

Les acquis des élèves en calcul à l'issue de l'école primaire

Jean-François Chesné

Professeur agrégé de mathématiques, chargé d'études au bureau de l'évaluation des élèves, direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance, MEN et formateur à l'IUFM de Créteil

Une des missions de la direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP) est de concevoir et de mettre en œuvre des évaluations, des enquêtes et des études sur différents aspects du système éducatif français.

Un certain nombre d'entre elles portent sur les acquis des élèves en mathématiques à l'issue de l'école primaire. Ces matériaux font ici l'objet d'une analyse approfondie. Compte-tenu de leur richesse et de leur diversité, cette analyse est pour l'instant limitée au calcul : calcul mental, calcul posé et leurs liens avec les procédures utilisées dans la résolution de certains problèmes. Cet article présente une synthèse du travail en cours.

Le travail réalisé se place dans une période charnière en France : un nouveau programme pour l'école primaire¹ est entré en vigueur depuis septembre 2008 ; un autre, pour le collège², est appliqué à compter de septembre 2009, et tous les deux sont déclinés en termes de compétences qui relèvent, ou non, de la maîtrise du socle commun de connaissances et de compétences. Toutes les études sur lesquelles nous nous appuyons ont été réalisées sur des échantillons d'élèves qui n'ont connu, ni le nouveau programme de l'école, ni *a fortiori* celui du collège. Les résultats que nous présentons constituent donc à la fois des éléments de repère pour l'avenir, qui pourront être lus comme ceux d'une année « zéro », et des éléments de calibrage pour l'évaluation des élèves. Nous avons décidé d'appuyer les résultats présentés et leur analyse sur les programmes actuels, en les éclairant par une approche didactique des tâches proposées.

Nous avons choisi de nous intéresser au calcul et à la résolution de problèmes à support numérique. Ce choix est en partie basé sur le nombre d'items présents dans l'ensemble des évaluations dont nous disposons. Mais

il prend en compte également l'importance réaffirmée du calcul dans l'activité mathématique [5] et le questionnement sur l'enseignement du calcul³.

LES DIFFÉRENTES ÉVALUATIONS MENÉES PAR LA DEPP

Les évaluations nationales⁴, menées par la DEPP, en mathématiques sont de plusieurs natures :

- diagnostiques, telles les évaluations menées de 1989 à 2008 à l'entrée en CE2 et à l'entrée en sixième ;
- conçues pour fournir des indicateurs dans le cadre de la LOLF (depuis 2007) ;
- à objectif de comparaison temporelle comme l'étude 1987-2007 ;

NOTES

1. <http://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/default.htm>

2. http://media.education.gouv.fr/file/special_6/52/5/Programme_math_33525.pdf

3. Nous citerons à ce sujet le rapport d'étape de la Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques (CREM) sur le calcul : <http://smf.emath.fr/Enseignement/CommissionKahane/>

4. La DEPP est aussi maître d'œuvre pour l'évaluation internationale PISA.

– bilans en fin d'école et en fin de collège : évaluations CEDRE (cycle d'évaluations disciplinaires réalisées sur échantillons), menées pour la première fois en 2008 pour les mathématiques.

Toutes ces évaluations ont fait l'objet d'un traitement statistique basé sur les résultats d'un échantillon représentatif variant entre 3 000 et 8 000 élèves par niveau de scolarité. Selon les évaluations, le secteur privé est pris ou non en compte.

Les évaluations à l'entrée en sixième⁵

Ces évaluations, mises en place pour la première fois en septembre 1989 et pour la dernière en septembre 2008, étaient destinées « à aider les enseignants à mieux identifier les lacunes de leurs élèves dans les apprentissages de base : lecture, écriture, mathématiques ». ⁶ C'est en cela

qu'elles étaient avant tout définies comme diagnostiques.

Les épreuves

Les épreuves étaient composées de deux à quatre séquences de travail de 30 à 40 minutes chacune. Le rythme des réponses aux items était soit libre (à l'intérieur d'une séquence), soit imposé par l'enseignant (en conformité aux consignes données). Une centaine d'items était répartie à la fois selon les grands domaines du programme et selon des objectifs en termes de compétences, ces deux paramètres étant variables selon les années. Les items étaient proposés aux élèves sous une forme habituelle de celle de la classe, c'est-à-dire avec un énoncé donné, et une réponse à produire par les élèves (calcul, tracé, etc.).

