

L'évolution des connaissances qu'ont les enfants des fonctions cognitives de l'écriture des nombres : apport de l'épreuve DENORECO¹

Christelle Delaplace & Annick Weil-Barais

Laboratoire de Psychologie « Processus de Pensée et Interventions »

Université d'Angers²

christelle.delaplace@univ-angers.fr

annick.weil-barais@univ-angers.fr

Résumé

Nous présentons ici une épreuve (DENORECO) conçue dans la perspective d'évaluer la capacité des enfants à utiliser leur notation numérique des quantités pour résoudre des problèmes. Les résultats présentés comparent les réponses d'élèves du CP au CM2. Ils mettent en évidence les difficultés qu'ont les enfants à comprendre que l'écriture numérique des quantités préalablement dénombrées peut être ultérieurement réutilisée pour effectuer des calculs. Ils attirent l'attention sur un aspect jusqu'alors peu pris en compte dans les études concernant le développement des compétences numériques des enfants, à savoir leur connaissance des fonctions cognitives des systèmes de notation. Lorsque les notations sont produites par l'enfant à la demande, on n'est pas assuré que l'enfant comprenne bien la nature du lien entre ce qui est noté et les aspects de la réalité qui sont notés.

1 Introduction

Du point de vue anthropologique et psychologique, un certain nombre d'auteurs (en particulier, Olson, Goody, Vygotski) ont attiré l'attention sur le fait que l'écriture fait partie de ce qui a le plus transformé le psychisme humain. Par exemple, le fait de noter des informations permet de dépasser nos capacités de mémorisation, de communication, de réflexion et de raisonnement. L'écriture libère en partie des contraintes spatio-temporelles et cognitives (limitation de la mémoire de travail et de l'accès aux connaissances en mémoire à long terme). Ce qui est écrit peut être repris, retravaillé et réfléchi, à condition que les traces fassent sens pour la personne qui y est confrontée.

Si à l'échelle du développement de l'espèce l'idée d'une transformation des modes de pensée associée à l'invention, la transformation et l'instrumentation des systèmes d'écriture (l'imprimerie, les formalismes logiques, algébriques, les logiciels de traitements de texte, etc.) est étayée par un certain nombre de faits (par exemple, le développement des sciences et des technologies), on manque de données au plan psycho-génétique. De fait, on connaît mal les transformations des conduites des enfants associées à l'appropriation des différents systèmes d'écriture qu'ils apprennent à l'école. De manière générale, comme nous l'avons relevé dans

¹ La réalisation de cette recherche a bénéficié du soutien du programme de recherche « Ecole et Sciences Cognitives » de la MRT et du programme de recherche « OuForEP, Outils pour la Formation, l'Education et la Prévention » de la région des Pays de La Loire.

² Laboratoire de Psychologie « Processus de Pensée et Interventions »

Université d'Angers, Maison des Sciences Humaines

11 boulevard Lavoisier, 49045 Angers Cedex 01

une précédente publication (Weil-Barais, Gaux & Iralde, 2007), la connaissance par les enfants des fonctions pragmatiques et cognitives qu'assurent les notations a été très peu étudiée. Quelques travaux ont pu mettre en évidence une émergence de la fonction référentielle des notations vers l'âge de 6 ans (Bialystok, 2000 ; Bialystok & Martin, 2003 ; Tolchinsky Landsmann & Karmiloff-Smith, 1992). Ce n'est que vers 8-9 ans, voire même 11 ans que les enfants acquerraient la capacité à produire des notations adéquates, le contexte social pouvant par ailleurs avoir un effet sur ces productions (Schubauer-Leoni & Perret-Clermont, 1980.)

Concernant la connaissance du système numérique qui nous occupe dans cet article, les tests existant (l'UDN-II de Meljac & Lemmel, l'Échelle d'apprentissages scolaires primaires (ECHAS) de Simonart, le Numérique de Gaillard, le Tedi-Math de Van Nieuwenhoven, Grégoire & Noël, le Péda 1C (tests pédagogiques de 1er cycle primaire) de Simonart n'évaluent pas la connaissance des fonctions cognitives de l'écriture des nombres, en premier lieu la fonction référentielle. Or, l'une des fonctions essentielles de l'écriture des nombres est de représenter des quantités qui peuvent faire ensuite l'objet de traitements (comparées, combinées, etc.) en l'absence des collections d'objets.

