

L'expérimentation PACEM (Projet pour l'acquisition de compétences par les élèves en mathématiques) cherche explicitement à déterminer l'impact d'une action de formation continue d'enseignants sur les acquis de leurs élèves en mathématiques. Le dispositif de formation prend appui sur des évaluations standardisées et vise une évolution des pratiques de classe en prenant en compte les contraintes liées à l'exercice du métier d'enseignant au quotidien. Menée en 2010-2012 par la DEPP, cette expérimentation concerne la fin de l'école élémentaire¹ (CM1-CM2) et le début du collège (6^e-5^e). Les premiers résultats pour les classes de sixième sont particulièrement encourageants. La formation a globalement profité aux élèves des professeurs expérimentateurs et semble s'être diffusée au sein des équipes pédagogiques. Les observations en termes d'évolution des élèves selon le niveau, le sexe ou la zone d'éducation amèneront ensuite à traiter des problématiques aussi diverses que celles du rattrapage scolaire, de la réduction des écarts entre garçons et filles ou encore de la hausse du niveau des élèves en éducation prioritaire.

PACEM : une expérimentation de formation continue d'enseignants en mathématiques

Résultats en sixième

Contexte

Les évaluations nationales ou internationales conduites par la DEPP montrent des résultats convergents, parmi lesquels l'augmentation du nombre d'élèves de bas niveau et l'impact croissant de l'environnement socioéconomique des élèves sur leur performance scolaire. Ces résultats, mis en avant en particulier par PISA² et plus récemment par CEDRE³, ont accompagné la mise en place du socle commun en France, et la réécriture des programmes. Il est dès lors important de s'interroger sur la pénétration de ces nouveaux textes auprès du corps enseignant, de leur interprétation et de l'esprit dans lequel ils peuvent être mis en œuvre. En particulier, la transition école/collège est à nouveau remise sur le devant de la scène et son rôle prend une place tout à fait actuelle dans la réflexion sur la construction des parcours scolaires. Reste en outre posée la question de l'éducation prioritaire à laquelle on cherche toujours des réponses appropriées après trente ans de politiques volontaristes successives. Dans ce contexte, la question des enseignements à retirer des évaluations, *i. e.* leur usage à des fins d'enrichissement des pratiques pédagogiques des enseignants, prend une réelle importance. Cette question renvoie à la valorisation des

évaluations de la DEPP et à leur utilisation par les enseignants et les formateurs. Elle renvoie aussi au statut des évaluations exhaustives, à leur légitimité et à leur fonction, aux niveaux national, académique ou local. Un bon usage de ces évaluations oblige en conséquence à bien prendre en compte les caractéristiques de la formation des enseignants, de leur recrutement à leur formation continue, en passant par leur période de professionnalisation, que ce soit en formation initiale ou au cours des premières années d'exercice du métier. Par ailleurs, peu d'études se sont intéressées à l'influence d'une formation, et celles qui l'ont fait, en France et en ce qui concerne les mathématiques, portent sur les effets d'une formation sur les pratiques des enseignants, et non sur les résultats des élèves. Enfin, se posent un certain nombre de questions qui renvoient à la complexité du monde scolaire, aux contraintes de l'exercice du métier d'enseignant, à la notion de climat scolaire et, plus largement, à ce qu'on appelle l'effet établissement, l'effet classe et l'effet enseignant. Font également partie de cette complexité du monde scolaire la

1. On trouvera dans la *Note d'Information 12.16* (MEN-DEPP, octobre 2012) une description complète de l'expérimentation et la présentation des premiers résultats pour les élèves de CM1.

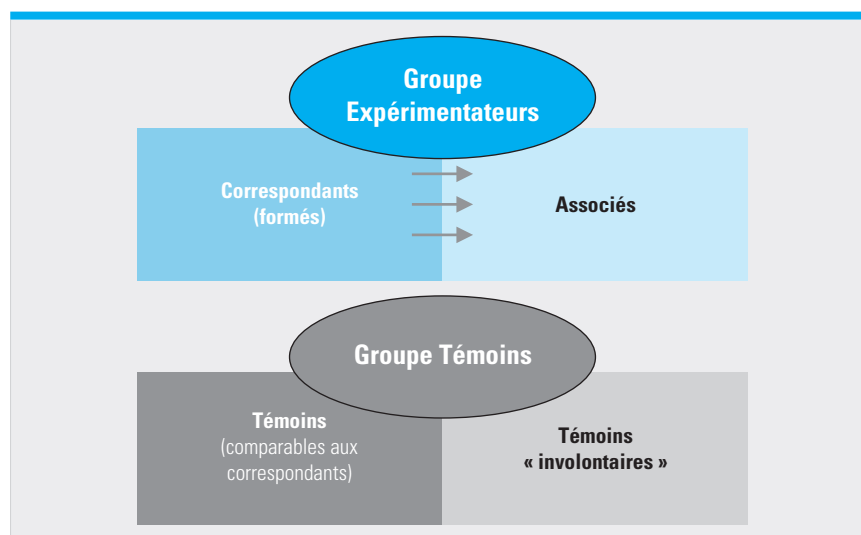
2. Programme international de suivi des acquis des élèves piloté par l'OCDE.

