaux constituant un côté du carré blanc.

Partie 2 : Comparaison de formules
Comparer la formule trouvée avec celle de vos camarades.
Avez-vous tous trouvé la même formule ?
Si non, ces différentes formules trouvées sont-elles égales pour tout carré blanc ?

Situation 2 :
Détermine l'aire et le périmètre du rectangle suivant sachant que la longueur est égale au double de la largeur.



Lecture : 73 % des enseignants exerçant dans le secteur public hors EP sont « plutôt d'accord » ou « tout à fait d'accord » avec le choix de la situation 1 comme situation d'introduction. Ils sont 75 % parmi les enseignants étant ou ayant été formateurs à partager cette opinion.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

Le questionnaire PRAESCO incluait également une mise en situation pour commencer la séquence sur la production et la résolution d'équations. Les enseignants devaient se positionner sur la pertinence des activités proposées. Pour montrer la nécessité de produire une équation et de développer une procédure de résolution des équations, 81 % des enseignants interrogés considèrent comme « adaptée » une situation de mise en équation. Seuls 56 % expriment la même opinion pour une situation où l'inconnue est déjà donnée.

Les enseignants contractuels et, dans une moindre mesure, les enseignants n'ayant pas bénéficié d'une formation initiale à l'enseignement des mathématiques sont plus nombreux à privilégier la situation d'introduction considérée comme la moins adaptée aux enjeux d'apprentissage visés. S'agissant de la mise en situation portant sur le calcul littéral (figure 8), 77 % des enseignants contractuels choisissent la situation 2 et seuls 41 % adhèrent à la situation 1 (62 % et 61 %, respectivement, parmi les enseignants déclarant n'avoir pas bénéficié d'une formation initiale à l'enseignement des mathématiques). À l'inverse, les enseignants agrégés sont très nombreux à choisir la situation 1 (83 %). S'agissant de la mise en situation portant sur la production et la résolution d'équations, 85 % des enseignants contractuels (et 69 % des enseignants sans formation initiale) privilégient la situation la moins adaptée (i.e. celle où l'inconnue est déjà donnée). À l'opposé, les enseignants agrégés ou déclarant être ou avoir été formateurs privilégient la situation motivant l'introduction des lettres (respectivement, 87 % et 85 %) par rapport à celle où l'inconnue est déjà donnée (respectivement, 44 % et 38 %). On observe également des écarts de réponse selon le secteur du collège d'exercice et son appartenance ou non à l'éducation prioritaire (figure 8) : ainsi, les enseignants du secteur privé sous contrat et ceux exerçant en EP sont plus nombreux à choisir la situation d'introduction considérée comme la moins adaptée aux apprentissages.

Les tâches complexes sont inégalement mises en place dans l'enseignement des mathématiques

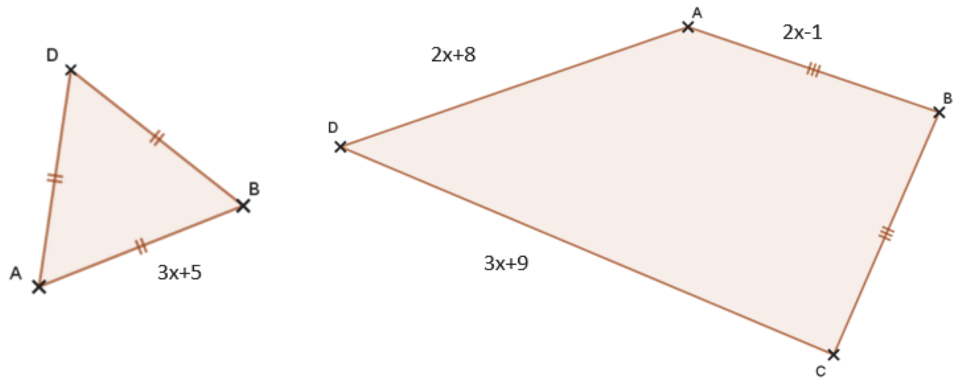
Les activités proposées par les enseignants de mathématiques peuvent reposer sur des exercices de modélisation, de preuve, de mise en équation ou de calcul. Pour l'enseignement portant sur les expressions littérales, trois exercices ont été présentés aux enseignants et il leur a été demandé d'indiquer, pour chacun, la fréquence à laquelle ils donnaient des exercices du même type (figure 9). Plus de 7 enseignants sur 10 (8 sur 10 dans le privé sous contrat) donnent fréquemment des exercices requérant de développer et réduire des expressions, similaires à l'exercice 1 de la figure 9. Ils sont moins nombreux à proposer des exercices plus complexes. Par exemple, ils ne sont que 52 % à proposer fréquemment des exercices de preuve comme dans l'exercice 2 (mais la proportion atteint 61 % parmi les enseignants du privé sous contrat) et 26 %, des exercices du type « Vrai/Faux » comme dans l'exercice 3. Pourtant, selon 70 % des professeurs (mais seulement 61 % en éducation prioritaire), l'exercice 2 de preuve s'appuyant une modélisation préalable n'est pas particulièrement difficile pour les élèves et, selon 78 %, l'exercice 3 permet de déconstruire des erreurs récurrentes.

Figure 9. Types d'exercices pour l'enseignement des expressions littérales

<u>Exercice 1</u> :
Développer et réduire les expressions suivantes :

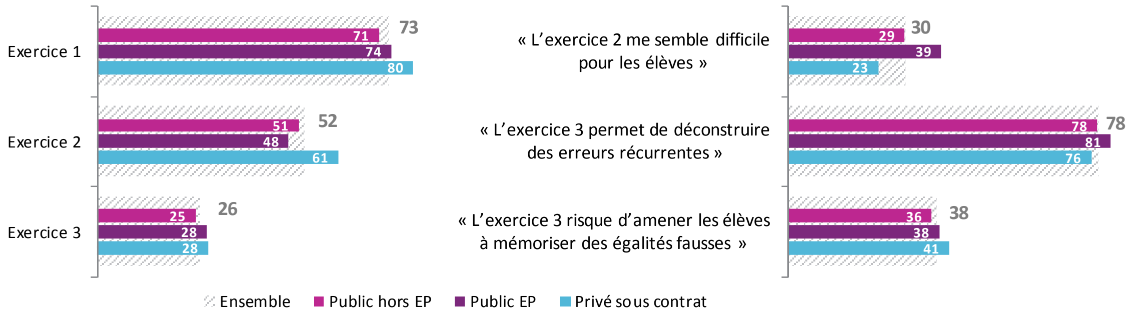
$3(x+5)$	$x(x+11)$	$2x(x+8)$	$(x+5)(x+7)$
$(2x+1)(3x+5)$	$(x-2)(x+7)$	$(x+3)(x-3)$	$(5x+11)(5x-11)$

<u>Exercice 2</u> :
Les figures suivantes ont-elles toujours le même périmètre ?



<u>Exercice 3</u> :
Les égalités suivantes sont-elles toujours vraies ?

	Vraie	Fausse
$4x+5=9x$		
$3x(x+1)=3x^2+1$		
$(x+3)^2=x^2+9$		



Lecture : 71 % des enseignants exerçant dans le secteur public hors EP déclarent donner « souvent » ou « très souvent » à leurs élèves des exercices similaires à l'exercice 1.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).
Source : MENJS-DEPP

Le contexte des activités proposées par les enseignants peut être purement mathématique, s'appuyer sur une ou plusieurs autres disciplines ou des situations de la vie courante. Les enseignants interrogés par PRAESCO sont 87 % à prévoir fréquemment des problèmes basés sur des programmes de calcul, 66 %, des problèmes à support géométrique où il faut trouver une longueur à partir d'une égalité sur des périmètres ou des aires, mais seulement 24 %, des problèmes utilisant des vitesses (notions introduites en cours de physique). En outre, près de 8 enseignants sur 10 rapportent également faire fréquemment travailler les élèves sur des problèmes de la vie courante.

Les ressources d'accompagnement proposent les différentes activités pouvant être menées avec les élèves (*Types de tâches*, 2016)[9] : les « questions flash » pour développer la mémorisation de connaissances et les automatismes de procédures, les activités avec prise d'initiative pour solliciter l'autonomie et l'imagination des élèves et les tâches intermédiaires visant à stabiliser et consolider les savoirs acquis. Chaque type d'activité peut varier en termes de complexité. Les exercices à énoncés ouverts, pour favoriser les prises d'initiative, la recherche et les débats, peuvent être considérés comme des tâches complexes. Près des deux tiers des enseignants (64 %) déclarent ainsi faire « souvent » ou « très souvent » travailler les élèves sur des problèmes pouvant être résolus de plusieurs façons, laissant ainsi l'autonomie aux élèves de proposer leur procédure. Les enseignants ont également été questionnés à propos du type d'énoncés qu'ils proposent habituellement à leurs élèves lorsqu'ils leur demandent de comparer des programmes de calcul (figure 10). Ils sont 76 % à couramment recourir à des énoncés engageant les élèves à établir une conjecture en testant les programmes de calcul sur des nombres, puis à la prouver (comme la formulation 1 de la figure 10). Ils sont aussi 56 % (mais seulement 46 % en EP) à couramment mobiliser des énoncés demandant aux élèves de prouver une assertion (comme la formulation 3), leur laissant ainsi plus d'initiatives. Ils restent néanmoins tout aussi nombreux (55 % dans l'ensemble, mais 65 % en EP et 64 % dans le secteur privé sous contrat) à choisir couramment des énoncés demandant aux élèves d'utiliser une variable (comme la formulation 2), ne leur laissant pas la responsabilité d'engager un raisonnement algébrique pour faire la preuve.

[9] Ressource accessible à cette adresse : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/ressources_transversales/93/8/RA16_C4_MATH_types_de_taches_547938.pdf

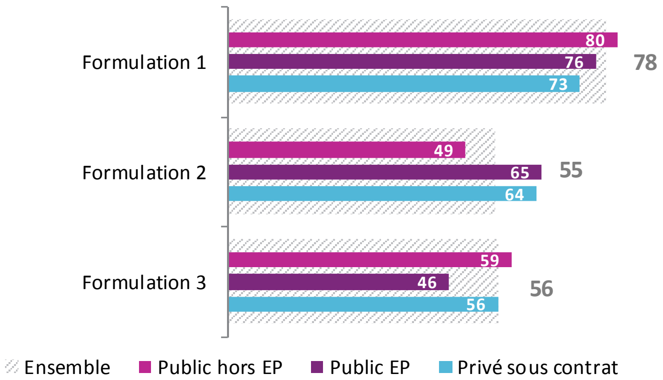
Figure 10. Types d'énoncés pour comparer des programmes de calcul

Avec ma classe de 3e de référence, j'ai revu la propriété de distributivité et je prépare une séance pour amener les élèves à comparer deux programmes de calcul et à déterminer s'ils sont équivalents ou non. Je souhaite choisir un énoncé pour comparer les programmes de calcul A et B ci-dessous.

Programme A	Programme B
- Choisir un nombre - Multiplier par 6 - Additionner 5 - Multiplier par 3	- Choisir un nombre - Multiplier par 9 - Additionner 7 - Multiplier par 2 - Additionner 1

Voici trois formulations d'un énoncé à proposer aux élèves. J'indique mes habitudes concernant chacune d'elles.

Formulation 1	Formulation 2	Formulation 3
1) Teste ces programmes avec les nombres suivants : 4 ; 7 ; -3. 2) Que remarques-tu ? 3) Prouve ce que tu as remarqué.	1) Teste ces programmes sur 3 nombres. 2) On note x le nombre choisi. a) Montre que le nombre obtenu avec le programme A s'écrit $3(6x+5)$. b) Écris l'expression du nombre obtenu avec le programme B. 3) Déduis-en que, quel que soit le nombre choisi, les deux programmes donnent le même résultat.	L'affirmation suivante : « Les programmes A et B sont égaux pour n'importe quelle valeur de x » est-elle vraie ? Prouve-le.



Lecture : 80 % des enseignants exerçant dans le secteur public hors EP sont « plutôt d'accord » ou « tout à fait d'accord » avec la formulation 1 proposée par le questionnaire.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

Des justifications de natures différentes (arguments mathématiques ou bien proches de recettes) cohabitent tant dans le cours que lors des interactions

Le programme de mathématiques de cycle 4 prescrit d'utiliser le calcul littéral pour démontrer un résultat général ainsi que pour valider ou réfuter une conjecture. En pratique, les arguments mobilisés pour justifier un calcul peuvent être soutenus par des propriétés mathématiques (comme la distributivité ou les propriétés de conservation de l'égalité) ou être davantage d'ordre ostensif, c'est-à-dire proches de recettes ou de règles, soutenus par le langage courant (comme « *passer* » et « *regrouper* »), par des analogies (« *ajouter des pommes et des poires* ») ou encore par des signes (comme des flèches ou des couleurs). Ces arguments peuvent s'avérer inopérants pour des calculs plus complexes, et ne favorisent pas un raisonnement mathématique (*Mathématiques et maîtrise de la langue*, 2016)[10]. Les enseignants ont été interrogés sur leur recours à chacun de ces types d'arguments lors de différentes mises en situation (trace écrite, exercices et reformulation orale) portant sur la propriété de la distributivité ou la résolution d'équations.

Pour la propriété de la distributivité, il était proposé trois façons de l'exprimer dans un cours (figure 11) : au-delà de la définition de « développer une expression littérale », la première reposait sur l'explicitation pas-à-pas du développement à partir de l'exemple d'une expression sans formuler la propriété, la seconde sur la formulation d'une règle appuyée sur deux cas dont l'application est représentée à l'aide de flèches puis de deux exemples, la troisième sur une définition de « développer une expression littérale » faisant référence à l'usage de la propriété de distributivité, une formulation de la propriété mathématique à l'aide de quantificateurs et une illustration sur deux exemples. Pour chacune, les répondants étaient invités à se positionner en indiquant s'ils étaient d'accord ou non avec son utilisation dans le cadre de leur enseignement. Près de 9 enseignants sur 10 optent pour le choix de la formulation ostensive mobilisant des flèches (formulation 2). La formulation de la propriété mathématique (formulation 3) n'est retenue que par un enseignant sur deux. Une proportion similaire (46 %) opte pour la formulation du développement fondée sur un exemple (formulation 1).

Lors des exercices dont la consigne est « *Développer et réduire l'expression suivante ou factoriser* », 72 % des enseignants demandent fréquemment à leurs élèves de 3^{e} d'analyser la structure de l'expression littérale, ce qui suggère un recours à des arguments mathématiques. Mais quand on leur demande de quelle façon ils font écrire à leurs élèves une définition pour « *réduire une expression* », ils restent très nombreux à sélectionner les formulations utilisant le langage courant qui n'indique pas comment on raisonne. Par exemple, 62 % choisissent la définition « *Réduire une expression littérale, c'est regrouper les termes par famille* » et 72 %, « *Réduire une expression littérale revient à l'écrire avec le moins de termes possibles* ». On constate des écarts selon les caractéristiques individuelles des enseignants : ainsi, la définition « *Réduire une expression littérale, c'est regrouper les termes par famille* » est davantage retenue par les enseignants contractuels (84 %), les enseignants n'ayant pas bénéficié d'une formation initiale à l'enseignement des mathématiques (70 %) et ceux ayant moins de 10 ans d'ancienneté (68 %). À l'inverse, les enseignants ayant une expérience de formateur sont nettement moins nombreux (47 %) à opter pour ce type de définition.

[10] Référence accessible ici : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Ressources_transversales/99/6/RA16_C3C4_MATH_math_maitr_lang_N.D_600996.pdf

Figure 11. Mise en situation : façons d'exprimer la distributivité dans le cours

Formulation 1

Développer un produit de facteurs

Définition : développer un produit de facteurs

Développer un produit de facteurs, c'est l'écrire sous la forme d'une somme ou d'une différence de termes en utilisant la distributivité de la multiplication et en simplifiant.

Exemple :

$A = 4(3x + 2)$ ← 4 est le facteur commun

$A = 4 \times 3x + 4 \times 2$ ← On développe le produit.

$A = 12x + 8$ ← On simplifie l'écriture.

Formulation 2

Développer un produit avec la simple distributivité

Définition

Développer, c'est transformer un produit en somme ou différence.

Règle

k, a et b désignent des nombres.