Les compétences numériques évaluées par les tests existants (niveaux maternelle et école primaire) concernent la classification et la sériation, la conservation des quantités (en référence à la théorie de Piaget), la connaissance de la suite des numéraux, le dénombrement, la lecture des nombres, leur écriture sous dictée, la connaissance des signes opératoires et des opérations arithmétiques (en référence aux travaux qui mettent l'accent sur l'importance de la connaissance de la suite numérique, des procédures de dénombrement et des algorithmes de calcul). Les rares items qui pourraient évaluer ce que les enfants se représentent à propos des nombres concernent l'estimation de grandeurs. Par exemple, on demande à l'enfant de comparer deux collections d'objets (sans pouvoir les compter), ou on lui pose des questions du type : « une lettre de 20 pages, est-ce beaucoup ? » (Épreuve d'estimation en contexte du test Numerical ; Gaillard, 2000).

L'absence d'épreuves concernant la connaissance de la fonction référentielle des nombres, nous a conduits à construire une épreuve spécifique que nous allons dans un premier temps décrire. Dans un second temps, nous présenterons les données obtenues dans deux études exploratoires. En conclusion, nous indiquerons les évolutions possibles de l'épreuve en fonction de ces données.

2 Présentation du test

Les questions qui ont orienté la conception du test sont les suivantes : quel lien existe-t-il entre la capacité à écrire les nombres et l'usage des quantités notées pour faire des calculs ? A quelle période du développement les enfants utilisent-ils spontanément leurs notations ?

Le test DENORECO (« DENO » pour dénombrement et « RECO » pour réunion de collections) a été créé pour répondre à ces questions (Weil-Barais, Gaux, Iralde & alli, 2004). Il a été initialement conçu pour être intégré à une batterie de tests destinée à l'évaluation de la maîtrise des systèmes de notation chez l'enfant âgé de 6 à 12 ans³.

La situation présentée aux enfants permet, d'une part, d'observer comment, à la demande de l'observateur, les enfants notent spontanément les quantités. D'autre part, elle a pour but de rendre compte de l'utilisation spontanée que font les enfants des notations qu'ils ont produites, afin de réaliser un calcul simple (addition de deux quantités inférieures à 10, de façon à ce que les enfants n'aient pas de difficulté à effectuer les opérations mentalement).

³ La conception de cette batterie a été réalisée dans le cadre d'un programme de recherche COGNITIQUE ECOLE & SCIENCES COGNITIVES : Pratiques d'écriture et instrumentation du psychisme : approches psychologiques et didactiques (2001-2003).

Les quatre premiers items ont pour but de vérifier les capacités de dénombrement et d'écriture des nombres de l'enfant. Les deux derniers items sont ceux qui nous intéressent particulièrement puisqu'ils sont liés à la fonction référentielle de la notation. Ce sont ces deux items qui nous permettent d'observer si les enfants utilisent spontanément leurs notations.

2.1 Matériel

Il est composé de boîtes remplies de petits objets en bois peint (environ 2 cm) représentant des animaux marins (figure 1), d'un sac pour recevoir le contenu des boîtes lorsqu'ils sont mélangés (items 5 et 6) et du matériel pour écrire, dessiner ou découper. Il s'agit d'une trousse d'écolier comprenant des crayons (noir et de couleur) et une gomme, une paire de ciseaux, un double-décimètre et un rapporteur ainsi que d'une feuille de papier au format A4. Les boîtes sont au nombre de quatre. La boîte n°1 contient 6 poissons, la boîte n°2, 8 poissons, la boîte n°3, 2 poissons, 2 étoiles de mer et 3 oiseaux et, enfin, la boîte n°4, 4 poissons, 4 étoiles de mer, et 4 oiseaux. Pour chaque boîte, une gommette différente est collée sur le couvercle permettant de l'identifier.

Insérer ici la figure 1

Sur la feuille de papier sont dessinées six cases (trois lignes comprenant chacune deux cases), identifiées de telle sorte que les quantités à additionner ne soient pas disposées l'une en dessus de l'autre. Cette présentation vise à ne pas induire une réponse mécanique.

2.2 Conditions d'administration du test

Cette épreuve est individuelle. La consigne générale de l'épreuve est énoncée par l'expérimentateur. Il montre à l'enfant les différentes boîtes et la feuille de réponse. Il attire son attention sur les différentes gommettes apposées sur les couvercles. Il explique qu'il mettra les contenus des différentes boîtes sur la table et que la tâche demandée sera d'abord de dire combien il y a d'objets et ensuite de noter la quantité sur la feuille fournie, à l'endroit correspondant au dessin du couvercle de la boîte (montré du doigt à chaque item).