Les procédures

Des consignes de passation étaient données aux enseignants chargés de faire passer les évaluations dans leurs classes respectives. Tous les élèves avaient les mêmes cahiers, identifiés. Ces cahiers étaient corrigés par les enseignants eux-mêmes et restaient à leur disposition tout au long de l'année.

Commentaires

Depuis la première de ces évaluations, de nécessaires précautions ont été prises par les différents responsables de la conception, de la passation et du traitement des résultats quant à l'usage et l'exploitation qui pouvaient en être faits. Sans revenir sur les différents contenus de ces évaluations, dépendant des choix effectués en fonction des priorités ministérielles et des objectifs qui en découlent, nous pouvons, en résumé,

rappeler qu'à propos des résultats, toute volonté d'exhaustivité serait abusive, toute tentative de comparaison temporelle normative serait illégitime⁷. La marge d'incertitude due à la correction est également à prendre en compte malgré la précision des consignes données. Cependant, compte-tenu du nombre d'années pendant lesquelles ces évaluations ont eu lieu et de la présence récurrente de certains types d'items proposés aux élèves, notamment en calcul, nous nous référerons soit aux taux de réussite aux items, soit aux analyses déjà menées sur ces items ou leurs résultats afin de compléter notre travail sur les acquis des élèves relativement à certains types de tâches. Nous ajouterons enfin, que la remarquable stabilité des taux de réussite aux items proposés aux élèves entre 2005 et 2008 sur les mêmes protocoles, permet certainement de dépasser, dans le domaine de la connaissance des nombres et du calcul, de simples constats portant sur des items isolés⁸ : nous nous restreindrons donc, dans le cadre de cet article, à ces dernières évaluations.

Les évaluations des compétences de base en fin d'école et en fin de collège⁹

Parmi les indicateurs retenus en 2007 dans le cadre de la LOLF – loi organique relative aux lois de finances – figurent les proportions d'élèves qui maîtrisent les compétences de base en français et en mathématiques en fin d'école et en fin de collège. À l'opposé des évaluations à l'entrée en sixième, la comparabilité dans le temps est le critère fondamental qui a déterminé la méthodologie utilisée pour l'élaboration d'évaluations

NOTES

5. Tout le matériel d'évaluation (cahier élève et cahier professeur) depuis 1998 est disponible à l'adresse : <http://educ-eval.education.fr>.

6. Revue *Éducation et formations*, Évaluations CE2-6^e Résultats nationaux, septembre 1990, Hors série janvier 1991, MEN-DEPP.

7. Profil des élèves en début de sixième – Évaluation de septembre 1998 – *Note d'information* n° 99.34, septembre 99 <ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/dpd/ni9934.pdf>

8. 60 items sur 101 étaient consacrés à ce domaine lors de ces évaluations 2005-2008. 7 d'entre eux portaient sur le passage d'une écriture fractionnaire d'un nombre décimal à son écriture décimale (ou vice versa).

9. Méthodologie de l'évaluation des compétences de base en français et en mathématiques en fin d'école et en fin de collège – *Note d'information* n° 08.37, décembre 2008. http://media.education.gouv.fr/file/2008/23/3/NI0837_41233.pdf

destinées à fournir les indicateurs demandés, en termes de contenus et de protocoles.

Les épreuves

Les compétences de base ont été définies, en plusieurs étapes, relativement au socle commun de connaissances et de compétences. Le test lui-même se présente sous la forme d'un seul et même cahier pour tous les élèves : 68 items pour les élèves de CM2 et 52 pour ceux de troisième. Tous les items se présentent sous la forme de QCM. Leur sélection a respecté, autant que possible, l'équilibre entre les différents domaines du programme. L'évaluation dure une heure, et est prévue pour que tous les élèves aient le temps de répondre aux items.

Les procédures

Les procédures de passation et de correction des épreuves sont standardisées. La correction a été centralisée et fiabilisée, grâce notamment à une double correction.