$k(a + b) = ka + kb$

Exemple :

$A = 4(3x + 2)$

$A = 4 \times 3x + 4 \times 2$

$A = 12x + 8$

$k(a - b) = ka - kb$

Exemple :

$A = 5(2x - 4)$

$A = 5 \times 2x - 5 \times 4$

$A = 10x - 20$

Formulation 3

Développer, factoriser et réduire des expressions littérales

Distributivité

Propriété

Pour tous nombres a, b et k, on a $k(a + b) = ka + kb$

Définition

Développer une expression littérale, c'est utiliser la distributivité pour transformer un produit en somme (ou en différence).

Exemple :

$A = 4(3x + 2)$

$A = 4 \times 3x + 4 \times 2$

$A = 12x + 8$

Définition

Factoriser une expression littérale, c'est utiliser la distributivité pour transformer une somme (ou une différence) en un produit. Pour cela, on doit trouver un facteur commun.

Exemple :

$B = 20x - 15$

$B = 5 \times 4x - 5 \times 3$

$B = 5(4x - 3)$

Pour la résolution d'équations, l'enquête proposait deux formulations aux enseignants (figure 12) : ces derniers devaient indiquer leur degré d'adhésion s'agissant de la pertinence de chacune d'elles comme trace écrite ou reformulation orale. À l'écrit, 83 % déclarent adhérer à la formulation 1 énonçant la propriété de conservation de l'égalité et seuls 42 % à la formulation 2 mobilisant des conseils d'ordre ostensif, comme « *On se débarrasse du terme…* » (la proportion s'élève à 49 % parmi les enseignants exerçant en EP, tandis qu'elle s'établit à 35 % parmi les enseignants exerçant dans les collèges privés sous contrat). À l'oral, c'est l'inverse, les professeurs privilégieraient davantage la formulation 2 (78 %) par rapport à la formulation 1 (51 %).

Figure 12. Mise en situation : formulations à propos de la résolution d'équations

Formulation 1

Propriété admise

Une égalité reste vraie lorsqu'on ajoute (ou qu'on soustrait) un même nombre à chacun de ses membres.

a, b et c désignent des nombres relatifs.

- Si a = b, alors a + c = b + c
- Si a = b, alors a – c = b – c

Exemples

- On a l'égalité : $x - 5 = 4$

On ajoute 5 à chacun de ses membres.

$x - 5 + 5 = 4 + 5$

On obtient l'égalité : $x = 9$

- On a l'égalité : $x + 7 = -3$

On soustrait 7 à chacun de ses membres.

$x + 7 - 7 = -3 - 7$

On obtient l'égalité : $x = -10$

Formulation 2

Enoncé Résoudre $6x + 12 = 9x - 22$

Solution

① $6x + 12 - 6x = 9x - 22 - 6x$

$12 = 3x - 22$

② $12 + 22 = 3x - 22 + 22$

$34 = 3x$

③ $34 : 3 = 3x : 3$

$\frac{34}{3} = x$

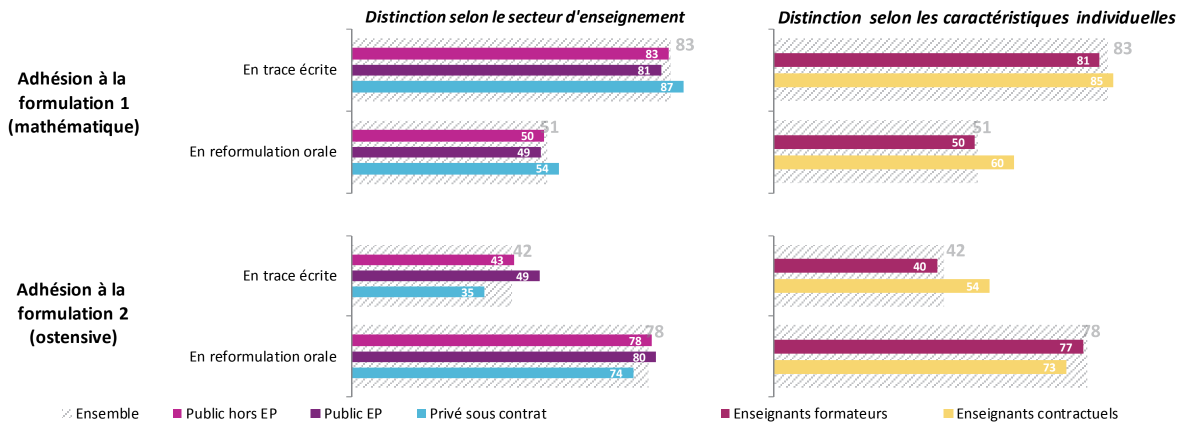
La solution de l'équation $6x + 12 = 9x - 22$ est $\frac{34}{3}$.

Conseils

① On se débarrasse du terme en x dans l'un des deux membres.

② On se débarrasse du terme constant dans le membre où il reste le terme en x.

③ On se débarrasse du facteur de x.



Lecture : 83 % des enseignants exerçant dans le secteur public hors EP se déclarent « plutôt d'accord » ou « tout à fait d'accord » avec la formulation 1 comme trace écrite. Ils sont 81 % à partager cet avis parmis les enseignants ayant été ou étant formateurs.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

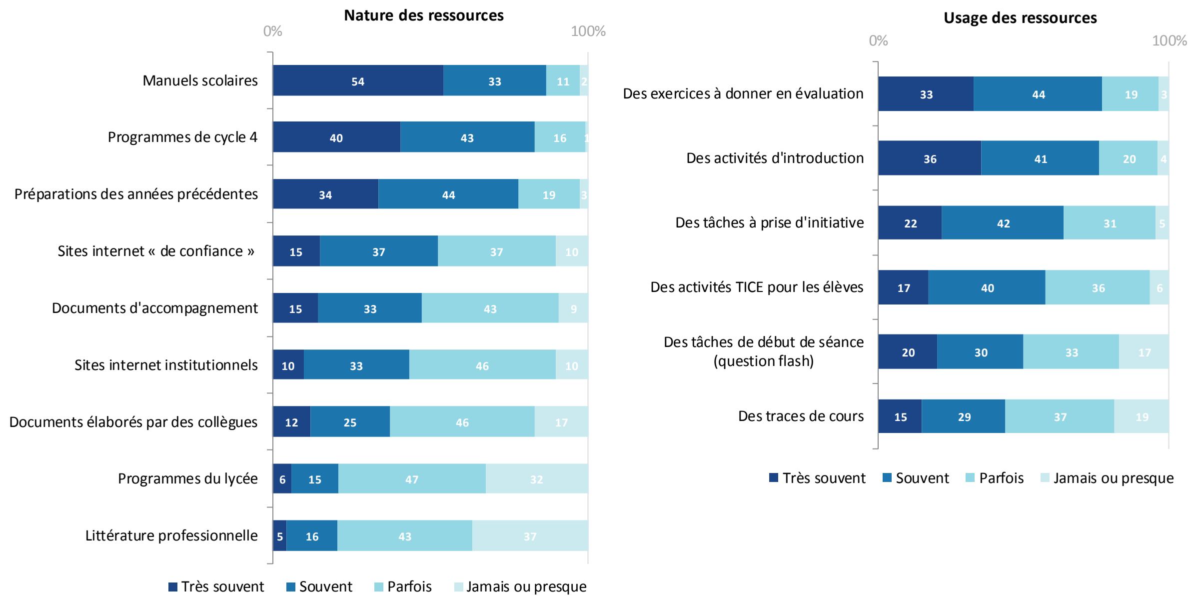
La coexistence d'arguments mathématiques et d'arguments ostensifs apparaît aussi lors des interactions entre enseignants et élèves. Lorsqu'ils se trouvent face à une réponse fausse d'un élève lors d'un exercice de calcul littéral, plus de 6 enseignants sur 10 (64 %) rapportent donner fréquemment des indications du type « *On n'ajoute pas des poires et des pommes* ». La proportion est plus élevée parmi les enseignants contractuels (81 %), ceux ayant moins de 10 ans d'ancienneté (75 %) et ceux exerçant en EP (69 %) et est, au contraire, plus faible parmi les enseignants ayant une expérience de formateur (48 %). Les trois quarts des enseignants interrogés considèrent que cette justification est concrète pour les élèves. La moitié seulement des enseignants rapportent également fréquemment proposer à l'élève, dont la réponse est fausse, de la tester avec un exemple numérique. Ils sont encore moins nombreux à utiliser fréquemment des indications demandant à l'élève d'utiliser la propriété de distributivité (21 % en moyenne, mais 39 % parmi les enseignants contractuels) ou soulignant la priorité opératoire (39 % en moyenne, mais seulement 25 % parmi les enseignants contractuels). Lorsqu'ils sont confrontés à la réponse erronée d'un élève lors d'un exercice de résolution d'équation (l'élève écrit $x = 12$ après avoir posé $3x = 15$), les enseignants sont plus nombreux à donner des indications mobilisant des formulations mathématiques : ainsi, 58 % proposent à l'élève de tester si sa réponse vérifie l'égalité initiale et 68 % attirent son attention sur la distinction entre l'addition et la multiplication. Seul un quart des enseignants utilisent un argument ostensif en lui demandant « *comment on passe 3 de l'autre côté* », mais cette proportion double parmi les enseignants contractuels (48 %). À l'inverse, elle baisse à 14 % parmi les enseignants étant ou ayant été formateurs.

3.2 Deuxième axe d'analyse : l'organisation globale de l'enseignement

Des ressources consultées et utilisées de façon contrastée

Les enseignants ont été questionnés à propos de la fréquence à laquelle ils consultent et utilisent certaines ressources pour la préparation de leurs séquences et séances de mathématiques à destination de leurs élèves de 3e (figure 13). Plus de 8 enseignants sur 10 indiquent consulter fréquemment les programmes de cycle 4, mais moins d'un enseignant sur 2 consultent « souvent » ou « très souvent » les documents d'accompagnement qui apportent pourtant des indications essentielles sur le choix de situations, la gestion de ces situations en classe et la nature des objets mathématiques travaillés. Les programmes de lycée sont moins souvent consultés par les enseignants. Pour préparer leur enseignement, plus des trois quarts des enseignants interrogés (78 %) mobilisent également couramment leurs préparations des années précédentes et une part encore plus importante (87 %) a fréquemment recours aux manuels scolaires. Les sites Internet sont en comparaison moins utilisés : 52 % des enseignants consultent fréquemment les sites considérés comme « de confiance » ; la part tombe à 43 % pour les sites institutionnels. Moins de 2 enseignants sur 5 consultent fréquemment des documents élaborés par leurs collègues. La littérature professionnelle apparaît comme la ressource la moins utilisée par les enseignants pour la conception de leur enseignement (seuls 21 % des enseignant y ont recours fréquemment, et ils sont plus nombreux (37 %) à n'y avoir jamais ou presque recours). Les enseignants ayant une expérience de formateur sont plus nombreux à s'appuyer fréquemment sur les documents d'accompagnement (64 %) et la littérature professionnelle (33 %) ; ils sont ceux qui ont le moins souvent recours aux manuels scolaires pour la préparation de leurs séquences et séances de mathématiques (77 %).

Figure 13. Nature et usage des ressources mobilisées lors de la préparation des séquences



Lecture : 54 % des enseignants de mathématiques en 3[e] déclarent utiliser « très souvent » des manuels scolaires lors de la préparation de leurs séquences et séances de mathématiques. Lorsqu'ils consultent des ressources, 33 % le font « très souvent » pour trouver des exercices à donner en évaluation.

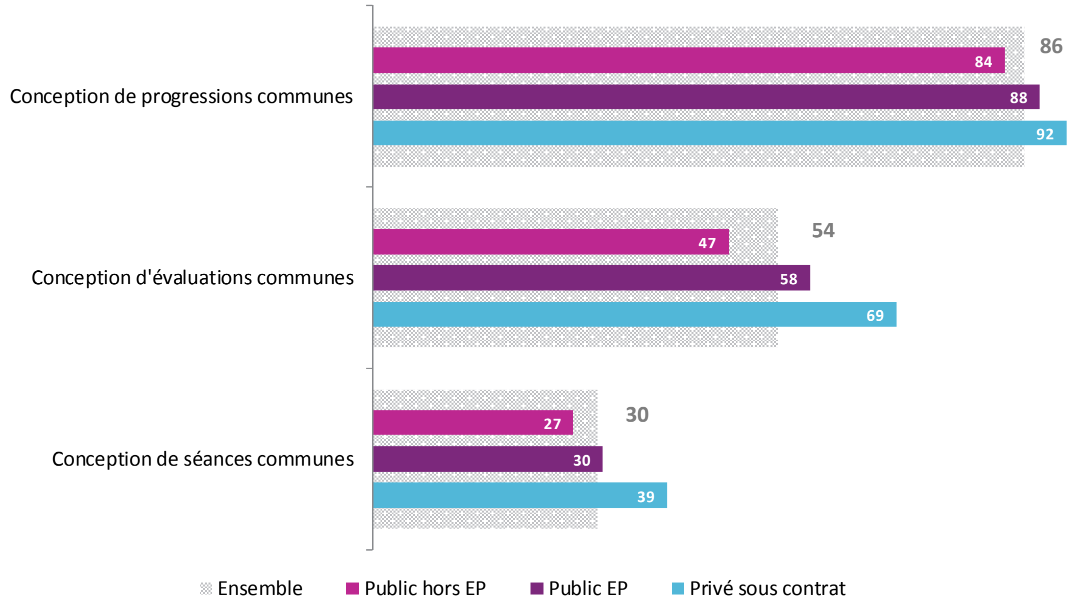
Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3[e] en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

L'enquête PRAESCO permet aussi de décrire les principales motivations des enseignants lorsqu'ils consultent différentes ressources (manuels, sites Internet, revues, etc.) pour la préparation de leur enseignement (figure 13). Plus des trois quarts (77 %) consultent les ressources fréquemment pour trouver des activités d'introduction ou pour trouver des exercices à donner en évaluation. Ils sont 64 % à rechercher fréquemment des tâches (complexes) à prise d'initiative, 57 %, des activités pour les élèves mobilisant les technologies numériques, 50 %, des tâches de début de séance (questions flash) et 44 %, des traces de cours.

La grande majorité des enseignants (86 %) travaillent « souvent » ou « très souvent » avec leurs collègues professeurs de mathématiques au sein de leur collège pour élaborer des progressions communes, mais le travail en équipe régulier est plus limité s'agissant de la conception d'évaluations communes (54 %) ou de séances communes (30 %). On note toutefois des écarts selon le secteur du collège et l'appartenance à l'éducation prioritaire (figure 14) : ainsi, 69 % des enseignants exerçant dans le privé et 58 % de ceux exerçant en EP conçoivent régulièrement des évaluations communes ; 39 % des enseignants exerçant dans le privé conçoivent également régulièrement des séances communes.

Figure 14. Part des enseignants déclarant travailler fréquemment avec leurs collègues, selon le type de collège



Lecture : 86 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent travailler « souvent » ou « très souvent » avec leurs collègues professeurs de mathématiques pour concevoir des progressions communes. Cette proportion atteint 92 % dans le secteur privé.