Les items 1 à 6 sont présentés successivement, sans limitation de temps.

Item 1 : l'expérimentateur renverse le contenu de la boîte n°1 sur la table, en prenant soin qu'il n'y ait pas de recouvrement entre les objets (6 poissons). La gommette sur le couvercle de la boîte reste visible. L'expérimentateur demande alors à l'enfant combien il y a d'objets, et de noter sa réponse sur la feuille de papier mise à sa disposition dans la case correspondante qu'il pointe du doigt (cf. figure 2).

Si la quantité indiquée est incorrecte, l'expérimentateur aide l'enfant jusqu'à ce qu'il fournisse oralement la quantité exacte d'objets. En effet, il ne s'agit pas de tester la capacité à dénombrer, mais d'évaluer l'écriture des quantités.

Item 2 : la boîte n°2 est utilisée. La procédure est sensiblement la même que pour l'item 1 mis à part que les objets (8 poissons) sont disposés en ligne sur la table avec un intervalle d'environ 1 cm entre deux objets.

Item 3 : les objets de la boîte n°3 (2 poissons, 2 étoiles de mer, 3 oiseaux) sont disposés en désordre sur la table mais sans recouvrement. Si l'enfant commence par indiquer oralement le nombre d'objets par catégorie, l'expérimentateur lui demande d'indiquer combien il y a d'objets en tout.

Item 4 : les objets sont disposés sur la table en lignes par catégorie (4 poissons, 4 étoiles de mer, 4 oiseaux). La correspondance terme à terme entre objets est respectée. Cette fois encore, si l'enfant indique le nombre d'objets par catégorie, on lui demande de dire combien il y a d'objets en tout.

Items 5 et 6 : Pour l’item 5, l’expérimentateur indique à l’enfant qu’il va maintenant mélanger le contenu des boîtes 1 et 2 et que ce dernier devra dire et noter combien il y a d’objets en tout. Pour l’item 6, ce sont les contenus des boîtes 3 et 4 qui sont mélangés. Deux variantes de disposition du matériel ont été expérimentées : ensemble des objets visible ou non visible (cf. § 2.4).

Dans le contexte des études rapportées ci-après, l’enfant est informé qu’il participe à une étude, que ses propres résultats ne seront pas divulgués, qu’il doit répondre du mieux qu’il peut aux questions qui lui seront posées mais qu’il a le droit de ne pas savoir faire. Il a par ailleurs tout le temps qu’il souhaite pour répondre. Le livret utilisé où sont notées les consignes et les réponses des enfants comporte le titre « écrire », ce dont l’enfant peut prendre connaissance, mais son attention n’est pas attirée sur cette information.

2.3 Grilles d’observation

Pour chacun des items, l’expérimentateur note sur une grille d’observation les réponses de l’enfant. Les informations relevées sont les suivantes : 1) la quantité verbalisée, 2) la quantité notée, 3) le type de notation et 4) les stratégies utilisées.

Les différents types de notations répertoriés dans les grilles sont : la réponse numérique – la notation utilise les chiffres arabes ; la réponse numérale – nombres écrits alphabétiquement ; la réponse graphique figurative – les quantités sont représentées à l’aide de dessins figuratifs (par exemple, l’enfant dessine des poissons, des oiseaux et des étoiles) ; et enfin la réponse graphique non figurative – l’enfant utilise des signes ou symboles (par exemple, il dessine des bâtons ou des croix).

Les différents types de stratégies référencés dans les grilles sont le dénombrement (par comptage oral ou pointage), l’addition, la multiplication, et enfin le calcul à partir des quantités notées. Dans ce dernier cas, l’enfant regarde ou pointe du doigt les quantités qu’il a notées sur sa feuille de réponses, calcule mentalement ou en verbalisant. Dans certains cas, l’enfant pose l’opération.

Insérer ici la figure 2

Chaque item donnant lieu à des ensembles de stratégies particuliers, les différents types de stratégies répertoriés diffèrent sensiblement d’un item à l’autre. Par exemple, la stratégie « utilisation des notations » ne vaut que pour les items 5 et 6 pour lesquels les notations précédentes peuvent être utilisées. La grille d’observation de l’item 5 est présentée à titre d’exemple en figure 2.