Commentaires

L'objectif de ces évaluations est de fournir des indicateurs globaux en termes de proportions d'élèves. Ainsi, selon la méthodologie adoptée, ces évaluations font apparaître qu'environ 90 % des élèves maîtrisent les compétences de base en mathématiques. De plus, la méthode utilisée pour déterminer le seuil de maîtrise des compétences de base [3] a eu comme effet de ne retenir que des items se situant *a priori* dans « une zone flottante », c'est-à-dire choisis comme devant permettre de déterminer la maîtrise de ces compétences par les élèves. Pour cette raison, et compte tenu de la répartition des items selon les quatre domaines du programme en vigueur, nous ne

pourrons que très peu exploiter les résultats de ces évaluations dans le cadre de notre étude.

L'évolution des performances des élèves sur 20 ans

En 2007, la reprise d'une enquête de 1987, portant sur la lecture, le calcul et l'orthographe en fin de CM2, permet de comparer les performances des élèves à vingt ans d'intervalle, à partir des résultats observés aux mêmes épreuves [6]. De plus, des points intermédiaires de comparaison sont disponibles, en 1997 pour la lecture et en 1999 pour le calcul.

Les épreuves

Pour le calcul, les épreuves de 1987 étaient composées de 33 items (opérations et petits problèmes). En 2007, les épreuves ont été reprises à l'identique, à l'exception de certains items de calcul, hors programmes aujourd'hui, comme les divisions de nombres décimaux par exemple. Entre 1987 et 2007, des points de comparaison intermédiaires sont disponibles. Pour remplacer les items éliminés de l'épreuve de 1987, 11 items d'une évaluation menée en 1999 en fin de CM2 [4] ont ainsi été utilisés. Bien qu'il n'y ait pas d'items communs entre 1987 et 1999, il est possible d'établir des comparaisons entre les trois années 1987-1999-2007, grâce à des modèles statistiques adaptés¹⁰. Les épreuves ne comportaient pas de QCM : les élèves avaient à effectuer des calculs afin d'écrire les résultats d'opérations ou les réponses à des problèmes.

Les procédures

Les procédures sont standardisées : les consignes de passation et de correction des épreuves ont été

reprises à l'identique aux différentes périodes. De plus, en 2007, la correction a été centralisée et fiabilisée, grâce à un usage aléatoire de doubles corrections. Enfin, en 2007, toutes les réponses des élèves ont été numérisées.

Commentaires

Ces évaluations font apparaître une baisse importante des scores obtenus en calcul entre 1987 et 1999 (le score moyen diminue d'environ deux tiers d'écart-type). Cette baisse touche tous les niveaux de compétences et s'accompagne d'un accroissement de la dispersion des scores (augmentation de l'écart-type de 1 à 1,2 entre 1987 et 1999).

De 1999 à 2007, il s'opère un « tassement » des résultats : le score moyen est en légère baisse, mais de manière peu significative, au regard des marges d'incertitude inhérentes aux enquêtes sur échantillons. Parallèlement, la dispersion se stabilise avec une légère baisse, là encore peu significative. Ce redressement peut être imputable à la remise à l'ordre du jour du calcul dans les programmes de 2002 avec, en particulier, l'accent mis sur le calcul mental et l'apprentissage des techniques opératoires.

L'évaluation bilan CEDRE de fin d'école

La finalité d'une évaluation-bilan est d'approfondir la connaissance du système éducatif à une étape-clef de la scolarité (en fin de CM2 ou en fin de troisième). Les évaluations CEDRE ont pour objectifs de repérer quelles

NOTE

10. Cette comparaison est possible grâce à un modèle statistique appelé « modèle de réponse à l'item ».

sont les connaissances et les compétences acquises par les élèves dans une discipline, ainsi que les facteurs sur lesquels le système éducatif pourrait directement agir pour améliorer la réussite des élèves. Il s'agit donc essentiellement d'un outil de pilotage institutionnel fondé sur la mesure des acquis des élèves au regard des programmes nationaux. Les évaluations 2008, concernant les mathématiques, sont les dernières d'un cycle de six ans¹¹.