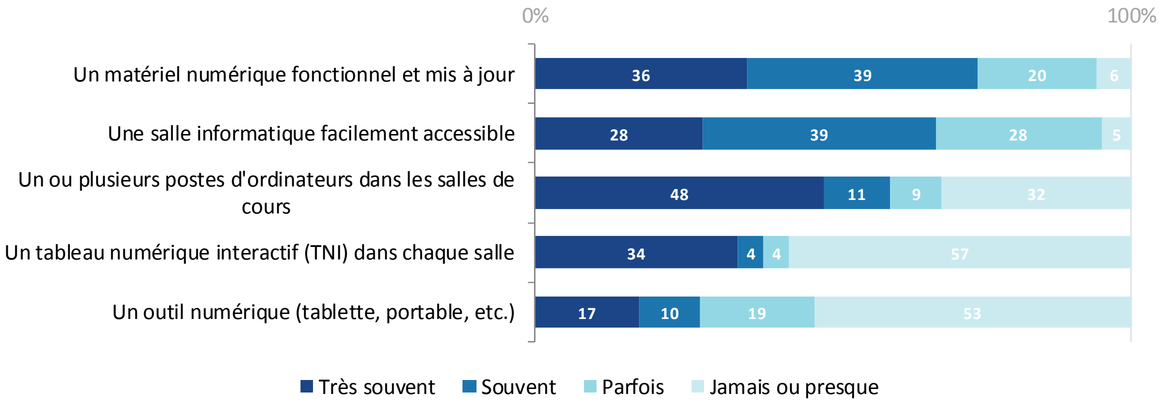
Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

Face aux outils numériques, la calculatrice demeure l'outil privilégié pour faire travailler les élèves

Les enseignants ont précisé de quel matériel numérique ils disposaient fréquemment dans leur salle de classe (figure 15) : 75 % rapportent avoir « souvent » ou « très souvent » un matériel fonctionnel et mis à jour, 67 %, avoir « souvent » ou « très souvent » accès à une salle informatique, 59 %, avoir « souvent » ou « très souvent » un ou plusieurs ordinateurs dans la salle de cours, 38 %, avoir « souvent » ou « très souvent » un tableau numérique interactif (TNI) et 27 %, avoir « souvent » ou « très souvent » un équipement numérique mobile (tablette ou ordinateur portable).

Figure 15. Équipements numériques disponibles pour faire classe

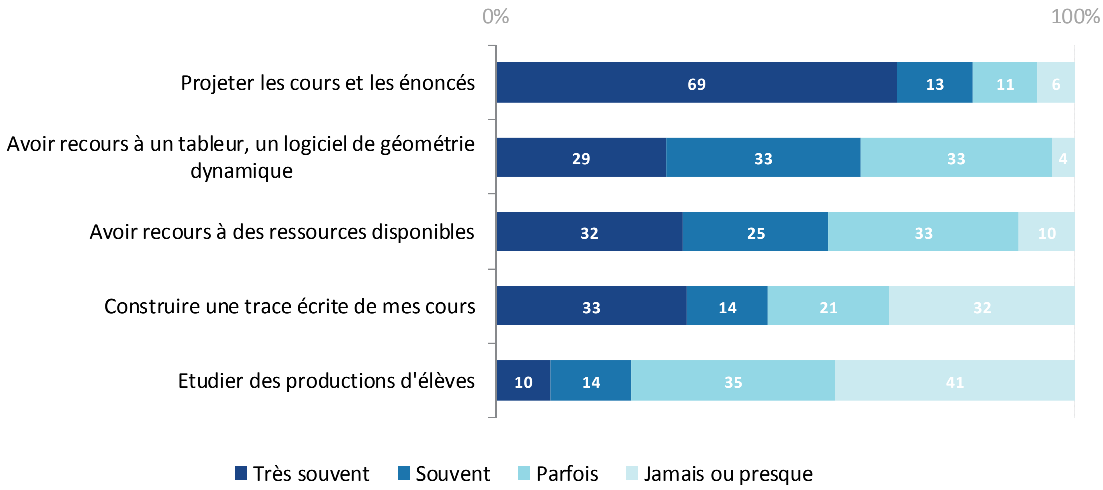


Lecture : 36 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent disposer « très souvent » dans leur classe d'un matériel numérique fonctionnel et mis à jour.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).
Source : MENJS-DEPP

Les enseignants utilisent un vidéoprojecteur, un TNI ou un visualiseur, à des fins variées (figure 16) : pour projeter des cours et des énoncés (82 % de réponses « souvent » ou « très souvent »), avoir recours à un logiciel (62 %) ou à des ressources (57 %), ou encore construire une trace écrite (47 %). Les enseignants sont en revanche moins nombreux à fréquemment utiliser ces outils pour étudier les productions d'élèves (24 %).

Figure 16. Usages par les enseignants du vidéoprojecteur, TNI ou visualiseur

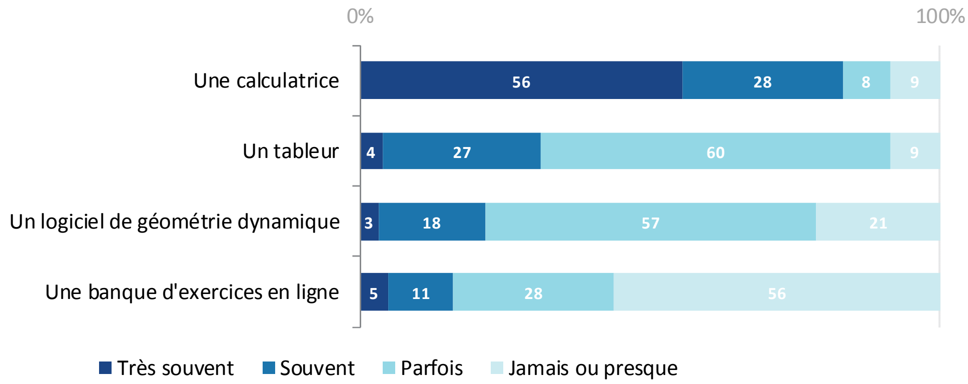


Lecture : 69 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent utiliser le vidéoprojecteur, TNI ou visualiseur « très souvent » pour projeter les cours et énoncés à leur classe.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).
Source : MENJS-DEPP

Les enseignants utilisent peu la salle informatique disponible dans leur collège : ils ne sont que 29 % à la fréquenter avec leur classe au moins tous les 15 jours. Les élèves sont donc peu souvent amenés à utiliser les outils numériques (figure 17) : 31 % des enseignants font fréquemment utiliser un tableur par les élèves, 21 %, un logiciel de géométrie dynamique et 16 %, une banque d'exercices en ligne. En outre, 26 % des enseignants rapportent s'assurer que les élèves savent utiliser un solveur d'équations avant d'aborder la production et la résolution d'équations. La calculatrice, certainement plus facile d'accès, semble être le support technologique privilégié pour l'enseignement des mathématiques (83 % des enseignants demandent à leurs élèves de l'utiliser fréquemment)[11].

Figure 17. Usages par les élèves des outils numériques



Lecture : 56 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent faire « *très souvent* » travailler leurs élèves avec une calculatrice.
Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).
Source : MENJS-DEPP

Les modalités de travail en classe font alterner des temps individuels et collectifs, mais certaines pratiques ne favorisent pas le développement de l'autonomie des élèves

Les ressources d'accompagnement incitent à laisser plus d'autonomie à l'élève au cycle 4. La mise en œuvre des activités doit « *ménager à la fois des temps de recherche et d'expérimentation permettant de formuler des conjectures, des temps de mise en commun et d'argumentation* » (*Raisonner*, 2016)[12]. Le temps de recherche est « *essentiel[le] en mathématiques* » et doit être suffisant pour que les élèves prennent « *le risque d'essayer, de se tromper, d'identifier [leur] erreur* » (*Chercher*, 2016)[13]. Dans le cas d'activités permettant à l'élève de décider de sa propre procédure de résolution, « *la mise en commun et la confrontation des différentes solutions, les échanges et les débats qu'elles ne manqueront pas de susciter se substituent alors à une correction qui consisterait à valider la solution experte* » (*La différenciation pédagogique*, 2016)[14]. Les documents institutionnels (*La différenciation*

---

[11] Ce résultat prolonge ceux obtenus par Grugeon-Allys et Grapin (2020) dans le cadre d'une étude qualitative.
[12] Ressource accessible ici : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Competences_travaillees/83/6/RA16_C4_MATH_raisonner_547836.pdf
[13] Ressource accessible ici : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Competences_travaillees/12/5/RA16_C4_MATH_chercher_552125.pdf
[14] Ressource accessible ici :

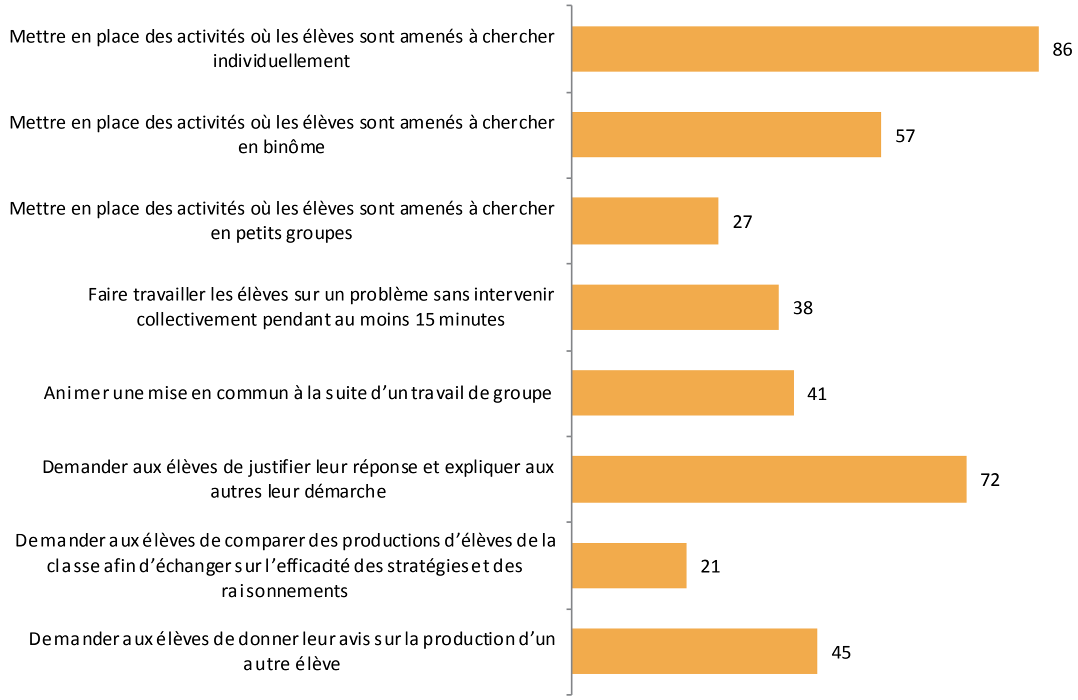
pédagogique, 2016 ; *Communiquer à l'écrit et à l'oral*, 2016) préconisent ainsi des situations de communication diversifiées, parmi lesquelles des « *échanges pour s'assurer de la compréhension d'un énoncé* », l'« *organisation d'un débat entre élèves ou groupes d'élèves pour confronter des pistes de résolution d'un problème* », la « *présentation d'une solution* », ou encore le « *compte rendu de l'avancée d'un travail réalisé en petits groupes* ».

Les enseignants ont été interrogés à propos de l'organisation des temps de recherche, de mise en commun et de confrontation, dont les modalités sont susceptibles de responsabiliser les élèves et de favoriser leur autonomie (figure 18). Lors de la résolution de problèmes, la modalité de travail mise en œuvre le plus fréquemment pendant le temps de recherche est le travail individuel (86 %). Les modalités moins fréquentes sont celles où les élèves cherchent avec leurs camarades de classe : le travail en binôme est fréquemment mis en œuvre par 57 % des enseignants et le travail en petits groupes par seulement 27 % d'entre eux. Malgré la place du travail individuel dans le temps de recherche, il convient de noter que seuls 38 % des enseignants déclarent laisser fréquemment les élèves travailler sur la résolution d'un problème pendant au moins 15 minutes sans intervenir collectivement. À la suite d'un travail de groupe, à peine plus de deux enseignants sur cinq animent « souvent » ou « très souvent » une mise en commun. Lors des temps collectifs, 72 % des enseignants demandent régulièrement aux élèves de justifier leur réponse et d'expliquer aux autres leur démarche. Ils ne sont que 45 % à demander fréquemment aux élèves de donner leurs avis sur la production d'un autre élève et 21 % à leur demander « souvent » ou « très souvent » de comparer des productions d'élèves de la classe qu'ils ont sélectionnées, afin de les amener à échanger sur l'efficacité de certaines stratégies ou raisonnements. Ces résultats suggèrent que certaines pratiques laissent peu de place au développement de l'autonomie et à la prise de responsabilité des élèves.

---

https://cache.media.eduscol.education.fr/file/ressources_transversales/93/4/RA16_C4_MATH_ladifferentiation_pedagogique_547934.pdf

Figure 18. Usages par les élèves des outils numériques



Lecture : 86 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent « souvent » ou *« très souvent »* mettre en place des activités où les élèves sont amenés à chercher individuellement.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).
Source : MENJS-DEPP

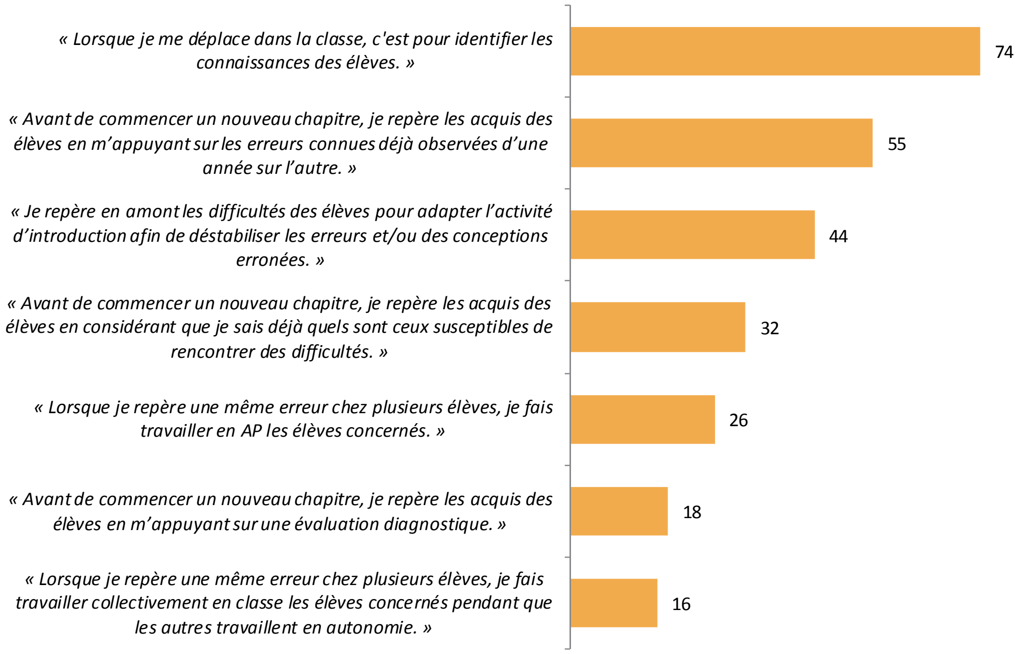
L'évaluation diagnostique pour repérer des prérequis, des conceptions, des erreurs des élèves occupe une faible place au sein des pratiques déclarées

Le document d'accompagnement relatif aux pratiques d'évaluation (Ressources pour l'évaluation en mathématiques, 2016)[15] rappelle que la dimension sommative de l'évaluation (au terme d'un processus d'enseignement) doit s'articuler à une stratégie d'évaluation plus large, comportant d'autres volets, tels que l'évaluation diagnostique notamment (au début d'une séquence d'enseignement) et l'évaluation formative (en cours d'activité). Concernant ces deux derniers volets, le document d'accompagnement intitulé *Différentiation pédagogique* (2016) précise que « *le repérage, l'identification et le traitement des blocages et des erreurs constituent à la fois pour l'élève un levier pour progresser dans ses apprentissages et pour le professeur un appui pour réguler son enseignement* ».

Lorsqu'ils se déplacent dans la salle de classe pour suivre le travail des élèves, les enseignants sont très nombreux à déclarer le faire fréquemment afin de repérer les erreurs des élèves (96 %) et d'identifier leurs connaissances (74 %) (figure 19).