2.4 Variantes

Dans la mesure où il s’agit d’un test en cours de validation, à l’heure actuelle deux versions du test ont été expérimentées. Nous précisons ci-après les variantes (DENORECO-0 et DENORECO 1) et les raisons qui nous ont conduits à procéder à des modifications.

- Dans la version 0, pour les items 5 et 6, les contenus des boîtes sont vidés dans un sac en toile ; dans la version 1, les contenus sont déversés directement sur la table. Cette modification vise à éviter que les enfants pensent que la tâche relève d’actions matérielles à accomplir, ce qui peut être induit par l’action de mettre dans le sac. Elle nous a été suggérée par les données d’un premier recueil de résultats montrant la persistance à un âge avancé des conduites de dénombrement.

Pour la version 0, l’enfant n’est pas incité à vider le sac. Le sac est néanmoins posé sur la table de travail et l’enfant est autorisé à le manipuler s’il le souhaite. Ainsi, la consigne reste la même pour les deux versions de l’épreuve, c’est-à-dire indiquer le nombre d’objets en tout, et le noter sur la feuille de réponse.

- Dans la version 0, les gommettes collées sur les couvercles des boîtes représentent des animaux en couleur et stylisés de manière enfantine, alors que dans la version 1, elles représentent des symboles et figures géométriques de couleur noire. Cette modification a été introduite, les données de la première étude nous ayant laissé penser que le caractère enfantin des dessins pouvait induire des réponses peu élaborées.

3 Données développementales

Nous présentons ci-après les données relatives aux deux recueils de données réalisés utilisant successivement les deux variantes du test, à deux années d'intervalle.

3.1 Sujets

La première version de l'épreuve (DENORECO-0) a été soumise à 80 enfants scolarisés du CE1 au CM2. Vingt enfants étaient en CE1, 20 en CE2, 20 en CM1 et enfin, 20 en CM2.

Dans la seconde version (DENORECO-1), l'échantillon est constitué de 145 enfants non redoublants de CP, CE1, CE2, CM1 et CM2, âgés de 6 à 11 ans. Les caractéristiques de cette population sont présentées dans le tableau 1. Notons que les élèves de CM1 sont peu représentés dans cette étude. S'agissant d'une étude exploratoire, nous n'avons pas cherché à constituer un échantillon représentatif de la population scolaire française. Les résultats de nos études seront indiqués en pourcentages de façon à permettre une comparaison entre les différentes classes dont les effectifs ne sont pas équivalents.

Insérer ici le tableau 1

3.2 Ecriture des quantités

Nous présenterons dans cette partie les résultats concernant les quatre premiers items de l'épreuve qui avaient pour but de vérifier que les enfants savaient écrire une quantité dénombrée.

Dans les deux versions de l'épreuve, les items 1 à 4 ont été massivement réussis par les enfants : ils écrivent numériquement les quantités et ce qu'ils écrivent correspond à la quantité dénombrée. Les pourcentages de réussite par classe et par item sont compris entre 90 % et 100 %, ce qui est conforme à nos attendus : que les enfants n'aient pas de problème de dénombrement et qu'ils savent noter les quantités, de façon à pouvoir isoler ce qui relève uniquement de la connaissance de la fonction référentielle des nombres.

Dans les deux recueils de données, ce sont les enfants de CE1 qui réussissent le moins bien l'épreuve, même si les scores de réussite restent toutefois très élevés (94 % avec DENORECO-0 et 95 % avec DENORECO-1). Les autres classes, y compris la classe de CP du recueil de données de la version DENORECO-1, plafonnent à 98 % de réussite minimum.

Les stratégies de comptage utilisées pour les items 1 à 4 ont été plus particulièrement analysées concernant la version DENORECO-1. Les enfants de CP utilisent préférentiellement la stratégie de dénombrement pour compter les objets (1,2,3,4,5...). A partir du CE1, les stratégies de comptage changent radicalement. Les enfants vont utiliser beaucoup plus fréquemment l'addition. Cette stratégie se manifestait différemment en fonction des items. Par exemple, pour les items 1 et 2 où une seule catégorie d'objets était présente, l'addition pouvait se manifester par un regroupement deux par deux ou trois par trois des objets (ex : $2+2+2$). Pour les items 1 et 4 qui présentent des collections hétérogènes d'objets, certains enfants additionnent les quantités correspondant à chacune des catégories d'objets (ex : 2 poissons + 2 étoiles + 3 oiseaux).