Les épreuves

Pour l'école, l'évaluation durait deux fois 45 minutes¹². Chaque élève devait effectuer 26 calculs mentaux, faire quelques exercices « ouverts » (production d'une réponse, d'un calcul ou d'une construction), et surtout, répondre à des QCM portant sur tous les domaines du programme.

Les procédures

Pour ces évaluations, la méthode des « cahiers tournants » a été utilisée afin d'évaluer un nombre important d'items sans allonger le temps de passation. Selon des contraintes très strictes, les items sont répartis dans des cahiers différents, qui comportent des items communs.

NOTES

11. Des évaluations bilans ont été menées précédemment dans d'autres disciplines. La première concernait la maîtrise de la langue et a eu lieu en 2003. Ont ensuite suivi celles relatives aux langues vivantes en 2004, à l'égard de la vie en société en 2005, à l'histoire-géographie et à l'éducation civique en 2006, et aux sciences expérimentales en 2007.

12. Une séquence supplémentaire de 30 minutes est consacrée à un questionnaire de contexte.

13. Une note d'évaluation présentant une synthèse des résultats est à paraître prochainement.

13 cahiers différents ont ainsi été utilisés pour l'école. Dans chaque école, la passation s'est effectuée sous la responsabilité d'un enseignant avec des consignes très rigoureuses.

La correction est standardisée ; les items « ouverts » ont été numérisés, puis corrigés par télécorrection par des enseignants formés, avec contrôle par un superviseur.

Commentaires

Ces évaluations¹³ font apparaître une hétérogénéité très importante des niveaux des élèves en mathématiques à la fin de l'école primaire : alors qu'environ 60 % d'entre eux ont des performances qui permettent de considérer qu'ils maîtrisent de façon satisfaisante ou très satisfaisante les compétences de fin d'école, presque 40 % de ces élèves semblent ne posséder que des capacités très fragiles ou très locales. En calcul, les lacunes concernent principalement le calcul mental, les opérations sur les décimaux et la résolution de problèmes à plus d'une étape. On peut évidemment penser que ces élèves auront des difficultés pour réussir leur scolarité au collège, sans pédagogie et/ou dispositifs particuliers.

LES PRINCIPAUX RÉSULTATS

Nous prendrons en compte des résultats issus de toutes ces évaluations, avec des précautions importantes liées à leur nature. En ce qui concerne les résultats issus d'évaluations différentes, leur mise en regard ne permet pas de comparaison directe, mais autorise la constitution de faisceaux de renseignements relativement à une compé-

tence donnée. Nous espérons donc ainsi pouvoir balayer l'ensemble des compétences du programme actuel de CM2 pour le calcul.

Calculer mentalement

L'accent sur le calcul mental apparaît à nouveau dans tous les programmes de mathématiques, de l'école primaire au lycée. Loin de l'aspect purement mécanique qu'il pouvait avoir jadis (on connaissait l'air sans forcément connaître les paroles), son enseignement est aujourd'hui vivement encouragé pour des raisons très diverses qui trouvent leurs fondements autant du point de vue des apprentissages intramathématiques que de celui de ses applications dans la vie courante [2]. Citons par exemple M. Artigue qui a participé aux travaux de la CREM sur ce thème [1] :

« Le calcul mental est pensé dans ses apports à la mémorisation et à la satisfaction des besoins mathématiques de la vie citoyenne. Il faudrait également souligner, d'une part, le rôle essentiel qu'il joue dans la conceptualisation du nombre par la façon dont il met en jeu les propriétés des nombres, de la numération décimale et des opérations, propriétés qui deviennent transparentes dans l'exécution des techniques opératoires, une fois celles-ci automatisées, d'autre part le fait que, bien conçu, il contribue très fortement au développement de la flexibilité du calcul, une flexibilité nécessaire à son utilisation raisonnée, et compense ainsi la rigidité qui accompagne nécessairement l'automatisation. »