3. Cycle des évaluations disciplinaires réalisées sur échantillons, mis en œuvre par la DEPP.

question de la durabilité des effets mesurés, qui varient selon la discipline enseignée, et l'identification des pratiques efficaces ou des bonnes pratiques, autrement dit, de celles qui mènent à des apprentissages pérennes difficilement mesurables. C'est avec l'ambition de mesurer les effets d'un usage spécifique des évaluations standardisées que le projet PACEM a été conçu et développé au sein de la DEPP. Il comporte à la fois une dimension innovante dans sa définition et sa mise en œuvre, et un changement d'échelle dans ses résultats et dans son évaluation d'impact.

Une expérience originale

L'analyse statistique de l'expérimentation PACEM est guidée par les spécificités de celle-ci. La population étudiée se divise en deux groupes, l'un « expérimentateur » constitué d'élèves dont les enseignants exercent dans des collèges impliqués dans l'expérimentation, l'autre « témoin » tenu à l'écart du protocole de PACEM et servant de population de référence, afin de permettre une comparaison avec l'évolution des « élèves expérimentateurs ». Le groupe expérimentateur se subdivise en élèves d'enseignants « correspondants » bénéficiant d'une formation, et d'enseignants « associés », collègues de mathématiques de ces derniers au sein des collèges ciblés par l'expérimentation. Les témoins sont au départ de l'expérimentation des professeurs qui ont le même profil que les correspondants, c'est-à-dire des enseignants remarqués par l'inspection régionale, et volontaires pour s'engager dans le projet. Le choix entre témoins et correspondants est un appariement non aléatoire, destiné à respecter au mieux un équilibre entre les collèges des trois départements de l'académie de Créteil et une répartition entre éducation prioritaire et éducation non prioritaire. En 2010-2011, seuls les résultats des élèves de ces enseignants ont constitué des éléments de comparaison ; en 2011-2012, l'étude est étendue aux élèves d'autres classes témoins, celles de professeurs qui exercent dans les mêmes collèges que les témoins 2010-2011, et qui sont nommés par défaut « involontaires ». Une double comparaison est alors possible la seconde année :



entre les élèves des enseignants correspondants et ceux des enseignants témoins d'une part, entre les élèves des enseignants associés et ceux des enseignants involontaires d'autre part. La continuité des deux années d'étude est exploitée pour mettre en parallèle les évolutions des deux groupes d'expérimentateurs avec celles du groupe témoin.

Notons que la participation des professeurs « correspondants » et « témoins », qui repose sur le volontariat, renvoie assez bien à la réalité puisque les stages de formation continue à destination des enseignants du second degré sont eux-mêmes organisés sur la base de l'engagement volontaire des professeurs.

Les données sur les résultats des élèves ont été collectées à l'occasion de tests standardisés de septembre 2010 à mai 2012. Ces tests servent de référence pour apprécier l'impact de la formation continue des enseignants sur la performance des élèves. Parallèlement, des informations concernant le sexe et la date de naissance des élèves ainsi que la zone d'éducation – prioritaire ou non – dans laquelle l'établissement scolaire est situé ont été recueillies.

Un questionnaire a par ailleurs été adressé aux enseignants. Il vise à recueillir leurs caractéristiques, leurs pratiques quotidiennes et leurs représentations de la classe. Nous ne prenons en compte ces données dans l'interprétation des résultats que pour la première année d'expérimentation⁴.

Enfin, la singularité de cette expérimentation réside dans la simultanéité de l'analyse

et de la constitution même de l'objet d'étude, puisque celui-ci n'est pas uniquement constitué de l'analyse des scores des élèves, mais aussi des effets des relations complexes qui se nouent à plusieurs niveaux : entre les enseignants « correspondants » et les différents intervenants dans PACEM, entre les enseignants d'un même établissement scolaire, entre les enseignants et leurs élèves, et enfin entre les correspondants eux-mêmes.