A partir du CM1, une autre stratégie entre en jeu pour dénombrer les objets de l'item 4 (disposition en ligne de collections égales de trois catégories d'objets) : les enfants multiplient la quantité par le nombre de catégories (3×4).

Insérer ici le tableau 2

Les données principales concernant les procédures utilisées sont récapitulées dans le tableau 2 : de 77 % à 82 % des enfants de CP utilisent le dénombrement. Cette stratégie est encore utilisée par 25 à 38 % des enfants de CE1 et 55 à 59 % des enfants de CE2. Ils ne sont plus que 15 à 31 % à utiliser le dénombrement en CM1, et 9 % à 54 % en CM2.

On relèvera que cet ensemble de résultats est compatible avec ceux obtenus par d'autres auteurs auprès d'enfants des classes d'âge considérées (par exemple Camos, Fayol & Barrouillet, 1999)

3.3 Utilisation des quantités notées

Nous appréhendons la connaissance de la fonction référentielle des notations à partir des analyses des conduites aux items 5 et 6. Le but est de voir si les enfants utilisent spontanément les quantités qu'ils ont notées sur leur feuille de réponse pour faire face aux problèmes posés (de type « composition de collections »). Nous analysons séparément la justesse des réponses et la procédure employée pour y parvenir.

Dans nos deux recueils de données et toutes classes confondues, les items 5 et 6 ont engendré 83 à 99 % de réponses correctes (quantités correctement écrites). Les taux de réussite sont donc globalement élevés.

Il faut cependant noter que, tout comme pour les items 1 à 4, les enfants de CE1 du second recueil de données sont ceux qui ont le moins bien réussi les items 5 et 6 (66 % et 69 % de réussite respectivement). Dans le premier recueil de données, les performances des CE1 étaient largement supérieures (85 % de réussite pour l'item 5 et 80 % pour l'item 6). Cette différence de réussite pourrait peut-être être attribuée à un effet classe que, dans le cadre de cette étude, nous sommes incapables de contrôler, faute de disposer d'informations sur les pratiques pédagogiques et le niveau général des élèves.

Insérer ici le tableau 3

Si nous nous intéressons maintenant à la stratégie utilisée par les enfants pour additionner le contenu des boîtes, relevons tout d'abord qu'il existe des différences entre nos deux recueils de données : avec DENORECO-0 (voir tableau 3), bien que les objets soient placés dans un sac et ne soient pas directement dénombrables (l'enfant doit en effet choisir de vider le sac pour dénombrer), très peu d'enfants de CE1, CE2 et CM1 ont pensé à utiliser leurs notations pour fournir leurs réponses aux items 5 et 6 : ils sont entre 25 et 35 % seulement à avoir utilisé ce qu'ils avaient noté précédemment pour faire une addition. C'est en CM2 seulement que les enfants utilisent majoritairement leurs notations, même s'ils ne sont encore que 60 % à le faire.

Insérer ici le tableau 4

Avec DENORECO-1 (voir tableau 4), l'utilisation majoritaire des notations est plus précoce. En effet, c'est à partir du CE2 que les enfants utilisent préférentiellement ce qu'ils ont écrit pour répondre aux items 5 et 6 : ils sont entre 62 et 77 % à partir de ce niveau scolaire à utiliser leurs notations. En CP et CE1, seulement 9 à 14 % des enfants ont recours à cette stratégie.

On assiste donc à un changement de stratégie de résolution à partir du CE1 avec l'épreuve DENORECO-1 alors que ce changement a lieu à partir du CM1 seulement avec DENORECO-0.

3.4 Interprétation des résultats

Afin d'affiner les analyses, nous avons croisé la réussite aux items 5 et 6 et la procédure de résolution, afin de déterminer si la justesse des réponses est dépendante de la stratégie que l'enfant utilise pour donner sa réponse. Il pourrait en effet être envisagé que les enfants qui commettent le plus d'erreurs sont ceux qui font des calculs à partir des notations.

Cette analyse a été réalisée uniquement à partir du recueil de données de la version DENORECO-1 qui concerne davantage d'enfants.

Dans un premier temps, nous avons étudié le lien entre stratégie de résolution et réussite toutes classes confondues. Dans un second temps, nous avons observé ce lien à l'intérieur de chaque classe : nous pouvons en effet supposer que les plus jeunes qui calculent à partir des notations auront tendance à plus se tromper que les plus jeunes qui recomptent. De même, les plus jeunes qui calculent à partir des notations pourraient plus facilement commettre des erreurs que les plus âgés qui calculent également à partir de ce qu'ils ont inscrit sur leur feuille de réponse.