Le calcul mental comprend à la fois le calcul automatisé et le calcul réfléchi. Concernant le premier, nous pouvons dire que les additions et les soustractions automatisées semblent

acquises par 90 % des élèves (ZEP ou hors ZEP), alors que les tables de multiplications, en particulier celles de 7 et de 8, ne sont mobilisables très rapidement que par 60 à 90 % des élèves (ne parlons pas du 7 fois 8 ou du 8 fois 7 !). La maîtrise des opérations rapides avec des multiples de 15 ou de 25 est également très variable. En ce qui concerne le calcul réfléchi, les tâches simples additives (ex : $25 + 28$; $126 + 9$) sont réussies par environ 80 % des élèves ; en revanche, seuls 30 à 60 % des élèves réussissent les calculs dès que les nombres mis en jeu sont plus grands (ex : $37 + 99$; $3600 + 1400$), ou que l'opération mobilisée est une multiplication (20 fois 18 ; 30 multiplié par 21). On peut souligner pour ces items, d'une part, la proximité évidente entre calcul et numération, et d'autre part le travail cognitif plus important à la charge des élèves.

Effectuer un calcul posé¹⁴

En 2008, environ 80 % des élèves en fin de CM2 savent effectuer une addition ou une soustraction sur des nombres entiers de 3 à 4 chiffres, avec retenues. Ce pourcentage a baissé d'environ 10 points par rapport à 1987. En ce qui concerne les nombres décimaux, les items dont nous disposons suggèrent une diminution importante des pourcentages de réussite (entre 50 et 75 %), accentuée pour la soustraction. De plus, la variation des scores

NOTES

14. Le terme calcul posé est à prendre au sens large puisqu'il recouvre aussi des calculs écrits en ligne, que les élèves peuvent ou doivent poser selon les cas.

15. Une division euclidienne est une division qui ne fait intervenir que des nombres entiers.

selon les nombres mis en jeu dans les opérations incite à penser que c'est autant la maîtrise des nombres décimaux que celle de la technique opératoire qui doit être mise en cause.

Environ 70 % des élèves en fin de CM2 savent effectuer une multiplication de deux nombres entiers. L'écart constaté entre la fin de CM2 et l'entrée en sixième [4], sur des tâches très voisines, permet, en outre, de penser que la technique opératoire n'est pas stabilisée chez environ 15 % de ces élèves. En ce qui concerne les décimaux, les seuls items proposés portent sur la multiplication d'un décimal par un entier et les scores de réussite sont compris entre 40 % et 50 % en fin de CM2 (et déclinent à 30 % environ en début de sixième). Environ 60 % des élèves en fin de CM2 savent multiplier un nombre décimal par 100 ou 1000. Ce taux a très faiblement évolué depuis 1999. Toutefois, il est, en 2008, largement supérieur aux taux observés sur les items des évaluations nationales à l'entrée en sixième visant la même compétence : par exemple, l'item M4 ($1,54 \times 1000$) de l'évaluation à 20 ans d'intervalle est réussi par 57,5 % des élèves de CM2 en 2007 alors que l'item 92 de l'évaluation de septembre 2008 ($35,2 \times 100$) n'est réussi que par 31,6 % d'entre eux. En outre, cet écart s'est accentué entre 1998 et 2008 : en effet, ce même item avait déjà été proposé en 1998 en début de sixième avec un taux de réussite égal à 56,7 %, contre 62,2 % en fin de CM2 [4].

Entre 50 et 70 % des élèves savent faire des divisions euclidiennes¹⁵ simples (les tables de multiplication mises en jeu étant celles de 1, 2, 3, 4, 5, et le diviseur ayant 1 ou 2 chiffres). Ces pourcentages

sont également ceux obtenus sur la division par 10 ou 100, mais, comme pour les multiplications, les tâches proposées dans les évaluations d'entrée en sixième obtiennent un score de réussite beaucoup plus bas.