Des échantillons homogènes

La première année de l'expérimentation PACEM en classe de sixième a porté sur 2 276 élèves présents conjointement aux évaluations de septembre 2010 et de mai 2011. Ces élèves se répartissent dans 36 établissements au sein de trois départements (Seine-et-Marne, Seine-Saint-Denis et Val-de-Marne) et composent 109 classes. Les élèves de « correspondants » représentent 29 % de l'échantillon (661 élèves), ceux de « témoins » comptent pour 20,3 % de la population (462 élèves) tandis que la proportion d'« associés » s'élève à 50,66 % (1 153 élèves). Pour la seconde année d'expérimentation, on dénombre 3 060 élèves regroupés dans 146 classes ayant participé aux tests de début et de fin d'année. Les élèves de « correspondants » représentent cette fois 19,3 % de l'échantillon (591 élèves), ceux de « témoins » comptent pour 17,1 % de la population (524 élèves) tandis que la proportion d'« associés »

4. Les données recueillies en juin 2012 n'ont pas encore été traitées.

TABLEAU 1 – Structure de l'échantillon selon le type d'enseignant

Année 2010-2011	Élèves		Classes		Éducation prioritaire		Garçons		Élèves « à l'heure »		Élèves « en retard »	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	% du type de classe	Nombre	% du type de classe	Nombre	% du type de classe	Nombre	% du type de classe
Associés	1 153	50,66	55	50,46	496	43,02	592	51,34	932	80,83	199	17,26
Correspondants	661	29,04	32	29,36	299	45,23	343	51,89	520	78,66	121	18,31
Témoins	462	20,30	22	20,18	308	66,67	224	48,48	344	74,45	112	24,24
Total	2 276	100,00	109	100,00	1 103	48,46	1 159	50,92	1 796	78,91	432	18,98

Année 2011-2012	Élèves		Classes		Éducation prioritaire		Garçons		Élèves « à l'heure »		Élèves « en retard »	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	% du type de classe	Nombre	% du type de classe	Nombre	% du type de classe	Nombre	% du type de classe
Associés	1 221	39,9	58	39,72	623	51,02	625	51,19	989	81,00	216	17,69
Correspondants	591	19,31	28	19,17	232	39,25	303	51,27	467	79,02	107	18,10
Involontaires	724	23,66	35	23,97	474	65,47	362	50,00	598	82,60	121	16,71
Témoins	524	17,12	25	17,12	238	45,42	255	48,66	416	79,39	92	17,56
Total	3 060	100,00	146	100,00	1 567	51,21	1 545	50,49	2 470	80,72	536	17,52

Source : MEN-MESR-DEPP

s'élève à 39,9 % (1 221 élèves) et celle d' « involontaires » à 23,7 % (724 élèves). Le *tableau 1* résume les traits saillants de cette structure.

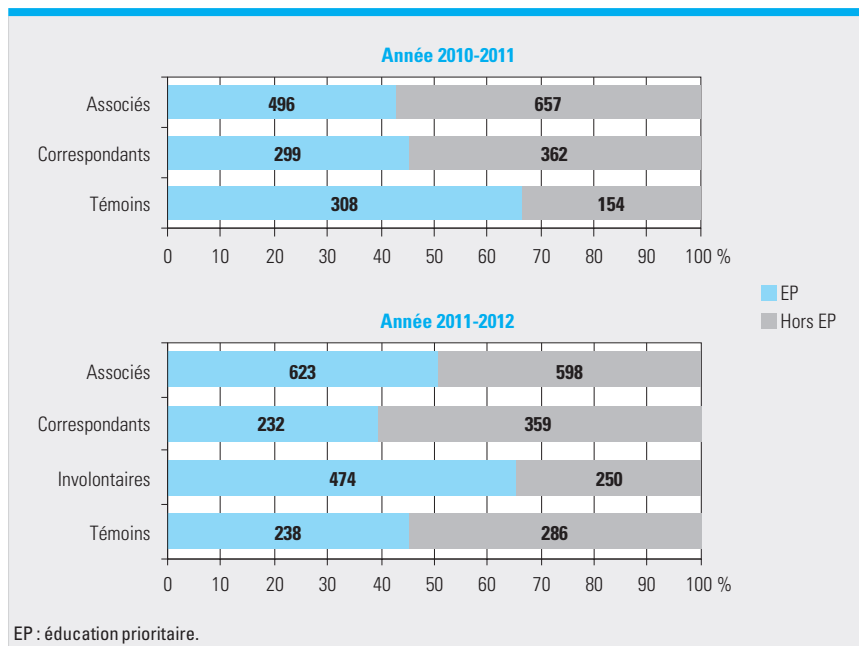
Au regard des caractéristiques des élèves, on constate une forte homogénéité tant selon le sexe – les parts de garçons comme de filles sont comprises entre 48 % et 52 % de la population de chaque type de classe les deux années – qu'en fonction de l'âge de scolarité : la première année, au sein de chaque type de classe, entre 75 % et 81 % des élèves sont « à l'heure » (c'est-à-dire nés en 1999), entre 1,3 % et 3 % sont « en avance » (nés après 1999) et entre 17 % et 24 % sont « en retard » (nés avant 1999). Cette dernière répartition se resserre la seconde année, pour laquelle entre 79 % et 83 % des élèves sont « à l'heure » et entre 16 % et 18 % sont « en retard ».