[15] Ressource accessible ici : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/mathematiques/33/1/EV16_C4_Maths_Situations_evaluation_690331.pdf

Figure 19. Pratiques d'évaluation diagnostique



Lecture : 74 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent que le but de leurs déplacements en classe est « souvent » ou « très souvent » l'identification des connaissances des élèves.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

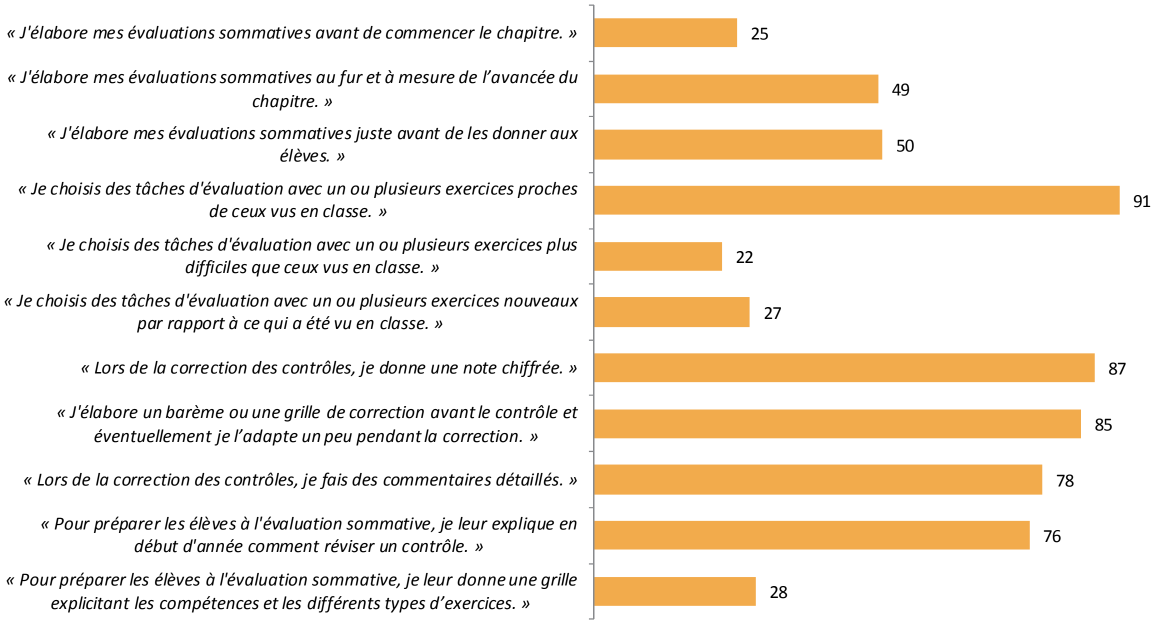
Source : MENJS-DEPP

En revanche, ils sont moins d'un sur cinq (18 %) à s'appuyer fréquemment sur une évaluation diagnostique afin de repérer les acquis des élèves avant de commencer un nouveau chapitre (la proportion est plus élevée parmi les enseignants contractuels et ceux exerçant dans le secteur privé, 38 % et 23 % respectivement). À cet égard, il convient toutefois de souligner que plus d'un enseignant sur deux choisit régulièrement la première activité du chapitre afin qu'elle joue le rôle de diagnostic (56 %) et dit régulièrement repérer en amont les difficultés et besoins des élèves afin de proposer des exercices spécifiques (en classe ou à la maison) qui stabilisent les prérequis (53 %). Ils sont tout aussi nombreux (55 %) à rapporter s'appuyer « souvent » ou « très souvent » sur les erreurs connues déjà observées d'une année sur l'autre. Près d'un tiers des enseignants dit également repérer fréquemment les acquis des élèves grâce ce qu'ils savent ou pensent savoir a priori des difficultés de leurs élèves.

L'évaluation sommative est peu anticipée dans la préparation des enseignants et présente peu les objectifs d'évaluation aux élèves

Les enseignants anticipent assez peu l'élaboration des énoncés de l'évaluation sommative puisque seulement un quart d'entre eux conçoit fréquemment ce type d'évaluation avant de commencer le chapitre (avec des modifications éventuelles ensuite) (figure 20). La moitié des enseignants rapporte élaborer fréquemment les énoncés des évaluations sommatives au fur et à mesure de l'avancée du chapitre ou juste avant de les donner aux élèves.

Figure 20. Pratiques d'évaluation sommative



Lecture : 25 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent élaborer « souvent » ou « très souvent » leurs évaluations sommatives avant de commencer le chapitre.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

Une minorité (9 %) déclare recourir « souvent » ou « très souvent » aux évaluations proposées l'année précédente. La préparation des élèves à l'évaluation se fait principalement par des conseils d'ordres généraux (76 % des enseignants indiquent expliquer aux élèves en début d'année comment réviser pour un contrôle) et peu par un accompagnement spécifique aux contenus évalués. Pour un thème mathématique donné, seuls 28 % des enseignants fournissent fréquemment aux élèves une grille explicitant les compétences et les différents types d'exercices associés. Ainsi le « contrat » d'évaluation sommative semble peu expliciter aux élèves les objectifs d'apprentissage et le travail personnel à réaliser. Les évaluations sommatives contiennent généralement des exercices proches de ceux vus en classe (pour 91 % des enseignants interrogés). Moins de trois enseignants sur dix incluent fréquemment des exercices nouveaux (type d'exercice, contexte, etc.) par rapport à ce qui a été vu en classe (27 %), ou plus difficiles (22 %). Pour corriger les copies de contrôle de leurs élèves, la grande majorité des enseignants élabore fréquemment un barème ou une grille de correction avant de donner l'évaluation (85 %) et attribue fréquemment une note chiffrée (87 %). Ils sont également très nombreux à faire fréquemment des commentaires détaillés permettant de comprendre les erreurs tout au long de la copie de chaque élève (78 %).

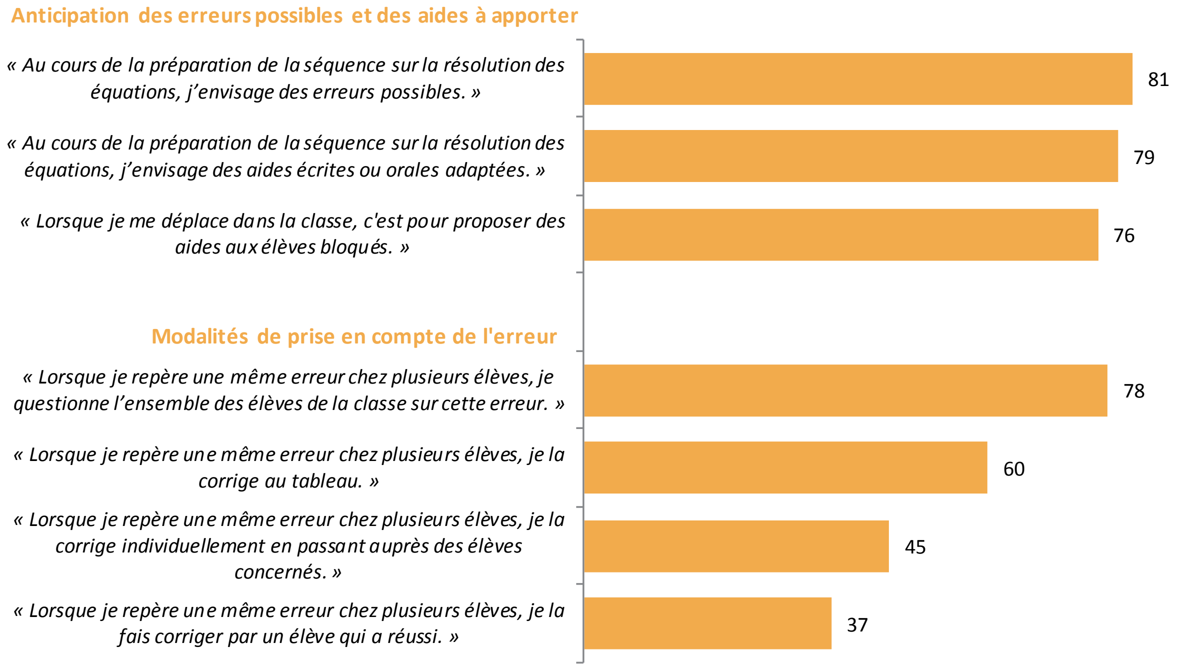
3.3 Troisième axe d'analyse : la prise en compte de l'élève

Une volonté de repérer les procédures et les erreurs mais des moyens limités pour les traiter

Selon le document d'accompagnement *Différenciation pédagogique* (2016), l'erreur ne doit pas être perçue comme une « *faute* » de l'élève, mais comme une étape « *inhérent[e] à l'apprentissage* ». Les stratégies d'enseignement doivent permettre de traiter les blocages ou les erreurs des élèves pour en faire de « *véritable[s] levier[s] de progrès* ». Cela passe notamment par « *l'explicitation par l'élève du cheminement qui l'a amené à produire une erreur* » et la conception d'« *activités permettant à chacun d'apporter sa propre solution, en faisant appel à ses propres procédures* ». La mise en commun et la confrontation des différentes procédures lors d'échanges et de débats se substituent à une correction qui présente « la bonne réponse » ou à des échanges où « *la participation de l'élève se limite[rait] à répondre à des questions fermées appelant des réponses très brèves* » (*Communiquer à l'écrit et à l'oral*, 2016).

Au cours de la préparation de la séquence sur la résolution des équations, environ 80 % des enseignants déclarent fréquemment envisager les erreurs possibles, ainsi que des aides (orales ou écrites) adaptées à ces erreurs (figure 21).

Figure 21. Prise en compte de l'erreur



Lecture : 81 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent envisager « souvent » ou « très souvent » les erreurs possibles lors de la préparation de la séquence sur la résolution des équations.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

Lorsqu'ils se déplacent dans la salle de classe pour suivre le travail des élèves, les enseignants sont en effet très nombreux (76 %) à déclarer le faire fréquemment afin de proposer des aides à ceux qui sont bloqués (*via* d'autres supports et documents). Les modalités de prise en compte des erreurs constatées au cours d'une séance d'exercices sont variées : 78 % des enseignants questionnent fréquemment l'ensemble des élèves de la classe à propos de ces erreurs et 60 % les corrigent eux-mêmes au tableau « souvent » ou « très souvent ». Ils ne sont que 45 % à intervenir fréquemment individuellement en passant auprès des élèves concernés par les erreurs et 37 % à faire corriger fréquemment une erreur constatée dans un exercice par un élève qui l'a réussi. Une plus faible part encore rapporte faire fréquemment travailler collectivement en classe les élèves concernés par ces erreurs pendant que les autres travaillent en autonomie (26 %) ou faire travailler fréquemment en aide personnalisée ces mêmes élèves (16 %).

Une mise en situation a été proposée aux enseignants : ils devaient indiquer la fréquence avec laquelle ils mettent en œuvre des déroulements de correction similaires à ceux proposés à la figure 22.

Figure 22. Mise en situation : degré d'adhésion avec différents déroulements de correction

Voici un exercice posé en classe de 3e :
Développer et réduire l'expression suivante : $(5x - 6)(2x + 3)$

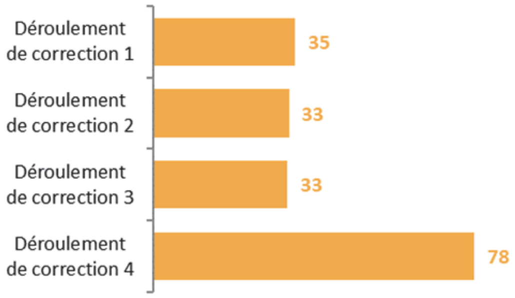
Voici quatre propositions de déroulement de la correction au tableau de ce type d'exercice.

Déroulement de correction 1 :
Le professeur corrige en expliquant les propriétés qu'il a utilisées.

Déroulement de correction 2 :
Le professeur choisit un élève qui a une solution correcte pour venir écrire son travail au tableau et expliquer sa démarche.

Déroulement de correction 3 :
Le professeur passe dans les rangs et choisit un élève qui a écrit $(5x - 6)(2x + 3) = -x \times 5x = -5x^2$ ou $(5x - 6)(2x + 3) = 5x \times 2x - 6 \times 3 = 10x^2 - 18$ pour venir au tableau.
Puis il demande à la classe d'analyser ce que l'élève a écrit au tableau.

Déroulement de correction 4 :
Un élève volontaire vient corriger au tableau.
Le professeur attend qu'il ait fini et demande l'avis de la classe pour valider sa solution.



Lecture : 35 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent mettre en œuvre « souvent » ou « très souvent » un déroulement de correction similaire au premier présenté dans la mise en situation.

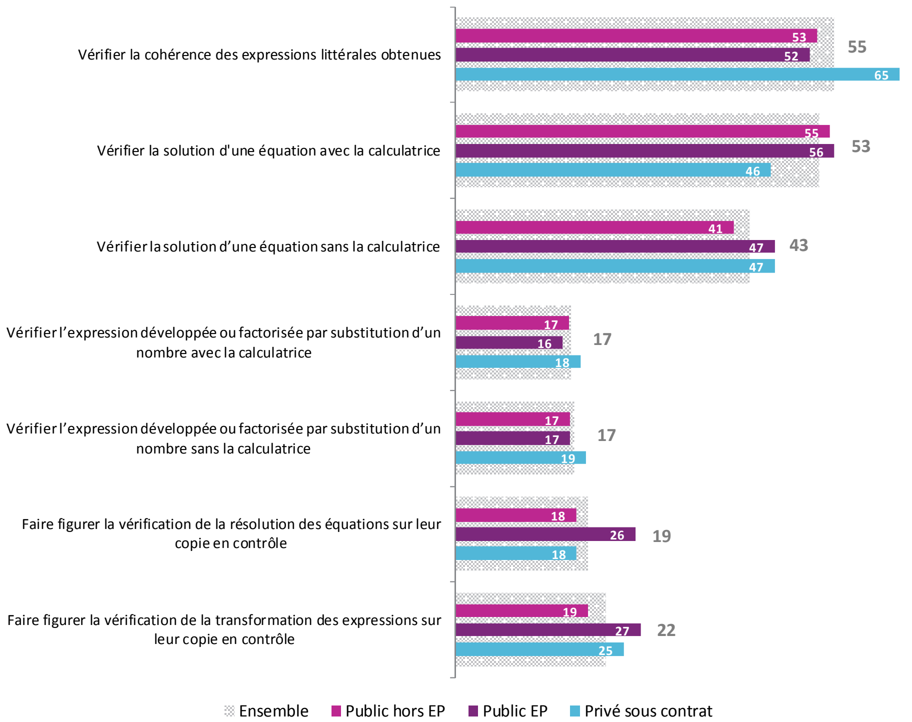
Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).
Source : MENJS-DEPP

La situation la plus fréquente correspond au déroulement de correction 4 où un élève volontaire vient corriger au tableau et où la classe est sollicitée pour valider la solution proposée par l'élève (78 % de réponses « souvent » ou « très souvent »). Les trois autres déroulements de correction proposés recueillent des taux de réponse comparables (environ un tiers des enseignants). On note quelques écarts selon les caractéristiques individuelles ou le contexte des enseignants : les enseignants contractuels sont plus nombreux à proposer fréquemment le déroulement de correction qui s'appuie sur une erreur dans le développement d'une expression littérale (49 %) ; ceux exerçant en EP sont plus nombreux à choisir fréquemment d'animer eux-mêmes la correction (41 %).

Des stratégies de vérification et de contrôle assez peu présentes dans les classes en calcul littéral

Selon le document d'accompagnement *Calculer* (2016), *« outre l'acquisition de techniques efficaces et le développement d'automatismes, l'apprentissage du calcul au cycle 4 vise […] le développement de stratégies de vérification et de contrôle permettant de développer l'esprit critique et de favoriser une utilisation raisonnée des instruments de calcul* ». Les moyens de contrôle donnés aux élèves, s'ils sont régulièrement mobilisés en classe, peuvent en effet être des outils au service de leurs apprentissages. En calcul littéral, lorsque les enseignants donnent un exercice similaire à l'exercice 1 de la figure 9, 55 % ont fréquemment l'habitude de donner à l'oral la consigne selon laquelle les élèves doivent « *vérifier la cohérence de l'expression obtenue* » (figure 23). Ils sont en revanche assez peu nombreux à demander fréquemment aux élèves de vérifier l'expression développée ou factorisée en substituant la lettre par un nombre, avec ou sans calculatrice (17 % dans chaque cas). De plus, les enseignants sont peu nombreux (22 %) à demander fréquemment aux élèves de faire figurer une trace de leurs vérifications sur leurs copies de contrôle.

Figure 23. Aides et moyens de contrôle en classe



Lecture : 55 % des enseignants de mathématiques en 3e déclarent demander « souvent » ou « très souvent » à leurs élèves de vérifier la cohérence des expressions littérales obtenues. Cette proportion atteint 65 % dans le secteur privé.