Résoudre des problèmes

La résolution de problèmes apparaît finalement comme un champ relativement peu évalué dans les enquêtes dont nous disposons, et à propos duquel les résultats obtenus doivent être traités avec beaucoup de prudence. Les modalités d'évaluation les plus couramment utilisées, QCM ou absence de remontée des productions des élèves, pourraient en être la raison principale. D'une part, les procédures réellement utilisées par les élèves ne nous sont pas connues, sauf partiellement pour l'évaluation à 20 ans d'intervalle : par exemple, le recours à une addition itérative peut avoir été effectué dans le cadre de la résolution d'un problème initialement conçu pour évaluer la maîtrise de la multiplication. D'autre part, le fait que les élèves aient à choisir la bonne réponse parmi celles qui leur sont proposées ne permet pas toujours de déterminer si la maîtrise d'une opération est atteinte par ceux qui donnent la bonne réponse : par exemple, une procédure reposant sur une multiplication peut être utilisée par un élève sans faire intervenir une division prévue *a priori* par le concepteur. Enfin, les énoncés eux-mêmes des problèmes proposés, courts, ciblés, correspondent très souvent à des tâches simples pour les élèves, et éliminent un certain niveau de complexité, même peu élevé, qui mettrait en jeu d'autres compétences que celles qui portent sur le choix et

la mise en œuvre d'une opération, comme par exemple la recherche de l'information utile.

Nous pouvons cependant dégager un certain nombre d'informations à partir des situations proposées qui portent toutes sur des grandeurs (ou des quantités).

Entre 60 et 70 % des élèves savent mettre en œuvre un raisonnement dans une situation de proportionnalité (par additivité, par homogénéité ou par retour à l'unité¹⁶) dans laquelle les relations entre les nombres mis en jeu sont simples. Nous entendons par relations simples des doubles, des moitiés, ou des relations additives très visibles (ex : $80 = 50 + 30$). Ce type de relations autorise des procédures non expertes sans recours explicite à un « grand » coefficient de linéarité (exemple, 10), ou un coefficient décimal (exemple 2,5). Dès que ce recours est attendu, ou en tout cas, dès qu'il faciliterait nettement la démarche, les scores de réussite peuvent rapidement devenir inférieurs à 50 %.

NOTES

16. Dans une situation de proportionnalité, le retour à l'unité n'est pas toujours nécessaire : par exemple, si 30 morceaux de sucre pèsent 240 g et 50 morceaux de sucre pèsent 400 g, on peut calculer la masse de 80 morceaux en effectuant $240 \text{ g} + 400 \text{ g}$ (additivité), et celle de 15 morceaux en divisant 240 g par 2 (homogénéité). Il n'est pas nécessaire, ni dans le premier cas, ni dans le deuxième de calculer la masse d'1 morceau de sucre.

17. Une situation de groupement (ex : 12 bonbons à mettre en paquets de 3) ou une situation de partage (ex : 12 bonbons à répartir entre 3 enfants) sont deux types de situations dont la solution experte fait appel à l'utilisation d'une division euclidienne.

18. Dans l'écriture décimale d'un nombre, entier ou non, un chiffre écrit à un rang donné vaut « dix fois plus » que s'il est écrit au rang suivant à droite.

Concernant les situations pour lesquelles la division euclidienne constituerait une procédure experte, nous pouvons dire que les réponses correctes aux problèmes proposés dans les différentes évaluations sont données par environ 40 % des élèves. Nous n'avons pas accès, sauf pour l'évaluation à 20 ans d'intervalle, aux procédures réelles utilisées par les élèves, en particulier sur celles qui utilisent des additions ou des multiplications successives. Les taux de réussite obtenus ne garantissent donc pas la maîtrise de la division dans le cadre de la résolution d'un problème. Il est enfin à noter que les énoncés correspondent presque tous à des situations de groupement¹⁷.

LES QUESTIONS POSÉES PAR LES RÉSULTATS DES ÉVALUATIONS

Nous avons choisi une entrée par les programmes pour des raisons de simplicité de présentation en nous appuyant sur un travail d'analyse des tâches proposées aux élèves dans différentes évaluations.

Une analyse poussée sur l'évolution des programmes, depuis 1970, qui touchent aujourd'hui directement la culture mathématique de la quasi-totalité des enseignants, serait sans doute nécessaire pour bien comprendre ce qui s'est joué, en particulier depuis deux décennies.

Trois éléments mériteraient notamment d'être interrogés :

- l'impact de la réforme des mathématiques modernes (on peut citer à titre d'exemple la place des grandeurs comme domaine d'enseignement et, en particulier, l'utilisation des unités dans les calculs) ;

- l'introduction des calculatrices (quel effet sur l'utilisation du temps scolaire pour le calcul ?) ;

- l'accent mis sur la résolution de problèmes (le sens au détriment de la technique ?).