En 2010-2011, l'échantillon PACEM apparaît moins robuste si l'on se réfère à une structure par zone d'éducation. Tel qu'illustré par le *graphique 1*, on remarque en effet un ratio d'élèves scolarisés en éducation prioritaire de deux pour un chez les témoins mais seulement d'un pour un chez les correspondants et les associés. On ne saurait ignorer cette spécificité de l'échantillon si l'on désire fonder nos analyses « toutes choses égales par ailleurs », mais là encore, la seconde année d'expérimentation s'avère plus homogène dans sa composition, et légitime la production de premiers résultats.

La nette progression des élèves expérimentateurs

L'analyse descriptive des résultats sur 2010-2011 accrédite la thèse d'un effet

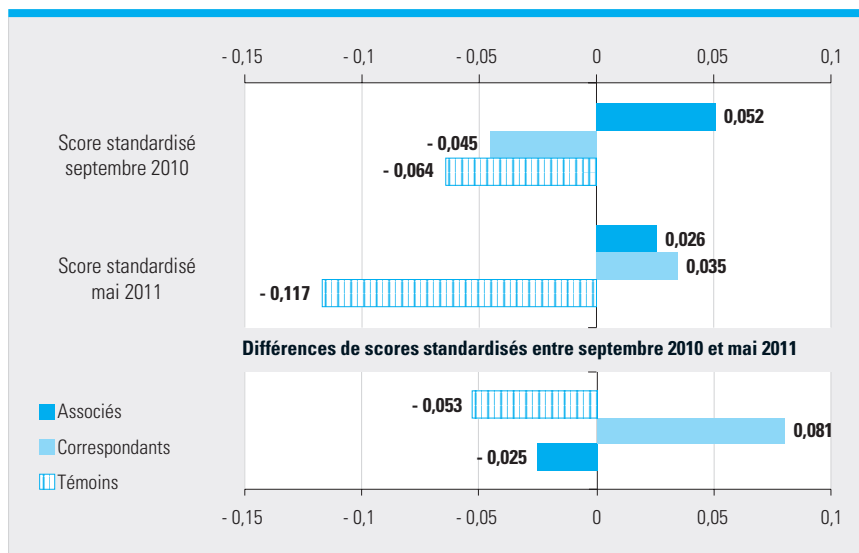
GRAPHIQUE 1 – Composition des trois groupes d'élèves en fonction de la zone d'éducation de l'établissement scolaire



EP : éducation prioritaire.

Source : MEN-MESR-DEPP

GRAPHIQUE 2 – Scores standardisés aux tests de septembre 2010 et mai 2011 selon le groupe d'élèves