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO Mathématiques 2019 (échantillon national représentatif).

Source : MENJS-DEPP

Les enseignants sont plus nombreux à demander fréquemment aux élèves de vérifier la solution d'une équation (53 % leur demandent de le faire avec la calculatrice et 43 % sans la calculatrice). Les enseignants contractuels et ceux ayant moins de 10 ans d'ancienneté sont plus nombreux à fréquemment demander aux élèves de vérifier leur calcul sans calculatrice (58 % et 52 %, respectivement). Comme lors du travail sur les expressions littérales, les enseignants ne demandent généralement pas aux élèves d'indiquer sur leurs copies d'évaluation sommative les vérifications des résolutions d'équations (seuls 19 % les demandent fréquemment). De manière générale, les enseignants contractuels et ceux exerçant en éducation prioritaire sont plus nombreux à exiger les traces de ces vérifications sur les copies des élèves.

Ces résultats sur la prise en compte de l'élève suggèrent, comme ceux concernant l'organisation globale de l'enseignement, que certaines pratiques rendent les élèves peu responsables de leurs apprentissages et laissent peu de place au développement de leur autonomie.

4 VERS UNE TYPOLOGIE DES CHOIX PÉDAGOGIQUES ET DIDACTIQUES

De manière générale, les réponses à l'enquête PRAESCO peuvent être analysées en traitant, soit les questions une à une (comme cela est fait dans les sections 2 et 3 de ce document), soit en les regroupant lorsqu'elles alimentent une même dimension de pratiques. Dans le premier cas, on peut ainsi rapporter la proportion d'enseignants de 3^{e} déclarant adopter une activité, une pratique, une posture ou un geste professionnel donné : par exemple, la proportion d'enseignants déclarant s'appuyer fréquemment sur une évaluation diagnostique pour repérer les conceptions et acquis des élèves avant le début d'un nouveau chapitre ou encore celle déclarant se déplacer régulièrement en classe pour identifier les connaissances des élèves. Dans le deuxième cas, les réponses sont résumées sous la forme d'un score unique : les deux illustrations précédentes décrivent ainsi des pratiques visant à prendre de l'information sur les apprentissages des élèves.

Des analyses statistiques ont été menées afin de définir et valider les treize dimensions présentées à la figure 1. Les scores (ou valeurs synthétiques) obtenus ont été standardisés[16] afin d'une part, d'en faciliter l'interprétation (un score de -50 points se lit ainsi « inférieur à la moyenne d'un demi écart-type ») et d'autre part, d'autoriser la comparaison des écarts à la moyenne entre scores. La standardisation implique en revanche de toujours interpréter les scores « par rapport à la moyenne de l'échantillon » et de ne jamais les interpréter en valeur absolue. Ainsi, un score négatif sur une dimension parmi un groupe d'enseignants signifie que la dimension est moins « pratiquée » qu'en moyenne au sein du groupe d'enseignants mais cela ne dit rien sur le « niveau de pratique absolu » de la dimension chez les enseignants en question.

Par exemple, différents items questionnent l'usage des outils numériques spécifiques aux mathématiques ; l'agrégation des réponses à ces items permet de construire un score relatif à cet aspect des pratiques enseignantes. Il devient alors possible de comparer des groupes d'enseignants avec l'ensemble de la population étudiée (dont le score moyen a été par construction ramené à 0, comme expliqué précédemment). À titre d'illustration, un groupe pour lequel le score d'usage du numérique serait de +20 points rassemblerait des professeurs de mathématiques qui intègrent davantage le numérique dans leurs pratiques d'enseignement que l'ensemble des professeurs de mathématiques interrogés. À l'inverse, un groupe pour lequel le même score serait de -20 points regrouperait ceux qui les intègrent moins que l'ensemble des enseignants. La construction du score est sensible au fait que les enseignants aient plutôt répondu aux extrémités ou au centre de l'échelle ordinale (pour une échelle de fréquence, les extrémités correspondraient à des réponses comme « jamais » ou « très souvent » tandis que des valeurs au centre correspondraient aux réponses « parfois » ou « souvent »). Le biais de désirabilité et le caractère plus ou moins affirmé des réponses exprimées par les enseignants ne peuvent être écartés dans l'interprétation des résultats obtenus à partir de ces valeurs. Ainsi, pour les items portant sur l'usage du numérique, si la valeur synthétique d'un groupe est de +70 points alors que celle d'un autre est seulement de +40 points, il ne serait pas prudent d'émettre comme seule hypothèse que les professeurs du premier groupe intègrent

[16] La standardisation d'un score consiste à lui retrancher la moyenne du score dans l'échantillon et à rapporter la différence obtenue à l'écart-type du score dans l'échantillon (l'écart-type étant une mesure de la dispersion des scores dans la distribution). On obtient ainsi, par construction, un score de moyenne nulle et d'écart-type 1.

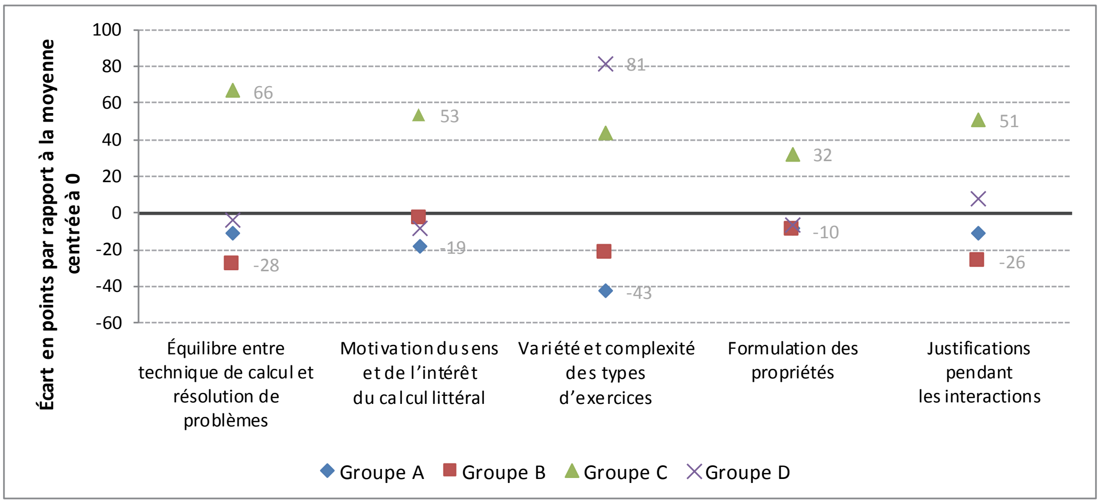
davantage le numérique dans leurs pratiques d'enseignement des mathématiques que ceux du second groupe.

Afin de tenter de dégager des profils de pratiques, une classification ascendante hiérarchique (CAH) a ensuite été effectuée sur les 5 premiers axes factoriels d'une analyse factorielle des correspondances multiples (ACM) réalisée sur l'ensemble des items formant les trois axes d'analyse (pour mémoire, enseignement du calcul littéral, organisation globale de l'enseignement et prise en compte de l'élève)[17]. La CAH permet de partitionner l'échantillon en différents groupes d'enseignants. L'intérêt de la méthode tient en ce qu'elle permet d'identifier la partition pour laquelle les individus au sein d'un même groupe sont les plus semblables possible tandis que les groupes sont les plus dissemblables possible (selon un critère de distance préalablement défini). Ce traitement statistique a ainsi mis au jour quatre groupes de professeurs caractérisés par des pratiques homogènes (figures 24, 25 et 26). Les pratiques caractéristiques d'un groupe sont décrites, pour chaque axe (enseignement du calcul littéral, organisation globale de l'enseignement et prise en compte de l'élève), *via* une analyse holistique de l'ensemble des dimensions composant l'axe. Enfin, la caractérisation d'un groupe s'appuie également sur le croisement des pratiques identifiées *via* les trois axes considérés.

Les groupes sont désignés par des lettres et sont présentés par ordre décroissant de leur effectif. Afin d'illustrer au mieux les aspects qui les différencient, que ce soit en matière de pratiques, de contextes d'enseignement ou de caractéristiques individuelles, les comparaisons de chaque groupe avec l'ensemble de l'échantillon sont indiquées en pourcentages ou en points, selon qu'elles portent sur un item ou sur la valeur synthétique (score) construite pour un groupe d'items. Sur les figures 24, 25 et 26, la moyenne de l'échantillon global est indiquée par l'axe horizontal à 0. Les groupes dont les scores aux dimensions sont situés sous cette moyenne de 0 se caractérisent donc par des scores inférieurs à ceux observés dans l'ensemble de l'échantillon des professeurs de mathématiques interrogés (et inversement pour les groupes dont les scores sont situés au-dessus de l'axe horizontal à 0). Il ressort de l'analyse globale de ces figures qu'un groupe de professeurs (ceux du groupe C) se distingue nettement des autres groupes s'agissant de l'axe « Enseignement du calcul littéral » (figure 24) : les pratiques de ce groupe sont systématiquement différentes de celles observées en moyenne dans l'ensemble de l'échantillon (tous les scores des dimensions formant l'axe sont supérieurs à la moyenne). Les axes « Organisation globale de l'enseignement » (figure 25) et « Prise en compte de l'élève » (figure 26) mettent en évidence des écarts systématiques entre les groupes A et B, d'une part, et les groupes C et D, d'autre part. L'analyse qui suit s'attache à décrire plus finement les caractéristiques et pratiques de chaque groupe qui les différencient des résultats portant sur l'échantillon complet (présentés dans les parties 2 et 3 de ce document). Les caractéristiques (individuelles ou liées au contexte d'enseignement) ou pratiques qui ne distinguent pas les groupes de ce qui est observé en moyenne dans l'échantillon ne sont donc pas commentées.

[17] L'ACM ne supportant aucune valeur manquante, 111 enseignants avec plus de 6 non-réponses aux items retenus ont été exclus de l'analyse. Pour les autres, les valeurs manquantes ont été imputées *via* la méthode d'Husson et Josse (2016).

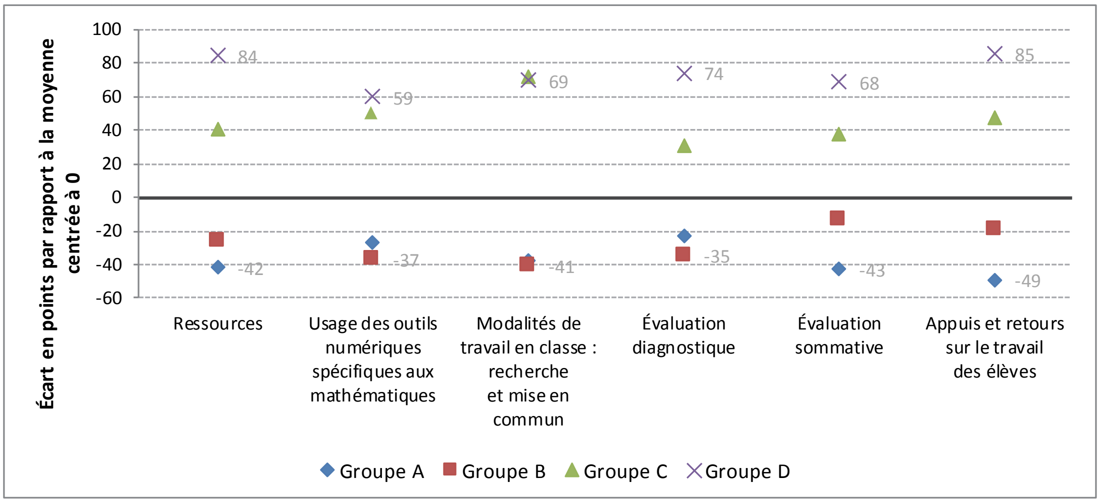
Figure 24. Comparaison des groupes pour l'axe « Enseignement du calcul littéral »



Lecture : Les enseignants du groupe C obtiennent un score supérieur de 66 points par rapport à la moyenne de l'ensemble des enseignants de l'échantillon pour la dimension « Équilibre entre technique de calcul et résolution de problèmes ».

Source : MENJS-DEPP

Figure 25. Comparaison des groupes pour l'axe « Organisation globale de l'enseignement »

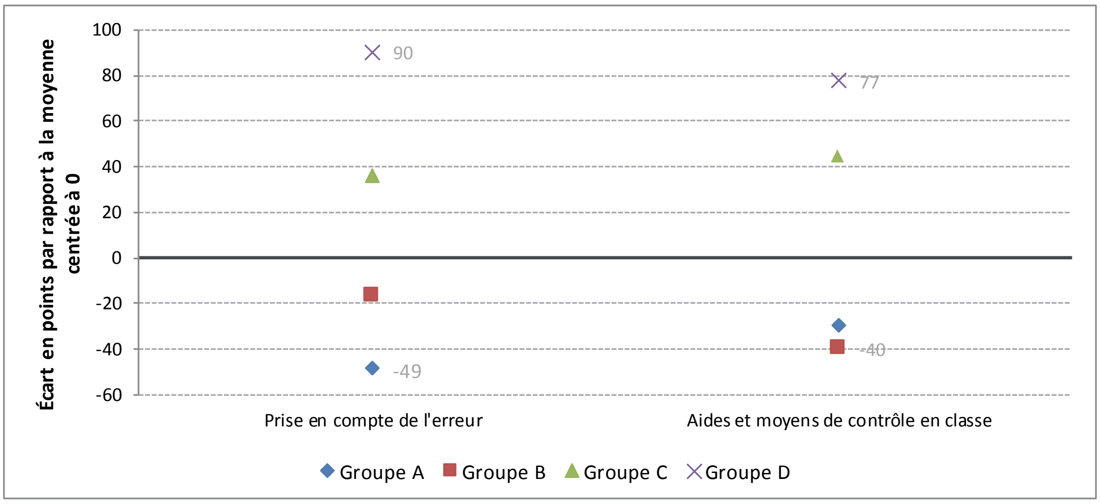


Lecture : Les enseignants du groupe D obtiennent un score supérieur de 84 points par rapport à la moyenne de l'ensemble des enseignants de l'échantillon pour la dimension « Ressources ».

Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO

Source : MENJS-DEPP

Figure 26. Comparaison des groupes pour l'axe « Prise en compte de l'élève »



Lecture : Les enseignants du groupe D obtiennent un score supérieur de 90 points par rapport à la moyenne de l'ensemble des enseignants de l'échantillon pour la dimension « Prise en compte de l'erreur ».
Champ : Enseignants de mathématiques en classe de 3e en France, ayant répondu à l'enquête PRAESCO
Source : MENJS-DEPP

4.1 Profil du groupe A

Le groupe A (585 répondants, soit 34 % de l'échantillon) est plus masculin que l'ensemble de la population étudiée (56 % contre 48 %). **Une plus faible part rapporte avoir fréquemment recours aux ressources institutionnelles**, comme les programmes du cycle 4 (76 % contre 83 %), ceux de lycée (14 % contre 21 %) et les documents d'accompagnement (36 % contre 47 %). Par ailleurs, seuls 14 % d'entre eux (contre 21 %) indiquent également consulter fréquemment la littérature professionnelle pour préparer leurs séquences ou séances de mathématiques. S'ils sont moins nombreux à attribuer à un manque de travail de leurs élèves leurs résultats insuffisants aux évaluations proposées (54 % contre 62 %), les enseignants du groupe A sont également **un peu moins nombreux à remettre en question leur stratégie d'enseignement** (20 % contre 25 %).

Une proportion plus faible déclare disposer « souvent » ou « très souvent », pour leur classe de 3e, d'équipements numériques : TNI (35 % contre 38 %), accès à une salle informatique (64 % contre 67 %), équipement numérique mobile comme une tablette ou un ordinateur portable (25 % contre 28 %). Aussi, il n'est pas surprenant que les enseignants du groupe A soient également moins nombreux à utiliser « souvent » ou « très souvent » le TNI en classe (que ce soit pour recourir à des logiciels, à des ressources ou pour étudier les productions des élèves) ou à faire utiliser régulièrement des tableurs ou logiciels de géométrie dynamique par leurs élèves (les écarts constatés sont d'ordre comparable à ceux observés sur l'accès aux équipements).