L'évolution des profils des enseignants, leur formation et l'étude de leurs pratiques ordinaires pourraient également constituer un angle d'entrée complémentaire. Cela permettrait peut-être de mieux comprendre certains problèmes actuels de la profession en tentant de distinguer ce qui relève des obstacles conceptuels (par exemple les nombres décimaux) et ce qui tient aux obstacles didactiques (qui renvoient aux pratiques ; par exemple, l'enseignement des techniques opératoires).

À la lumière de l'ensemble des résultats, et de l'analyse de certaines productions d'élèves, nous pensons pouvoir être en mesure de souligner quelques aspects importants à propos de la connaissance des nombres et du calcul, comme :

- la nécessité de travailler le système de numération sur les nombres entiers (et en particulier la mobilisation du principe d'échange « à 10 contre 1 »)¹⁸ avant d'en faciliter le prolongement aux nombres décimaux ;
- la navigation réfléchie entre sens et technique, entre calcul et raisonnement, qui renvoie à un processus dialectique plus large entre performance et éducation numérique (« numératie ») ;
- le décalage temporel entre l'introduction des opérations dans des « problèmes » et l'apprentissage des algorithmes. Quand d'ailleurs estime-t-on qu'un élève maîtrise des algorithmes de calcul ?
- le développement à la fois parallèle et dialectique des compétences des élèves en calcul numérique et en calcul sur les grandeurs.

Il s'agit sans doute encore une fois de réfléchir en termes de coût de l'apprentissage, de priorités à accorder, d'équilibre à trouver.

Nous sommes conscients de ne pas avoir évoqué deux aspects du calcul dans cet article, faute de disposer de suffisamment d'items pour appuyer notre présentation :

– le calcul approché, essentiel par la souplesse qu'il nécessite et les estimations et contrôles qu'il permet en mathématiques, dans les autres disciplines et dans la vie courante ;

– le calcul instrumenté, dont la place à l'école primaire ne semble pas encore bien définie.

Avec l'orientation actuelle de l'en-

seignement et la mise en place du socle commun de connaissances et de compétences, il nous apparaît important de prendre en compte à différents niveaux ce que nous apportent les évaluations sur lesquelles nous nous appuyons, mais aussi de faire évoluer celles-ci vers des formules adaptées aux nouveaux enjeux. ■

BIBLIOGRAPHIE

[1] **Artigue, M.** (2007), *Quelques réflexions suscitées par la lecture du texte élaboré par l'Académie des sciences sur la place du calcul dans l'enseignement primaire.*

http://educmath.inrp.fr/Educmath/en-debat/place-du-calcul-enseignement-primaire/michele_artigue

[2] **Butlen, D.** (2007), *Le calcul mental entre sens et technique,*

Recherches sur l'enseignement des mathématiques aux élèves en difficulté, du calcul mental à la résolution des problèmes numériques, Presses universitaires de Franche-Comté.

[3] **Chesné, J.-F., Fumel, S., Rocher, T.** (2008), Méthodologie de l'évaluation des compétences de base en français et en mathématiques, *Note d'information* n° 08.37, MEN-DEPP, 2008.

http://media.education.gouv.fr/file/2008/23/3/NI0837_41233.pdf

[4] **Chollet-Remvikos, P., Levasseur, J.** (2004), Avant et après les vacances, évolution des acquis des élèves. Évaluation en fin de CE1 et début de CE2. Évaluation en fin de CM2 et en début de sixième, *Les Dossiers* n° 158, MEN-DEPP.

[5] **Jost, R.** (2004), « Le calcul numérique en question », *Les revues pédagogiques de la Mission laïque française*, Activités mathématiques et scientifiques, n° 54.

[6] **Rocher, T.** (2008), Lire, écrire, compter : les performances des élèves de CM2 à vingt ans d'intervalle 1987-2007, *Note d'information* n° 08.38, MEN-DEPP, 2008. http://media.education.gouv.fr/file/2008/23/9/NI0838_41239.pdf.