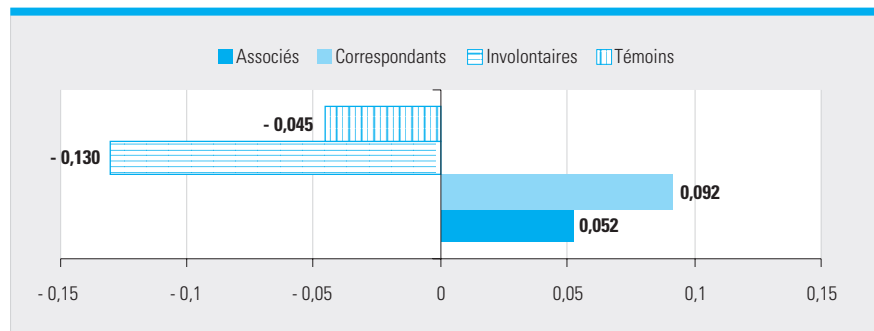
Source : MEN-MESR-DEPP

significativement positif de l'expérimentation PACEM sur la progression des élèves des enseignants expérimentateurs. Afin de rendre comparables les scores des élèves aux tests de septembre et de mai, ces scores ont tout d'abord été standardisés⁵. Le *graphique 2* révèle alors une plus forte progression des élèves d'enseignants correspondants relativement aux élèves d'enseignants témoins, puisque le score standardisé des premiers s'est accru de 8 points d'écart-type entre les deux phases, tandis que celui des seconds a chuté de 5 points. Dit autrement, les élèves d'enseignants ayant bénéficié d'une formation spécifique voient leurs scores augmenter de plus de 13 points d'écart-type au cours de l'année par rapport aux scores des autres élèves. D'après le *graphique 3*, cet écart se maintient la seconde année. Quant à la comparaison involontaires/associés, on constate une différence de plus de 18 points d'écart-type en faveur des élèves d'enseignants associés, alors qu'il faut rappeler que ces derniers n'ont pas bénéficié d'une formation qui leur était directement adressée. Enfin, dernier élément remarquable, les élèves d'enseignants associés, dont la progression n'était supérieure que de 3 points d'écart-type à celle des élèves d'enseignants témoins en 2010-2011 voient cet écart s'accroître pour atteindre presque 10 points.

L'utilisation de tests statistiques appliqués aux moyennes de scores standardisés dévoile des résultats qui méritent d'être soulignés. Ainsi, en 2010-2011, les filles élèves d'enseignants correspondants voient leur score s'accroître en moyenne de 18 points d'écart-type de plus que celui des filles élèves d'enseignants témoins (*graphique 4*). Pour ce qui est des zones d'éducation prioritaire, les scores des correspondants ont augmenté de 13 points d'écart-type en moyenne par rapport à ceux des associés, tels que représentés sur le *graphique 5*. Mais il n'y a pas de différence significative d'écart de score entre élèves d'enseignants témoins et associés d'une part, et entre élèves d'enseignants témoins et correspondants d'autre part, du fait de la grande proximité des intervalles de confiance.

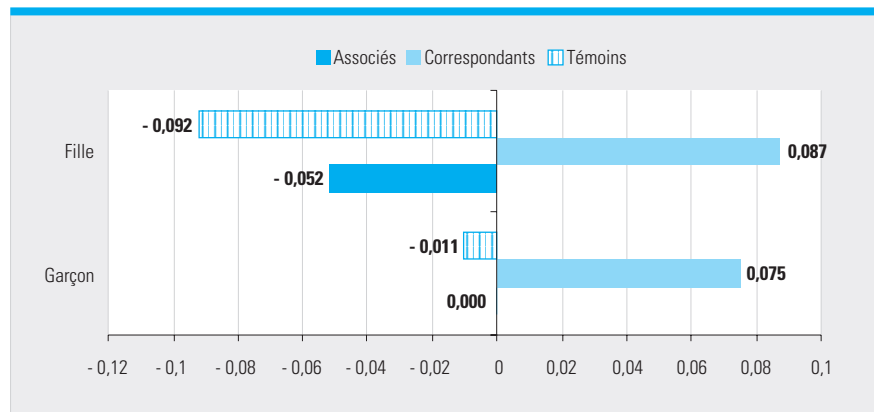
5. Pour chaque test, le « 0 » de l'axe vertical indique la moyenne de l'ensemble des élèves.

GRAPHIQUE 3 – Écarts de scores standardisés entre les tests de septembre 2011 et de mai 2012



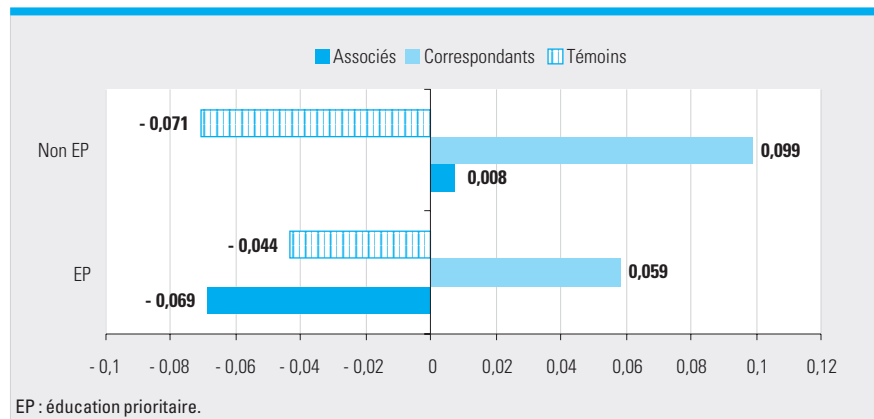
Source : MEN-MESR-DEPP

GRAPHIQUE 4 – Écarts de scores standardisés entre septembre 2010 et mai 2011 selon le sexe de l'élève