En ce qui concerne l'organisation de l'enseignement du calcul littéral, les enseignants du groupe A ne se distinguent pas systématiquement des pratiques observées en moyenne dans l'échantillon (cf. partie 3.1). Ils sont moins nombreux à motiver le sens et l'intérêt du calcul littéral (des quatre groupes, le groupe A est celui qui obtient le plus faible score (-19 points) à la dimension « Motivation du sens et de l'intérêt du calcul littéral »). Ils sont surtout moins nombreux à proposer fréquemment des exercices de modélisation ou de preuve, des problèmes variés ou des types d'équations plus complexes (-43 points pour la dimension « Complexité et variété des problèmes »). Ils sont un peu moins nombreux à utiliser fréquemment non seulement des arguments mathématiques mais aussi des arguments d'ordre ostensif (59 % contre 64 % pour « pommes/poires », 52 % contre 57 % « se débarrasser »). Ils sont parmi les moins nombreux à s'appuyer sur la substitution d'une lettre par un nombre pour invalider une assertion (43 % contre 51 %) ou une égalité (47 % contre 58 %). **Les enseignants du groupe A semblent proposer un enseignement du calcul littéral relativement formel**, c'est-à-dire qu'ils manipulent les symboles et les règles sans nécessairement faire le lien avec le numérique (substitution d'une lettre par un nombre, par exemple).

En ce qui concerne l'organisation globale de l'enseignement, ils sont **un peu moins peu nombreux à fréquemment repérer les acquis de leurs élèves avant de commencer un nouveau chapitre** (-24 points pour la dimension « Évaluation diagnostique »). Ils sont, à ce titre, parmi les moins nombreux à s'appuyer fréquemment sur une évaluation diagnostique (12 % contre 18 %), mais sont cependant moins nombreux que l'ensemble de la population étudiée à avoir des idées préconçues sur le niveau des élèves (24 % contre 32 %). **Une plus faible part d'entre eux aborde avec leurs élèves les termes de l'évaluation sommative** : présentation du contrat d'évaluation en début d'année (60 % contre 69 %), explicitation des modalités de révision (67 % contre 76 %) ou proposition d'une grille clarifiant les compétences et exercices associés pour un thème mathématique donné (20 % contre 28 %). Le score global sur la dimension « Évaluation sommative » est de nouveau le plus faible des quatre groupes (-43 points). **Les retours qu'ils pratiquent guident moins les élèves** (-49 points pour la dimension « Appuis et retours sur le travail des élèves ») : ils sont ainsi moins nombreux à faire des commentaires sur les copies pour expliciter les erreurs des élèves (68 % contre 78 %), à corriger les devoirs en donnant des commentaires individuels (54 % contre 61 %) ou à donner des explications à la classe entière à partir de certaines productions (59 % contre 68 %).

Ils se caractérisent par une posture d'enseignement plutôt descendante (-38 points pour la dimension « Modalités de travail en classe : recherche et mise en commun »), puisqu'ils sont à la fois moins nombreux à mettre en place des activités où les élèves sont amenés à chercher de façon individuelle (82 % contre 86 %), à proposer le même type de travail en binôme (47 % contre 57 %) ou par petits groupes (19 % contre 27 %). Ils sont aussi moins nombreux à laisser les élèves travailler sur un problème au moins quinze minutes sans intervenir collectivement (26 % contre 38 %), à animer une mise en commun suite à un travail de groupe (31 % contre 41 %), à demander aux élèves de comparer des productions d'élèves de la classe afin d'échanger sur l'efficacité des stratégies et des raisonnements (10 % contre 21 %), à demander aux élèves de donner leur avis sur la production d'un autre élève (32 % contre 45 %) ou encore à demander aux élèves de justifier leur réponse et d'expliquer aux autres leur démarche (61 % contre 72 %).

En ce qui concerne la prise en compte de l'élève, les écarts à la moyenne sont également très élevés. Les enseignants du groupe A sont moins nombreux à identifier les connaissances des élèves, leurs erreurs et à les prendre en compte (-49 points pour le score afférant à la dimension « Prise en compte de l'erreur »). Ils **sont également moins nombreux à différencier leur enseignement en fonction des difficultés et besoins repérés chez leurs élèves** (43 % contre 53 %). Enfin, ils portent moins d'attention au travail personnel des élèves et sont moins nombreux à favoriser les procédures de contrôle (-29 points pour la dimension « Aides et moyens de contrôle en classe »).

4.2 Profil du groupe B

Le groupe B (490 répondants, soit 29 % de l'échantillon) se caractérise par une proportion plus importante de femmes (59 % contre 52 %), un âge moyen légèrement plus faible (42,7 ans contre 43,8), et moins d'enseignants contractuels (4 % contre 6 %). Les enseignants de ce groupe sont **moins nombreux à déclarer suivre des activités de formation continue** : 77 % (contre 68 %) n'ont « jamais ou presque » abordé l'enseignement du calcul littéral lors d'activités de formation entre 2015 et 2019 ; la proportion s'établit à 42 % (contre 37 %) pour l'enseignement d'autres contenus mathématiques et 34 % (contre 30 %) pour les pratiques d'évaluation des élèves. Ils **mobilisent moins certaines ressources institutionnelles** (33 % consultent fréquemment les documents d'accompagnement contre 47 % en moyenne dans l'échantillon et 32 % visitent fréquemment les sites Internet institutionnels contre 43 %) ou la littérature professionnelle (12 % contre 21 %), qui seraient pourtant susceptibles d'enrichir leurs pratiques ou connaissances. En revanche, ils **réutilisent plus leurs préparations des années précédentes** (87 % contre 78 %). C'est également dans ce groupe qu'ils sont les plus nombreux à élaborer « souvent » ou « très souvent » les énoncés de leurs évaluations sommatives en reprenant la même évaluation d'une année sur l'autre (15 % contre 9 %).

Bien que disposant d'équipements dans les mêmes proportions que les autres, ils sont nettement **moins nombreux à déclarer utiliser les outils numériques en classe** (-37 points pour la dimension « Usage des outils numériques spécifiques aux mathématiques »). Ils sont, par exemple, 18 % à utiliser la salle informatique une fois tous les 15 jours ou plus contre 29 % (ce taux est le plus faible parmi les quatre groupes étudiés).

Dans le même temps, ces professeurs considèrent davantage comme un facteur de difficulté de leur métier, **le sentiment d'impuissance face à la difficulté à faire progresser leurs élèves** (66 % contre 57 %) ainsi que la **crainte de ne pas suffisamment les préparer à la poursuite de leurs études** (52 % contre 47 %). Pourtant, ils ne se distinguent pas de la population étudiée par une proportion supérieure d'élèves en difficulté ou en manque de travail.

En ce qui concerne l'enseignement du calcul littéral, les enseignants du groupe B sont plus **nombreux à proposer fréquemment des exercices techniques** (développer, factoriser…). Ils commencent plus souvent la séquence sur les expressions algébriques par « développer et réduire des expressions littérales » (47 % contre 40 %). Ils sont très proches de la moyenne de l'échantillon s'agissant de la dimension « Motivation du sens et de l'intérêt du calcul littéral ». De façon cohérente avec ces choix d'enseignement, ils proposent davantage d'exercices techniques (développer, réduire une expression littérale) lors des phases d'évaluation (96 % contre 87 %). Lors des interactions avec les élèves, ils **ont davantage tendance à proposer des formulations simplificatrices, de type ostensif** (« *pommes et poires* » ou « *se débarrasser* »), sans favoriser la mise en place de propriétés et de vocabulaire mathématiques (respectivement, -26 points et -10 points pour les dimensions « justification pendant les interactions » et « formulation des propriétés »).

En ce qui concerne l'organisation globale de l'enseignement, les enseignants de ce groupe semblent consacrer **moins de temps au repérage des prérequis, des besoins et des difficultés des élèves ou être moins enclins à pratiquer l'observation à cette fin**. Ils sont, par exemple, deux fois moins nombreux à déclarer repérer fréquemment les acquis des élèves avant de commencer un nouveau chapitre en s’appuyant sur une évaluation diagnostique (9 % contre 18 %). Ils sont moins nombreux à repérer fréquemment en amont les difficultés et besoins des élèves pour proposer des exercices spécifiques (en classe ou à la maison) qui stabilisent les prérequis (44 % contre 53 %) ou pour différencier leur enseignement en fonction des difficultés et besoins repérés chez leurs élèves 42 % contre 53 %). En ce qui concerne les évaluations sommatives, les enseignants de ce groupe sont les plus nombreux à déclarer en élaborer fréquemment les énoncés juste avant de les donner aux élèves (61 % contre 50 %). Ils sont aussi moins nombreux, pour préparer les élèves à l’évaluation sommative, à leur fournir fréquemment, pour un problème mathématique donné, une grille explicitant les compétences et les différents types d’exercices associés (22 % contre 28 %). Ils sont en revanche un peu plus nombreux à leur annoncer fréquemment la date et le thème de l'évaluation sommative sans autre information (38 % contre 34 %).

Les enseignants du groupe B sont plus nombreux à proposer des **organisations de classe qui favorisent peu le travail collaboratif entre élèves** (ils obtiennent le plus faible score (-41 points) sur « Modalités de travail en classe : recherche et mise en commun »). En effet, ils sont **les moins nombreux à fréquemment mettre en place des activités où les élèves sont amenés à chercher par petits groupes** (15 % contre 27 %) **ou à proposer des temps de recherche**. Seuls 27 % d’entre eux font couramment travailler les élèves collectivement sur un problème sans intervenir pendant au moins 15 minutes (contre 38 %). Quand ils mettent en œuvre un travail en groupes, ils sont les moins nombreux à animer une mise en commun (27 % contre 41 %) et à demander fréquemment aux élèves de comparer des productions d’élèves sélectionnées par leur soin afin d’échanger sur l’efficacité des stratégies et des raisonnements (8 % contre 21 %). Ils sont aussi moins nombreux que la moyenne à demander fréquemment aux élèves de donner leur avis sur la production d’un autre élève (36 % contre 45 %) ou de justifier leur réponse et expliquer leur démarche aux autres (68 % contre 72 %). Ils sont beaucoup moins nombreux, pour faire un bilan après un contrôle, à sélectionner fréquemment des réponses d'élèves à discuter en classe pour certains exercices (26 % contre 38 %).

En ce qui concerne la prise en compte de l’élève, s’ils sont aussi nombreux que les enseignants des autres groupes à déclarer se déplacer fréquemment dans la classe pour repérer les erreurs de leurs élèves, une plus faible part d’entre eux interrogent fréquemment les élèves ayant commis une erreur (36 % par rapport à 41 %). Ils sont les moins nombreux à déclarer se déplacer fréquemment dans la classe pour proposer des aides aux élèves bloqués *via* d’autres supports ou documents (70 % contre 76 %). Ce sont eux qui ont également les taux les plus faibles sur les questions relatives aux exigences de vérification, que ce soit avec calculatrice (45 % contre 53 %) ou sans calculatrice (36 % contre 43 %). **Le score obtenu à la dimension « Aides et moyens de contrôle en classe » est le plus faible des quatre groupes (-40 points)**.

4.3 Profil du groupe C

Les enseignants du groupe C (348 répondants, soit 21 % de l'échantillon) sont **les plus nombreux à déclarer avoir participé à des activités de formation continue au cours des cinq dernières années**, tant sur des contenus mathématiques (par exemple, 41 % pour l'enseignement du calcul littéral contre 32 % en moyenne dans l'échantillon) que sur les pratiques d'évaluation des élèves (78 % contre 70 %). Les enseignants de ce groupe sont **les plus nombreux à être ou avoir été formateurs** (11 %, soit une proportion deux fois supérieure à celle observée en moyenne).

Concernant les facteurs susceptibles de rendre difficile leur travail avec leurs élèves de 3^{e}, ces enseignants sont **moins nombreux à déclarer manquer de pistes pour aider les élèves** de leur classe qui en ont besoin (39 % contre 47 %) ou à éprouver un sentiment d'impuissance face à la difficulté à faire progresser leurs élèves (50 % contre 57 %). Ils **remettent davantage en question leur stratégie d'enseignement** suite à une évaluation peu réussie par leurs élèves : ils sont ainsi 32 % contre 25 % à considérer « souvent » ou « très souvent », lorsque les résultats de leurs élèves ne sont pas à la hauteur de leurs attentes, qu'ils n'ont pas choisi une stratégie d'enseignement adaptée à leurs élèves.

Lorsqu'ils préparent leurs séquences et séances de mathématiques, les professeurs du groupe C sont **plus nombreux à consulter fréquemment les programmes du cycle 4** (91 % contre 83 %), **les documents d'accompagnement** (70 % contre 47 %) **et les programmes de lycée** (28 % contre 21 %). En revanche, ils sont un peu moins nombreux à utiliser des manuels scolaires (82 % contre 87 %) ou leurs préparations (69 % contre 78 %) et évaluations (4 % contre 9 %) des années précédentes.

Les enseignants de ce groupe ont **davantage recours aux outils numériques pour mettre en œuvre leur enseignement** (+49 points pour la dimension « Usage des outils numériques spécifiques aux mathématiques »). Ils sont parmi les plus nombreux à déclarer utiliser fréquemment un vidéo projecteur, un TNI ou un visualiseur pour toutes les finalités interrogées dans le questionnaire (par exemple, 81 % contre 63 % pour le recours à un tableur ou logiciel de géométrie dynamique ; 41 % contre 23 % pour l'étude des productions d'élèves). Cela se vérifie aussi en particulier dans les enseignements d'algèbre : ils sont plus nombreux à utiliser fréquemment des outils tels que le tableur (45 % contre 25 %), le logiciel Scratch (23 % contre 13 %) ou la calculatrice (74 % contre 63 %) et à conduire les élèves en salle informatique pour réaliser des exercices faisant appel au logiciel Scratch (31 % contre 22 %) ou à un tableur (27 % contre 18 %). Mais, paradoxalement, ils sont aussi plus nombreux à traiter ces types d'exercices au moyen du « papier/crayon », ce qui est peut-être lié au fait qu'ils donnent globalement plus souvent ces types d'exercices.

En ce qui concerne l'enseignement du calcul littéral, **les enseignants du groupe C se distinguent de tous les autres groupes par la recherche d'un équilibre entre technique de calcul et résolution de problèmes dans les exercices et activités proposés aux élèves** (+ 66 points sur cette dimension). Ils proposent, plus fréquemment que la moyenne, de commencer une séquence sur les expressions littérales ou sur les équations, par la résolution de problèmes. Dans la séquence consacrée aux expressions littérales, ils passent plus de temps que la moyenne sur les tâches de production et de preuve, et moins sur les tâches de développement et factorisation. Dans celle consacrée aux équations, ils passent plus de temps que la moyenne sur les tâches de résolution de problèmes se ramenant à des équations, et moins sur les tâches de résolution des équations elles-mêmes. Ils adhèrent davantage à des situations qui permettent de développer le sens et l'intérêt du calcul littéral (+53 points pour la dimension afférente). L'enseignement proposé par les enseignants de ce groupe est caractérisé par des **choix particuliers pour leurs énoncés** (variables didactiques) **qui conduisent à proposer plus fréquemment que la moyenne des tâches plus complexes** (en faisant varier la structure de l'équation, le contexte du problème, en permettant de faire émerger une variété de procédures, ou en proposant des tâches nécessitant de poser des étapes dans la résolution).

Ces enseignants **ont moins souvent recours à des formulations simplificatrices** (ils ne sont ainsi que 47 %, contre 64 %, à donner à leurs élèves une indication du type « *on n'ajoute pas des poires et des pommes* » ou 16 % contre 25 % à donner des indications du type « *on passe le 3 de l'autre côté* »), et privilégient plus fréquemment des formulations appuyées sur les mathématiques en jeu (+51 points pour la dimension « Justifications pendant les interactions »).