Les résultats, toutes classes confondues, montrent d'abord que la réussite aux items 5 et 6 est plus importante chez les enfants ayant utilisé leurs notations. En effet, 95 % des enfants utilisant leurs notations écrivent correctement sur leur feuille la réponse correspondant à l'addition des quantités des deux boîtes désignées. Parmi les enfants qui recomptent les objets, 80 % fournissent la réponse correcte. Ainsi, contrairement à notre idée première, le dénombrement serait ici plus source d'erreurs que le calcul à partir des notations.

Ensuite, pour examiner le lien entre procédure de résolution et réussite en fonction du niveau scolaire de l'enfant, nous avons effectué des regroupements de classes. Etant donné que le changement de stratégie (du dénombrement au calcul à partir des notations) se situe entre le CE1 et le CE2 avec DENORECO-1, nous avons regroupé les CP et les CE1 d'un côté et les CE2, CM1 et CM2 d'un autre côté.

Le tableau 5 confirme que les enfants qui ont utilisé leurs notations sont ceux qui réussissent le mieux les items 5 et 6, et cela même chez les plus jeunes : nous avons chez ces enfants des

performances de réussite qui sont de l'ordre de 92 à 100 %. C'est en dénombrant, et non pas en calculant, que les enfants font le plus d'erreurs. Effectivement, les pourcentages de réussite sont compris entre 74 et 93 %. Ceci renvoie aux difficultés liées au dénombrement décrites par de nombreux auteurs (par exemple, Fuson, 1991 et Van Nieuwenhoven, 1999).

Insérer le tableau 5 ici

Plus précisément, chez les plus jeunes, l'écart de performances entre ceux qui utilisent leurs notations et ceux qui recomptent est plus important que chez les plus âgés. En effet, les enfants les plus jeunes qui dénombrent le tout sont enclins à faire plus d'erreurs que les plus âgés qui utilisent cette procédure. Les plus jeunes qui dénombrent réussissent l'épreuve à hauteur de 74 % (item 5) et 78 % (item 6), alors que les plus âgés qui utilisent cette même stratégie réussissent l'épreuve dans des proportions supérieures, de l'ordre de 93 % (item 5) et 82 % (item 6). Chez les enfants qui utilisent leurs notations, on ne trouve pas de différence en fonction du niveau scolaire. Contrairement à ce à quoi nous nous attendions, les plus jeunes qui calculent à partir de leurs notations ne commettent aucune erreur (100 % de réussite pour les deux items mais ils ne sont que 7 sur 54 à le faire).⁴ Ces données sont difficiles à interpréter mais on peut faire l'hypothèse suivante : ne se lancent dans les calculs que les élèves très sûrs d'eux. Toutefois, comme nous l'évoquerons en conclusion, il conviendrait de conduire une étude plus extensive de façon à mieux cerner les déterminants de l'usage des nombres dans leur fonction de représentation.

4 Conclusion et discussion

Bien qu'au cours de l'enseignement (de l'école maternelle à l'école primaire) les enfants soient entraînés à noter toute sorte d'informations, ils ne pensent pas toujours à les utiliser. En effet, nous avons vu avec cette épreuve que les performances évoluaient avec l'âge : l'utilisation spontanée des notations devient plus fréquente que le dénombrement à partir du CE2. Néanmoins, de 30 à 40 % des élèves en CM2 n'ont pas un usage spontané des notations et ont recours au dénombrement des objets plutôt qu'à l'addition des quantités notées numériquement. Les modifications de la présentation de la tâche (sac présent ou non) n'introduisent pas de variations importantes dans les conduites des enfants. Ceci conforte l'idée qu'il y aurait une difficulté cognitive fondamentale liée à l'usage des nombres dans leur fonction de représentation. Les enfants peuvent savoir noter numériquement des quantités et faire des opérations mais ne pas penser à utiliser leurs notations pour résoudre des problèmes. C'est une observation que nous avons faite de manière fortuite en contexte de classe et qui, à l'époque, nous avait rendus perplexes, faute de bien saisir que la fonction référentielle des notations numériques n'était pas immédiate pour les enfants. Le fait de demander à l'enfant d'écrire une quantité préalablement dénombrée ne garantit pas que l'enfant comprenne le lien entre les aspects de la réalité représentée et sa représentation symbolique. Les chiffres qu'écrit l'enfant n'auraient au départ qu'un statut de code graphique et ce n'est que progressivement que ces codes prendraient sens par rapport à un système de notations qui permet, entre autres, de faire des additions.