Source : MEN-MESR-DEPP

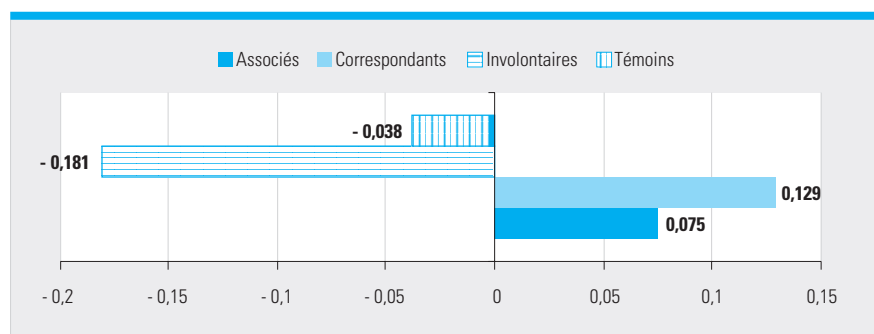
GRAPHIQUE 5 – Écarts de scores standardisés entre les tests de septembre 2010 et mai 2011 selon la zone d'éducation de l'établissement scolaire



EP : éducation prioritaire.

Source : MEN-MESR-DEPP

GRAPHIQUE 6 – Écarts de scores standardisés entre les tests de septembre 2011 et mai 2012 en zone d'éducation prioritaire



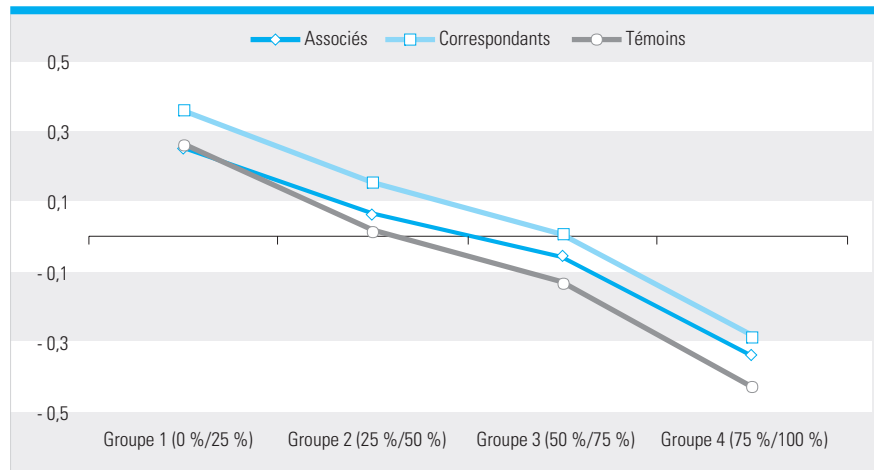
Source : MEN-MESR-DEPP

En 2011-2012, les faits saillants, reportés sur le *graphique 6*, concernent les élèves de l'éducation prioritaire. À un seuil de plus de 99 % de significativité, les élèves d'enseignants associés ont amélioré leurs résultats de 25,6 points d'écart-type de plus que ceux des élèves d'enseignants involontaires. On note aussi une progression des élèves d'enseignants correspondants de 16,7 points supérieure à celle des élèves d'enseignants témoins, valeur significative à 90 %. Parmi les filles, les scores des élèves d'enseignants associés progressent de 20,4 points de plus que ceux des élèves d'enseignants involontaires (résultat significatif à 99 %), mais on observe la même tendance – bien que caractérisée par une valeur inférieure – chez les garçons, ce qui permet de penser que la distinction entre élèves d'enseignants associés et involontaires ne saurait se faire selon le sexe. Enfin, sur les deux années, aucune différence d'évolution des scores n'est notable concernant les élèves « en retard », et l'on retrouve des résultats identiques à ceux de l'échantillon total chez les élèves « à l'heure ».

Les premières observations issues d'une analyse axée sur les caractéristiques objectives des élèves (sexe et âge) peuvent être complétées en prenant en compte les niveaux des élèves. À cette fin, nous avons divisé notre échantillon d'élèves en groupes déterminés par les quartiles de la distribution des scores standardisés au test de début d'année. Quatre groupes ont ainsi été constitués, allant du groupe 1 constitué par les élèves aux scores les moins élevés au groupe 4, formé par ceux dont les scores sont les plus élevés. En analysant la différence de score standardisé des élèves de chacun de ces groupes entre les tests de début et de fin d'année, il nous est alors possible de cerner plus précisément les groupes d'élèves affectés par l'expérimentation.