En ce qui concerne l'organisation globale de l'enseignement, les enseignants du groupe C **choisissent plus que la moyenne des problèmes qui nécessitent des temps de recherche, favorisant l'autonomie des élèves** (+71 points pour la dimension « Modalités de travail en classe : recherche et mise en commun »). En effet, 61 %, contre 38 % en moyenne, font couramment travailler les élèves collectivement sur un problème sans intervenir pendant au moins 15 minutes). De plus, leurs pratiques **valorisent le travail collaboratif entre élèves et favorisent la prise d'initiatives et de responsabilité des élèves**. Ils sont nettement plus nombreux que la moyenne à proposer fréquemment aux élèves de travailler en binômes (72 % contre 57 %) ou en groupes (50 % contre 27 %) et à organiser plus souvent des mises en commun (65 % contre 41 %). Les élèves sont amenés plus fréquemment à comparer des productions d'élèves de la classe sélectionnées par l'enseignant afin d'échanger sur l'efficacité des stratégies et des raisonnements (45 % contre 21 %) et à donner leur avis sur la production d'un autre élève (66 % contre 45 %). Ces enseignants incitent davantage (88 % contre 72 %) leurs élèves à justifier leur réponse et à expliquer leur démarche aux autres (+47 points pour la dimension « Appuis et retours sur le travail des élèves »).

Ils sont **plus nombreux, avant de commencer un nouveau chapitre, à s'appuyer sur une évaluation diagnostique** (environ un tiers contre 18 %) pour repérer les acquis des élèves. Ils sont aussi plus nombreux à suivre fréquemment le travail fait par les élèves à la maison (85 % contre 76 %). Ils sont plus nombreux que dans les autres groupes à élaborer fréquemment leurs évaluations sommatives en amont de la séquence avec des adaptations ensuite. Ils proposent plus fréquemment que la moyenne des évaluations sommatives qui contiennent des exercices nouveaux par rapport à ceux vus en classe (37 % contre 27 %). Ils sont aussi **plus nombreux à expliciter aux élèves ce qui est évalué et comment** (+37 points pour la dimension « Évaluation sommative »). **Les retours proposés par les enseignants de ce groupe, suite à une évaluation sommative, semblent plus souvent appuyés sur les erreurs et les productions d'élèves**. Ils sont ainsi 54 % (contre 38 %) à sélectionner des réponses d'élèves à discuter en classe, conformément à ce qui se passe généralement dans le reste de la séquence.

En ce qui concerne la prise en compte des élèves, les enseignants de ce groupe choisissent nettement plus souvent que la moyenne un élève qui a commis une erreur pour l'interroger (59 % contre 41 %). **Ils considèrent aussi beaucoup plus que la moyenne qu'amener les élèves à vérifier**

leur travail est une aide, que ce soit pour vérifier la solution d'une équation avec le test d'égalité (89 % contre 79 %) ou pour vérifier la cohérence de l'expression obtenue après transformation (60 % contre 50 %). Ils sont, à ce titre, moins nombreux à penser que la vérification est difficile à réaliser par les élèves pour la transformation des expressions (43 % contre 49 %), ce qui explique d'autant plus qu'ils le fassent en classe (+45 points pour la dimension « Aides et moyens de contrôle »).

4.4 Profil du groupe D

Les enseignants du groupe D (265 répondants, soit 16 % de l'échantillon) sont davantage diplômés d'un Master ou d'un diplôme de niveau supérieur (62 % contre 57 %) et plus nombreux à déclarer une expérience professionnelle dans des professions autres que l'enseignement (3,3 ans contre 2,7 ans). La proportion d'enseignants contractuels y est un peu plus importante qu'en moyenne dans la population étudiée (10 % contre 6 %), tandis que la proportion d'enseignants titulaires certifiés y est moins importante (85 % contre 89 %). **Quelles que soient les ressources considérées** (programmes, documents d'accompagnement, manuels scolaires, documents élaborés par des collègues, sites Internet (institutionnels ou « de confiance »), littérature professionnelle, etc.), **leur consultation et leur usage afin de préparer leurs séquences et séances de mathématiques sont plus marqués** (+84 points pour la dimension « Ressources »). Ces ressources sont utilisées de façon assez diversifiée (pour trouver des activités d'introduction, des tâches à prise de responsabilité, des activités mobilisant les outils numériques, etc.) et ce, dans une proportion plus importante que celle de la population étudiée (entre 10 et 20 points d'écart). Ils **collaborent également davantage avec leurs collègues** de mathématiques pour concevoir des séances communes (37 % contre 30 %) et des évaluations communes (62 % contre 54 %).

Ils sont **moins nombreux à exprimer un sentiment d'impuissance face à la difficulté à faire progresser leurs élèves** (50 % contre 57 %). Face à des résultats décevants à une évaluation, ils sont plus nombreux à penser que leurs élèves n'ont pas suffisamment travaillé (70 % contre 62 %).
Les enseignants du groupe D déclarent **une plus grande facilité d'accès aux équipements numériques dans leur collège** : TNI (43 % contre 38 %), accès à une salle informatique (75 % contre 67 %). Ils **rapportent également un usage plus fréquent des outils et logiciels pour l'enseignement** : ils sont ainsi 37 % (contre 29 %) à utiliser, au moins une fois tous les 15 jours, la salle informatique de leur collège avec leur classe de 3e et 75 % (contre 63 %) à utiliser fréquemment en classe un équipement numérique (TNI, vidéo-projecteur, visualiseur) pour avoir recours à un tableur/logiciel de géométrie. **Leurs élèves utilisent également davantage les outils numériques en classe** : les enseignants du groupe D sont 47 % (contre 31 %) à leur faire utiliser fréquemment un tableur et 32 % (contre 21 %), un logiciel de géométrie dynamique.

En ce qui concerne l'enseignement du calcul littéral, les enseignants du groupe D sont proches de la moyenne s'agissant du score relatif à la dimension « Motivation du sens et de l'intérêt du calcul littéral ». Leurs pratiques se distinguent cependant nettement de la moyenne observée pour l'ensemble de l'échantillon s'agissant de deux items composant ce score. En effet, **ils adhèrent davantage que la moyenne aux situations d'introduction ne motivant pas le sens et l'intérêt du calcul littéral** (61 % contre 49 % pour celle sur les expressions et 72 % contre 56 % pour celle sur les équations). Ils sont plus nombreux à rapporter qu'ils adhèrent à celle sur les expressions parce qu'elle est « *plus courte et plus facile à mettre en œuvre ce qui permet d'avoir plus de temps pour des* *exercices techniques* » (66 % contre 56 %) et à celle sur les équations parce qu'elle est « assez facile » ou « très facile » à mettre en œuvre (63 % contre 56 %). Ils **proposent plus fréquemment que la moyenne une grande variété de types d'exercices et de problèmes** (entre 17 et 20 points de pourcentage de plus pour chaque type d'exercice par rapport à la moyenne). Ils sont **plus nombreux à diversifier les formulations utilisées** pour énoncer les propriétés du calcul littéral lors d'une reprise d'erreurs, que ces formulations soient appuyées sur des arguments d'ordre ostensif ou sur des arguments mathématiques. Ils sont ainsi 75 % (contre 64 %) à recourir à des formulations imagées de type « *on n'ajoute pas des pommes et des poires* », 28 % (contre 21 %) à parler de « distributivité », 46 % (contre 39 %) à évoquer les ordres de priorité des opérations et 60 % (contre 51 %) à faire appel à la notion de contre-exemple. Les enseignants de ce groupe sont par ailleurs plus nombreux que les enseignants des autres groupes à adhérer (au-delà du fait d'y recourir) à des formulations du type « *passer dans l'autre membre* » (34 % contre 25 %) qu'ils considèrent plus adaptées pour travailler sur la résolution des équations et plus concrètes pour travailler sur les expressions algébriques. La variété des choix des enseignants du groupe D pour l'axe « enseignement du calcul littéral » pourrait outiller les élèves (et répondre potentiellement aux besoins des élèves), mais **certains de leurs choix didactiques pourraient ne pas favoriser les apprentissages** (cf. figure 24).

En ce qui concerne l'organisation globale de l'enseignement, les professeurs du groupe D **s'appuient plus fréquemment sur une évaluation diagnostique pour repérer les acquis de leurs élèves avant de commencer un nouveau chapitre** (28 % contre 18 %) et sont plus nombreux à choisir la première activité du chapitre pour jouer le rôle de diagnostic (78 % contre 56 %). Plus nombreux à s'appuyer sur les erreurs connues déjà observées d'une année sur l'autre pour repérer les acquis de leurs élèves (67 % contre 55 %) et à considérer qu'ils savent déjà quels sont les élèves qui pourront rencontrer des difficultés et ceux qui seront plus à l'aise (46 % contre 32 %), ils **s'appuient également plus fréquemment sur les difficultés et les besoins repérés chez leurs élèves pour différencier leur enseignement** (75 % contre 53 %). Ils conçoivent plus fréquemment les évaluations sommatives au fur et à mesure de l'avancée du chapitre (66 % contre 49 %) et y intègrent des exercices plus exigeants que ceux rencontrés en classe, soit parce qu'ils sont plus difficiles (34 % contre 22 %) soit parce qu'ils sont nouveaux par rapport à ce qui a déjà été vu (34 % contre 27 %). Ils sont plus nombreux à proposer « souvent » ou « très souvent » des modalités diversifiées de retour aux élèves (commentaires détaillés, retours à partir d'erreurs et de productions, etc.) et **cherchent aussi davantage à annoncer le contrat d'évaluation en début d'année à leurs élèves** (79 % contre 69 %). Ils rendent ainsi plus explicite le lien entre ce qui est fait en classe et la façon dont les élèves sont évalués. D'ailleurs les enseignants du groupe D ont un score de +68 points sur la dimension « Évaluation sommative ».

Les enseignants du groupe D **aménagent davantage des temps de recherche collectifs** (score de +69 points sur la dimension « Modalités de travail en classe : recherche et mise en commun ») que ce soit en binômes (71 % contre 57 %) ou en petits groupes (37 % contre 27 %). Ils sont par ailleurs plus nombreux à laisser leurs élèves travailler pendant au moins 15 minutes sans intervenir (56 % contre 38 %). Les enseignants de ce groupe **laissent plus d'initiatives aux élèves et favorisent les interactions en classe** (score de +85 points sur la dimension « Appuis et retours sur le travail des élèves ») en leur demandant de comparer des productions d'élèves sélectionnées afin d'échanger sur l'efficacité des stratégies et des raisonnements (38 % contre 21 %) ou donner leur avis sur la production d'un autre élève (64 % contre 45 %).

Ils sont plus nombreux à proposer une diversité de modalités de travail pour prendre en compte les erreurs repérées chez leurs élèves et **varient davantage que les enseignants des autres groupes les modalités d'interventions lors des temps de correction** (le professeur corrige ; l'élève qui a réussi corrige ; l'élève qui a fait une erreur corrige). Ils sont plus nombreux à choisir fréquemment, pour la correction et après avoir laissé chercher les élèves, un élève qui a fait une erreur (60 % contre 41 %) mais aussi un élève qui a réussi et qui saura expliquer sa démarche (45 % contre 34 %). Ils privilégient davantage des modalités d'interrogation des élèves qui ne reposent pas sur des productions d'élèves ciblées par rapport aux enjeux mathématiques (erreurs ou procédures spécifiques) : ils sont ainsi 68 % (contre 61 %) à interroger fréquemment un élève volontaire indépendamment de toute autre considération et 62 % (contre 53 %) un élève qui n'est pas intervenu récemment.

En ce qui concerne la prise en compte de l'élève, ils sont **plus nombreux à anticiper fréquemment, dès la préparation de leur séquence sur la résolution des équations, les erreurs possibles de leurs élèves** (90 % contre 81 %) **ainsi que les aides à apporter, adaptées à ces erreurs** (93 % contre 79 %). Ils sont plus nombreux également à se déplacer fréquemment dans la classe pour identifier les connaissances de leurs élèves (86 % contre 74 %) et proposer des aides à ceux qui sont bloqués *via* d'autres supports (86 % contre 76 %). Ils **favorisent davantage les prises d'initiatives** et sont ainsi **très nombreux** (90 % contre 72 %) **à inciter leurs élèves à justifier leur réponse et à expliquer leur démarche aux autres**. Ils sont aussi **plus nombreux** que l'ensemble de la population étudiée **à attacher de l'importance aux processus de vérification** et à proposer des modalités et outils variés pour les mettre en œuvre. Ils sont enfin plus nombreux à porter une attention soutenue au travail personnel des élèves en dehors de la classe (plus de 10 points d'écart par rapport à la moyenne sur l'ensemble des items relatifs à la vérification du travail personnel). Ainsi, le groupe D se caractérise par une **prise en compte forte de l'élève** (scores de +90 points à la dimension « Prise en compte de l'erreur » et de +77 points à la dimension « Aides et moyens de contrôle en classe ») **mais également par des choix d'enseignement qui ne tiennent pas suffisamment compte des enjeux d'apprentissage du calcul littéral** (scores proches de la moyenne pour quatre des cinq dimensions de l'axe « Enseignement du calcul littéral »).

5 CONCLUSION

Si les programmes d'enseignement ainsi que le référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation fixent de façon nationale, d'une part les contenus d'apprentissage à dispenser aux élèves et, d'autre part les gestes professionnels attendus de la part des personnels de l'Éducation nationale, les données inédites de l'enquête PRAESCO donnent à voir la variété des choix didactiques et pédagogiques auprès d'un échantillon national représentatif d'enseignants de mathématiques en classe de 3^{e}.

Cette analyse des pratiques enseignantes centrées sur l'enseignement des mathématiques vient enrichir la connaissance du système éducatif et son évaluation à laquelle contribuent déjà les résultats tirés des évaluations nationales et internationales (CEDRE, TIMSS) conduites par la DEPP. Les derniers résultats de CEDRE mathématiques en fin de collège ont mis en évidence une hausse de la proportion d'élèves en difficulté dans cette discipline (Ninnin et Salles, 2020). À cet égard, il convient de souligner que la difficulté scolaire constitue une préoccupation majeure pour les enseignants interrogés par PRAESCO, à l'instar de leurs collègues ayant participé aux enquêtes EPODE et TALIS en 2018 (d'autres enquêtes sur échantillon national représentatif de la DEPP). Ils sont nombreux à évoquer comme facteur de difficulté dans l'exercice de leur métier *« le trop grand nombre d'élèves en difficulté scolaire* », « *un sentiment d'impuissance face à la difficulté à faire progresser [leurs] élèves* ».

L'analyse des pratiques déclarées s'agissant de l'enseignement du calcul littéral montre en effet des choix d'enseignement qui ne tiennent pas suffisamment compte des enjeux d'apprentissage du calcul littéral. Ceux-ci ont trait à l'équilibre entre technique de calcul et résolution de problèmes, à la motivation du sens et de l'intérêt du calcul littéral, à la variété et à la complexité des types d'exercices proposés aux élèves, ainsi qu'à la formulation des propriétés et des justifications pendant les interactions. Ces choix didactiques, qui sont explicités dans le rapport, ont une influence sur les usages du calcul littéral par les élèves et l'intelligence du calcul qu'ils développent. Ils mettent en évidence une interprétation variée des attentes institutionnelles contenues dans les programmes (par exemple, la chronologie des séquences ou l'ordre de présentation des connaissances et des compétences associées des programmes de 3^{e} selon qu'il s'agisse des expressions littérales ou des équations). Ces attentes sont précisées dans les ressources développées sur Éduscol, mais celles-ci ne sont lues fréquemment que par un peu moins de la moitié des enseignants lorsqu'ils préparent leurs séquences et séances de mathématiques.

Comme en témoignent les analyses documentées dans la partie 4, l'étude des pratiques s'agissant de l'organisation globale de l'enseignement met aussi en évidence des choix pédagogiques et didactiques variés. De manière générale, l'évaluation diagnostique s'avère encore peu développée. Par ailleurs, les choix des enseignants concernant les autres dimensions de cet axe ne sont pas sans incidence sur l'autonomie, la prise d'initiatives des élèves et leur responsabilité dans la recherche et l'analyse critique de leurs stratégies de résolution et de leurs raisonnements. De façon cohérente avec les réponses apportées par les élèves interrogés dans le cadre de CEDRE 2019, les enseignants confirment par ailleurs un usage du numérique au service des apprentissages en mathématiques peu centré sur les élèves.

Les choix didactiques et pédagogiques des enseignants relatifs à la prise en compte de l'élève indiquent une volonté des enseignants à repérer les procédures et les erreurs mais des stratégies variées pour les traiter, comme c'est aussi le cas en ce qui concerne le développement de moyen de vérification et de contrôle chez les élèves dans les classes en calcul littéral.