Ce constat peut paraître surprenant, surtout chez les élèves les plus âgés. Cependant, il est possible que notre épreuve ne soit pas adaptée à ces élèves, qui ont pu la trouver trop facile, et par là-même saugrenue. Effectivement, les quantités à additionner étant faibles, ces élèves ont pu se demander ce qu'on attendait d'eux. Dans ce genre de contexte où le contrat expérimental n'est pas clair pour les enfants, il est fréquent d'observer des réponses

⁴ Les effectifs d'enfants ayant utilisé leurs notations étant faibles, les pourcentages n'ont qu'une valeur indicative.

inattendues de leur part. Il conviendrait sans doute d'adapter notre épreuve pour qu'elle soit plus en adéquation avec les capacités des élèves les plus âgés, par exemple en augmentant les quantités à dénombrer. Ceci permettrait de préciser les contraintes en termes de quantités à dénombrer qui poussent les enfants à utiliser les nombres dans leur fonction référentielle.

Si on s'attarde plus spécifiquement aux erreurs en fonction de la procédure de comptage choisie par l'enfant, il apparaît que les erreurs sont commises en majorité par les enfants les plus jeunes qui ne savent pas bien dénombrer. Effectivement, les enfants qui utilisent leurs notations font moins d'erreurs que ceux qui comptent les objets, et ce, même chez les plus jeunes. Il semblerait donc que lorsque les enfants utilisent la fonction référentielle des nombres, ils savent bien calculer : ils font dans ce cas très peu d'erreurs de calcul, indépendamment de leur âge. Par contre, les enfants les plus jeunes qui utilisent le dénombrement font plus d'erreurs que les plus âgés qui utilisent cette même procédure.

Les données obtenues attirent l'attention sur la connaissance des fonctions des nombres qui n'est pas nécessairement acquise lorsque les enfants en maîtrisent l'écriture. Des investigations sont à poursuivre dans deux directions. D'une part, il serait nécessaire de dupliquer l'étude sur un plus grand nombre d'enfants, en recueillant des indications sur la sensibilité des maîtres à cet aspect de la connaissance des nombres. Nous avons en effet observé des différences de résultats entre les deux études conduites. Ces différences pourraient être attribuables soit aux modifications intervenues dans le matériel (matériel plus scolaire dans la seconde étude), soit à des différences de niveau ou de pratiques pédagogiques. Ces aspects seraient à contrôler. D'autre part, il serait également nécessaire de procéder à des investigations plus approfondies, en interrogeant l'enfant après-coup, en utilisant par exemple la technique de l'ECA (entretien cognitif à visée d'apprentissage) mis au point par Perraud (2002) : comment l'enfant justifie-t-il la procédure employée pour résoudre les problèmes, est-il capable d'envisager d'autres procédures que celle qu'il a mise en œuvre spontanément, comment réagit-il à une suggestion qui lui serait faite d'utiliser les nombres déjà écrits ?

On relèvera, pour terminer, que le caractère tardif de l'accès à la fonction de représentation des nombres n'a rien de surprenant en regard des travaux mentionnés en introduction relatifs au développement de l'usage des représentations externes. Il conviendrait de mieux connaître les modalités éducatives et pédagogiques qui permettent aux enfants de la maîtriser. Quoiqu'il en soit, il s'agit d'un aspect à faire travailler aux enfants dans le cadre de l'enseignement des mathématiques puisque comme nous l'avons établi, les enfants peuvent savoir écrire numériquement des quantités et ne pas penser à faire usage de ce qu'ils ont noté pour résoudre des problèmes.

Malgré le caractère encore inachevé de la conception du test, il permet de cerner la disponibilité de la connaissance (« en actes »⁵) de la fonction référentielle des nombres. Des études sont à poursuivre pour identifier les déterminants cognitifs et sociaux de l'usage des notations numériques.

5. Références

Bialystok, E. (2000). Symbolic representation across domains in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 76, 173-189.

Bialystok, E. et Martin, M. M. (2003). Notation to symbol : development in children's understanding of print. *Journal of Experimental Child Psychology*, 86, 223-243.

⁵ Comme le rappelle Vergnaud (1996), toute connaissance a une composante opératoire et prédicative. DENORECO teste la composante opératoire de la connaissance des nombres.