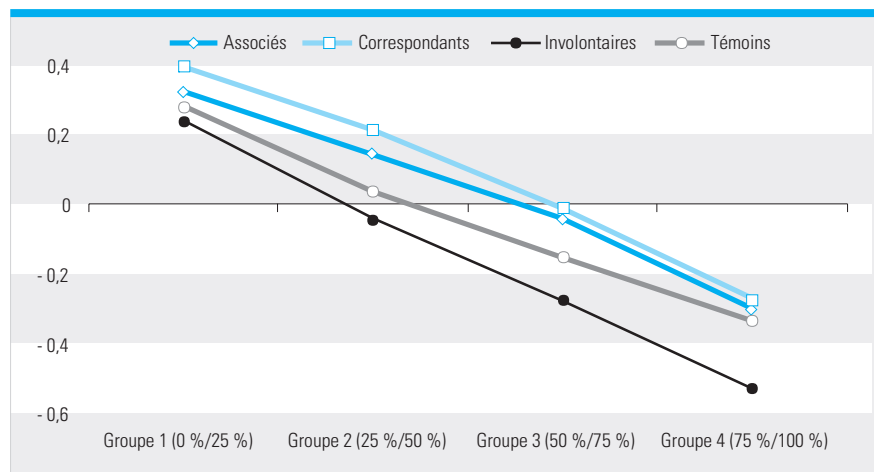
Une progression globalement plus forte des élèves d'enseignants correspondants par rapport aux élèves d'enseignants témoins est là encore notable (*graphiques 7 et 8*), et semble affecter les quatre groupes durant les deux années d'expérimentation⁶. La courbe des élèves d'enseignants associés est comprise entre les deux autres en 2010-2011, ce qui n'est plus vrai en 2011-2012. Le *graphique 8* incite en outre

GRAPHIQUE 7 – Écarts de scores standardisés entre septembre 2010 et mai 2011 selon le niveau initial des élèves



Source : MEN-MESR-DEPP

GRAPHIQUE 8 – Écarts de scores standardisés entre septembre 2011 et mai 2012 selon le niveau initial des élèves



Source : MEN-MESR-DEPP

à penser que plus les élèves sont en difficulté, plus ils sont bénéficiaires de l'expérimentation chez les élèves d'enseignants correspondants par rapport aux témoins, tandis que ce serait l'effet inverse chez les élèves d'enseignants associés relativement aux élèves d'enseignants involontaires⁷.

PACEM : une piste à poursuivre ?

L'étude des résultats de l'expérimentation PACEM va au delà d'une simple validation de son efficacité à court terme. Si son impact sur la progression globale des élèves d'enseignants correspondants est avéré, il est tout aussi intéressant sur celle d'élèves d'enseignants associés. En effet, la conduite de l'expérimentation sur deux années successives a non seulement permis de mettre à jour une progression

des élèves d'enseignants associés par rapport à ceux des « témoins involontaires », qui ont *a priori* un profil et un engagement dans le projet semblables, mais aussi par rapport à ceux des témoins 2010-2011, comparables pour leur part aux correspondants du projet. On peut donc conclure à un impact positif direct du dispositif sur les professeurs formés, mais aussi discerner le signe d'une dynamique collective enclenchée par les enseignants ayant le statut de correspondants PACEM et d'une diffusion de « bonnes pratiques » au sein des équipes pédagogiques.

6. Le fait que les évolutions de scores des élèves des groupes 3 et 4 soient négatives n'indique pas pour autant qu'ils aient régressé. Un travail d'harmonisation des difficultés des deux tests sera fait ultérieurement grâce à des items communs à ces tests.

7. Le fait que ce soit les élèves ayant les scores les plus bas au test 1 qui progressent le plus n'est ni surprenant, ni lié à l'expérimentation.