De manière générale, on ne note pas tellement d'écart selon le contexte d'enseignement en ce qui concerne l'organisation pédagogique et didactique de l'enseignement et la prise en compte de l'élève. S'agissant de l'enseignement du calcul littéral, il convient toutefois de noter que les enseignants exerçant en EP se caractérisent par des pratiques globalement moins favorables aux apprentissages : ils s'attachent, par exemple, moins à motiver le sens et l'intérêt du calcul ; les problèmes qu'ils proposent à leurs élèves sont moins complexes et variés ; enfin, ils recourent davantage à l'usage de formulations simplificatrices au détriment de formulations mathématiques. Notons cependant que les écarts observés (enseignants exerçant en EP *versus* ensemble de l'échantillon) ne sont pas d'ampleur comparable à ceux observés entre les enseignants des groupes A et C ou B et C étudiés dans la typologie.

Nombreux sont les enseignants interrogés à citer comme facteur de difficulté dans leur métier le fait de « *manquer de pistes pour aider les élèves en difficulté* ». Les résultats PRAESCO questionnent la place de la formation continue dans les parcours professionnels des enseignants : à cet égard, il convient de remarquer qu'une faible part des enseignants interrogés rapportent suivre fréquemment des activités de formation continue sur certains contenus mathématiques, comme l'enseignement du calcul littéral.

6 BIBLIOGRAPHIE

- Artigue, M. (2004). L'enseignement du calcul aujourd'hui : problèmes, défis et perspectives. *Repères IREM*, 54, 23-39.
- Artigue, M. (2005). L'intelligence du calcul. Dans Actes de l'Université d'été « Le calcul sous toutes ses formes » (Saint-Flour, 22-27 août 2005).
- Benhaïm-Grosse, J., Longhi, L., Monseur, C., Solnon, A., Verdon, R., Charpentier, A., Raffaëlli, C. (2020). Premiers résultats de l'enquête sur les pratiques d'enseignement, EPODE, en 2018 au collège. *Note d'information de la Depp*, n° 20.23.
- Bosch, M. et Gascón, J. (2005). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. Dans A. Mercier et C. Margolinas (éd.), *Balises pour la didactique des mathématiques*, 107-122. Actes de la 12e École d'été de didactique des mathématiques (Corps, 20-29 août 2003). La Pensée Sauvage éditions Grenoble.
- Chevallard, Y. (1985). Le passage de l'arithmétique à l'algèbre dans l'enseignement des mathématiques au collège. Première partie. L'évolution de la transposition didactique. *Petit x*, 5, 51-94.
- Chevallard, Y. (1989). Le passage de l'arithmétique à l'algèbre dans l'enseignement des mathématiques au collège. Deuxième partie. Perspectives curriculaires : la notion de modélisation. *Petit x*, 19, 43-72.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19 (2), 221-265.
- Chevallard, Y. et Bosch, M. (2012). L'algèbre entre effacement et réaffirmation. Aspects critiques de l'offre scolaire d'algèbre. *Recherches en didactique de mathématiques*, « Enseignement de l'algèbre, bilan et perspectives » (hors-série), 19-40.
- Clivaz, S. (2015). Les Lesson Study : Des situations scolaires aux situations d'apprentissage professionnel pour les enseignants. *Formation et Pratiques d'Enseignement en Questions - Revue des HEP de Suisse romande et du Tessin*, (19), 99-105.
- Combier, G., Guillaume, J.-C. et Pressiat, A. (1995). *Calcul littéral : Savoirs des élèves de collège*. France : INRP.
- Coppé, S. et Grugeon-Allys, B. (2015). Étude multidimensionnelle de l'impact des travaux de recherche en didactique dans l'enseignement de l'algèbre élémentaire : Quelles évolutions ? Quelles contraintes ? Quelles perspectives ? Dans D. Butlen *et al.* (éd.), *Rôles et places de la didactique et des didacticiens des mathématiques dans la société et le système éducatif*, 41-74. La Pensée Sauvage éditions Grenoble.
- Coppé, S., Grugeon-Allys, B. et Pilet, J. (2016). Conditions pour diffuser des situations issues de la recherche en didactique des mathématiques : l'exemple du carré bordé. *Petit x*, 102, 57-80.
- Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine : Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Bern : Perter Lang.
- Gascon, J. (1994). Un nouveau modèle de l'algèbre élémentaire comme alternative à l'« arithmétique généralisée ». *Petit x*, 37, 43-63.
- Grugeon, B. (2010). Évolution des pratiques des professeurs débutants de mathématiques pendant les premières années d'exercice. Dans R. Goigoux, L. Ria et M.-C. Toczek-Capelle (éd.), *Les parcours de formation des enseignants débutants*, 205-223. Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise Pascal.
- Grugeon-Allys, B. (2019). Évaluer en mathématiques : des pistes pour un enrichissement réciproque de la recherche en didactique des mathématiques et en évaluation. Dans S. Coppé, E. Roditi *et al.* (éd.), *Géométrie et Evaluation*. La Pensée Sauvage éditions Grenoble.

- Grugeon-Allys, B., Pilet, J., Chenevotot-Quentin, F. et Delozanne, E. (2012). Diagnostic et parcours différenciés d'enseignement en algèbre élémentaire. *Recherches en didactique de mathématiques*, « Enseignement de l'algèbre, bilan et perspectives » (hors-série), 137-162.
- Grugeon-Allys, B. et Grapin, N. (2020). *Apport du numérique dans l'enseignement et l'apprentissage des nombres, du calcul et de l'algèbre*. Paris : Cnesco.
- Josse, J. et Husson, F. (2016). missMDA: a package for handling missing values in multivariate data analysis. *Journal of Statistical Software*, 70(1), 1-31.
- Kieran, C. (2007), Learning and teaching algebra at the middle school through college levels: Building meaning for symbols and their manipulation. Dans *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Greenwich, CT : Information Age Publishing.
- Horoks, J. et Pilet, J. (2015). Etudier et faire évoluer les pratiques d'évaluation des enseignants de mathématiques en algèbre au collège dans le cadre d'un LEA. Dans L. Theis (éd.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leurs enseignement et leur apprentissage*, 791-804. Actes du colloque EMF2015 – GT9 (Alger, 10-14 octobre 2015).
- Horoks, J. et Pilet, J. (2016). Analyser les pratiques d'évaluation des enseignants de mathématiques. Dans Y. Matheron et G. Gueudet (éd.), *Enjeux et débats en didactique des mathématiques*, 623-636. Actes de la 18e École d'été des mathématiques (Brest, 19-26 août 2015). La Pensée Sauvage éditions Grenoble.
- Ninnin, L.-M. et Salle, F. (2020). Cedre 2008-2014-2019 Mathématiques en fin de collège : des résultats en baisse. *Note d'information de la Depp*, n° 20.34.
- Pilet, J., Allard, C. et Horoks, J. (2019). Une entrée par l'évaluation des apprentissages pour analyser les interactions entre l'enseignant et les élèves dans les moments de mise en commun. *Education et Francophonie*, « Les interactions sociales au service des apprentissages mathématiques », XLVII(3), 121-139.
- Robert, A. et Rogalski, J. (2005). De l'analyse de l'activité de l'enseignant à la formation des formateurs. Le cas de l'enseignement des mathématiques dans le secondaire. *Raisons Éducatives*, 19, 95-114.
- Ruiz-Munzón, N., Matheron, Y., Bosch, M. et Gascón, J. (2012). « Autour de l'algèbre : les entiers relatifs et la modélisation algébrico-fonctionnelle ». *Recherches en didactique de mathématiques*, « Enseignement de l'algèbre élémentaire, Bilan et perspectives » (hors-série), 87-106.
- Stéfanou A. (2018). L'éducation prioritaire, état des lieux. *Note d'information de la Depp*, n° 18.02.
- Vergnaud, G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherche en didactique des mathématiques*, 10 (2.3), 133–170.
- Vergnaud, G., Cortes, A. et Favre-Artigue, P. (1987), Introduction de l'algèbre auprès de débutants faibles. Problèmes épistémologiques et didactiques. *Dans Didactique et acquisition des connaissances scientifiques*, 259-288, Actes du colloque (Sèvres, mai 1987). La Pensée Sauvage éditions Grenoble.

<u>Programmes scolaires</u>

- Programme du cycle 4 en vigueur à la rentrée 2018-19 (2018) :
  - *Bulletin officiel* n° 30 du 26 juillet 2018. Arrêté du 17 juillet 2018. **Annexe 3 modifiant les programmes d'enseignement du cycle 4**. Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse
    http://cache.media.education.gouv.fr/file/30/62/8/ensel169_annexe3_985628.pdf

- **Programme d'enseignement du cycle d'approfondissement (cycle 4)**. Arrêté du 9 novembre 2015. *Bulletin officiel spécial* n° 11 du 26 novembre 2015. Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.
  http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=94717

Documents d'accompagnement

- Éduscol, 2016, Compétences travaillées en mathématiques : *Calculer*. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, mars.
  https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Competences_travaillees/37/0/RA16_C4_MATH_comp_calculer_554370.pdf
- Éduscol, 2016, Compétences travaillées en mathématiques : *Chercher*. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, mars.
  https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Competences_travaillees/12/5/RA16_C4_MATH_chercher_552125.pdf
- Éduscol, 2016, Compétences travaillées en mathématiques : *Communiquer à l'oral et à l'écrit*. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, mars.
  https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Competences_travaillees/54/8/RA16_C4_MATH_comm_ecrit_oral_pour_montage_548548.pdf
- Éduscol, 2016, Compétences travaillées en mathématiques : *Raisonner*. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, mars.
  https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Competences_travaillees/83/6/RA16_C4_MATH_raisonner_547836.pdf
- Éduscol, 2016, Ressources thématiques « Nombres et calculs » : *Utiliser le calcul littéral*. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, mars.
  https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Calcul_litteral/35/8/RA16_C4_MATH_nombres_calcul_calcul_litteral_doc_maitre_548358.pdf
- Éduscol, 2016, Ressources transversales : *La différenciation pédagogique*. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, mars.
  https://cache.media.eduscol.education.fr/file/ressources_transversales/93/4/RA16_C4_MATH_ladifferentiation_pedagogique_547934.pdf
- Éduscol, 2016, Ressources transversales : *Mathématiques et maitrise de la langue*. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, mars.
  https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Ressources_transversales/99/6/RA16_C3C4_MATH_math_maitr_lang_N.D_600996.pdf
- Éduscol, 2016, Ressources transversales : *Types de tâches*. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, mars.

https://cache.media.eduscol.education.fr/file/ressources_transversales/93/8/RA16_C4_MATH_types_de_taches_547938.pdf

- Éduscol, 2016, *Ressources pour l'évaluation en mathématiques*. Ressources d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, novembre. https://cache.media.eduscol.education.fr/file/mathematiques/33/1/EV16_C4_Maths_Situations_evaluation_690331.pdf

Annexe 1. Échantillonnage, analyse de la participation et redressement des données

Population cible et champ de l'enquête

La population cible est constituée d'enseignants de mathématiques, non stagiaires, en exercice en 2018-2019 dans un ou plusieurs établissements du premier cycle (ces derniers pouvant également exercer dans un établissement du second cycle) relevant du secteur d'enseignement public ou bien du secteur privé sous contrat avec l'État sur tout le territoire national (DROM compris). Leur service devait comprendre au moins 3,5 heures hebdomadaires dispensées en classe de troisième (volume horaire officiellement prescrit et pouvant être dépassé localement), ce volume minimal devant alors correspondre à la prise en charge dominante si ce n'est complète d'une classe donnée.

Au total, près de 18 500 enseignants correspondaient à ces critères, formant ainsi la population cible, dite d'intérêt. Après retrait des collèges ayant été associés à deux phases d'expérimentation, locale et nationale, donc des enseignants y ayant exercé, cette population cible a été réduite à quelque 15 647 professeurs répartis dans 5 836 établissements.

Échantillonnage

La taille de l'échantillon devait répondre à un triple objectif : obtenir in fine 1 250 vrais répondants tout en sollicitant le moins d'établissements scolaires possible, d'une part, et en incluant les collèges impliqués dans l'opération CEDRE qui comporteraient chacun au moins un enseignant appartenant à la population cible, d'autre part. Par simulations calculatoires successives s'appuyant sur les observations issues de l'expérimentation nationale (nombre moyen d'enseignants éligibles dans un collège et comportement de participation des enseignants), la taille a été portée à 792 collèges.

Le plan de sondage a comporté deux temps, celui des unités primaires (les collèges) puis celui des unités secondaires (les enseignants faisant partie de la population cible) parmi les unités primaires préalablement échantillonnées. Le premier temps a consisté en un plan d'une part stratifié combinant le secteur d'enseignement, l'appartenance éventuelle à un dispositif d'éducation prioritaire et la tranche d'unité urbaine ayant fait l'objet d'un regroupement de ses modalités (11 strates construites en tout dans la base de sondage), d'autre part équilibré selon le nombre d'enseignants de mathématiques appartenant à la population cible dans un collège, et, d'autre part encore, admettant une allocation de collèges proportionnelle à la taille de chaque strate observée dans la base de sondage. En outre, tous les collèges d'une même strate ont eu une probabilité égale d'être inclus dans la strate correspondante de l'échantillon d'unités primaires.

Parmi les 2 194 enseignants de mathématiques dont le service d'enseignement en classe de troisième avait une durée hebdomadaire minimale de trois heures et demie et qui exerçaient dans les 792 collèges échantillonnés, certains ne réunissaient pas, selon les directions de collège auprès de qui avait été collectée une information après le premier temps du sondage, tous les critères définissant la population cible ou se révélaient indisponibles. Finalement, un ensemble de 2 146 enseignants répartis dans 784 collèges a été retenu, sans qu'une sélection aléatoire relevant du second temps du plan de sondage n'ait été entreprise par prudence : il restait en effet possible de repérer après coup, c'est-à-dire lors de la période de passation ou au cours de la pré-exploitation des données collectées, de nouveaux individus s'avérant en réalité non conformes aux attendus de la population cible ou plus sûrement indisponibles. Dans le cas précis de cette enquête, il convient d'ailleurs de souligner que le fait d'être rendu indisponible sur une durée assez longue faisait *ipso facto* basculer l'enseignant concerné du côté de la non-conformité aux critères d'éligibilité.

Participation

L'administration de l'enquête en mai et juin 2019 *via* un questionnaire en ligne auto-rapporté a permis de collecter 1 923 réponses individuelles sur les 2 146 attendues, soit un taux brut de réponse égal à 89,6 %. La détection d'enseignants en réalité non éligibles, postérieure à la réalisation du plan de sondage en deux temps, a nécessité de corriger le nombre d'enseignants réellement éligibles à la fois parmi ceux qui avaient été sollicités pour répondre au questionnaire en ligne et parmi ceux qui ont ensuite fourni une réponse individuelle (taux apparent de réponse, intégrant ces corrections, égal à 91,2 %). Par ailleurs, l'examen du contenu même des réponses fournies par les enseignants éligibles a conduit à écarter plusieurs d'entre elles, jugées non exploitables car trop lacunaires : le taux apparent de réponse a ainsi été ramené à un taux réel de réponse égal à 86,3 %.

Redressement

La non-réponse partielle, présente dans les données exploitables, a d'abord été autant que possible amoindrie par un recours raisonné au système d'information. Les données ainsi corrigées ont ensuite été redressées, pour tenir compte de la non-réponse totale présente dans l'ensemble des enseignants sollicités, par le recours à un modèle de réponse à un corpus d'items, reposant sur l'utilisation de la fonction logistique. Tous les individus sollicités et véritablement éligibles (répondants comme non répondants) étaient, dans le cas présent, dûment munis de leur identifiant officiel ; il était dès lors possible d'extraire pour chacun d'eux les valeurs prises par un ensemble de variables, individuelles ou de collège, puisé dans le système d'information pour alimenter ce modèle. C'est la version la plus parcimonieuse de celui-ci qui a permis de déterminer la probabilité qu'avait un enseignant sollicité et véritablement éligible d'être considéré comme vrai répondant vis-à-vis du corpus d'items considéré. Un coefficient de pondération, inverse de cette probabilité estimée, a finalement été assigné à chacun des 1 801 enseignants répondants.