Il est évident que ces premiers résultats méritent d'être approfondis en vue de développer un raisonnement « toutes choses égales par ailleurs » sur les effets de diverses variables quant à la progression effective des élèves aux évaluations standardisées. Ce travail est actuellement en cours. De même, une étude qualitative des réponses des enseignants au questionnaire qui leur a été proposé viendra compléter ce premier bilan, et une analyse quantitative complémentaire de ce questionnaire permettra peut-être de mieux interpréter les résultats obtenus. Enfin, il est essentiel de rappeler ici toute la prudence dont on doit faire preuve quant à la nature et la pérennité des acquis des élèves dont on fait l'hypothèse que les tests rendent compte. Toutefois, et compte tenu des résultats positifs dès à présent mis en évidence, il est légitime de réfléchir à la suite qui peut être donnée à une expérimentation de ce type. Sans évoquer les investigations propices à des travaux de recherche, et sans viser à tout prix une extension trop large ou trop rapide, plusieurs pistes concrètes peuvent être dès à présent envisagées, au premier rang desquelles la poursuite de la démarche engagée dans les établissements expérimentateurs intéressés, et donc un travail de soutien et d'accompagnement auprès des professeurs correspondants impliqués dans PACEM. Une autre perspective à court terme peut être une action de même nature à lancer dans les collèges témoins, qui constituent *a priori* un terrain favorable de mise en œuvre. À moyen terme, c'est sur la formation de formateurs qu'il serait sans doute essentiel de mettre l'accent. Certains correspondants, riches de la formation reçue et de leur engagement au niveau de leur établissement, peuvent constituer des ressources intéressantes au niveau académique, plusieurs d'entre eux ayant d'ailleurs pris une part importante dans l'amélioration des liaisons école-collège au cours des deux années d'expérimentation. Parallèlement, c'est une diffusion du protocole de PACEM auprès

8. L'expérimentation PACEM a été présentée au cours du 19^e colloque de la Commission de Recherche sur la Formation des Enseignants de Mathématiques (CORFEM) qui s'est tenu en juin 2012 à Besançon.

de formateurs ou de futurs formateurs de mathématiques, en formation initiale et en formation continue qui pourrait être envisagée⁸. Enfin, la question du transfert de PACEM à d'autres matières et celle de l'extension de sa mise en œuvre à d'autres équipes pédagogiques que celles de mathématiques pourraient constituer

une avancée dans la réflexion actuelle sur l'école.

Jean-François Chesné,
Sandrine Prost-Dambéle, DEPP B4,
et Raphaël Lardeux, ENS Lyon

Avec la collaboration de
Christelle Raffaëlli, DEPP B4

PACEM : description du dispositif en sixième

L'étude porte sur un domaine spécifique du programme de mathématiques – Nombres et calcul – choisi en accord avec l'inspection régionale de mathématiques de l'académie de Créteil, et plus particulièrement sur les nombres décimaux et le passage au quotient. Les notions travaillées sont l'écriture des nombres, le calcul et la résolution de problèmes.

Un test effectué en début d'année scolaire sert à la fois de mesure en début d'expérimentation et d'appui pour la formation et les stratégies d'enseignement mises en places dans les collèges. La mesure des acquis des élèves est faite par un test en fin d'année. Les résultats des élèves concernés par PACEM ont été restitués dans tous les collèges, expérimentateurs et témoins.

La formation des 19 enseignants correspondants (soit un par collège expérimentateur) s'est déroulée sur six demi-journées réparties dans l'année, conformément à un format classique de stage de formation continue. Elle a comporté des moments de régulation de l'expérimentation, et pour sa part la plus importante, un volet didactique. Un accent particulier a été mis sur le calcul mental (au sens large). Une plate-forme en ligne a permis de déposer les documents de formation, et dans un moindre degré, de mutualiser des ressources apportées par les enseignants.

La formation n'a pas eu comme objectif de prescrire telle ou telle méthode, mais d'ouvrir la palette des pratiques possibles des enseignants en jouant sur une modification de leurs représentations et sur leur outillage didactique, intellectuel et pratique. Les moyens utilisés pour atteindre ce double objectif sont l'utilisation des résultats aux tests, destinés à sensibiliser les enseignants sur le niveau initial de leurs propres élèves, la mise en relief des notions (analyse des programmes, nature des connaissances à enseigner, liens entre elles, hiérarchisation, etc.), des apports théoriques, un travail sur des contenus à proposer aux élèves et des manières possibles de le faire, et enfin une phase de contextualisation et de structuration, afin de ne pas laisser à la charge des seuls enseignants un travail de réorganisation qui favorise leur appropriation des contenus de la formation dans la perspective de leur utilisation en classe.

Les moyens mobilisés pour ce dispositif sont ceux d'une action de formation continue ordinaire de 18 heures, auxquels il convient d'ajouter 1 heure supplémentaire année (1 HSA) attribuée à chaque enseignant correspondant pour son investissement dans son établissement (mise en œuvre de l'expérimentation et organisation de son évaluation).

Pour en savoir plus

Butlen D., *Le calcul mental entre sens et technique*, Presses universitaires de Franche-Comté, 2007.

Peltier M.-L. et al., *Dur, dur d'enseigner en ZEP – Analyse de pratiques des professeurs des écoles*, Grenoble, La Pensée Sauvage, 2004.

Vandebrouck F. (coordinateur), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*, Toulouse, Octares Éditions, 2007.

www.education.gouv.fr/statistiques
depp.documentation@education.gouv.fr