- Camos, V., Fayol, M., & Barrouillet, P. (1999). L'activité de dénombrement chez l'enfant : Double tâche ou procédure? *L'Année Psychologique*, 99, 623-645.
- Fuson, K. (1991). Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 à 8 ans. In J. Bideaud, C. Meljac & J.P. Fischer (eds) : *Les chemins du nombre* (pp. 159 – 179). Lille : Presses Universitaires de Lille.
- Gaillard, F. (2000). Numerical. Test neurocognitif pour l'apprentissage du nombre et du calcul. *Actualités Psychologiques, édition spéciale*.
- Goody, J. (1977). *La raison graphique*. Paris : Editions de Minuit. Traduction française en 1979.
- Meljac, C., & Lemmel, G. (1999). *UDN-II. Construction et utilisation du nombre*. Paris : ECPA.
- Olson, D. R. (1998). *L'Univers de l'écrit. Comment la culture écrite donne forme à la pensée*. Paris : Retz.
- Perraud, M. (2002). *L'entretien cognitif à visée d'apprentissage : un dispositif pour aider l'élève en mathématique*. Paris : L'Harmattan.
- Schubauer-Leoni, M.-L. & Perret-Clermont, A.-N. (1980). Interactions sociales et représentations symboliques dans le cadre de problèmes additifs. *Recherches en didactique des mathématiques*, 1(3), 297-350.
- Simonart, G. (2006). *Echelle d'apprentissages scolaires primaires*. Namur : AFAPMS.
- Simonart, G. (1998). *Péda-1c. Tests pédagogiques de premier cycle primaire*. Braine-le-Château : ATM.
- Sinclair, H. (1988). *La production de notations chez le jeune enfant ; langage, nombre, rythmes et mélodies*. Paris : Presses universitaires de France.
- Tolchinsky Landsmann, L. et Karmiloff-Smith, A. (1992). Children's understanding of notations as domains of knowledge versus referential-communicative tools. *Cognitive development*, 7, 287-300.
- Van Nieuwenhoven, C. (1999). *Le comptage. Vers la construction du nombre*. Bruxelles : De Boeck.
- Van Nieuwenhoven, C., Grégoire, J., & Noël, M.-P. (2001). *Tedi-Math. Test diagnostic des compétences de base en mathématiques*. Paris : ECPA.
- Vergnaud, G. (1996). Au fond de l'action, la conceptualisation. In J.M. Barbier (Edit.), *Savoirs théoriques et savoirs d'action* (pp. 275-292). Paris : PUF.
- Vygotski, L. S. (1934/1997). *Pensée et langage*. Paris : La Dispute.
- Weil-Barais, A., Gaux, C., & Iralde, L. (2007). Développement des fonctions pragmatiques et cognitives de l'écriture. In J.-P. Gaté, & C. Gaux (Edits.), *Lire-écrire de l'enfance à l'âge adulte* (pp. 57-76). Rennes : PUR.
- Weil-Barais, A., Gaux, C., Iralde, L., Bouchafa, H., Charrier, M., & Nogues, L.M. (2004). *Ecrire : protocole d'observation*. Laboratoire de psychologie, Université d'Angers.

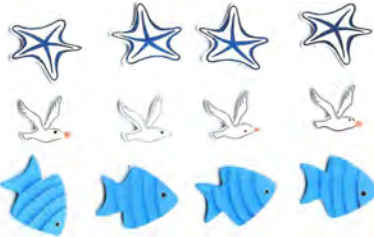
Boîte n°1 et item 1 (●) : 	Boîte n°2 et item 2 (■) : 
Boîte n°3 et item 3 (▲) : 	Boîte n°4 et item 4 (♥) : 

Figure 1 : Contenu des boîtes dest items 1 à 4.

Dénombrement des objets	☐
Dénombrement des notations graphiques	☐
Calcul à partir des notations numériques	☐
Quantité notée	...
Type de notation	...

Figure 2 : Grille d'observation de l'item 5

Classe	Effectif	Garçons	Filles	Âge moyen
CP	22	8	14	6 ans 8 mois
CE1	32	15	17	7 ans 6 mois
CE2	22	10	12	8 ans 9 mois
CM1	13	5	8	9 ans 11 mois
CM2	56	28	28	10 ans 8 mois

Tableau 1 : Echantillon de l'étude 2

	Item 1		Item 2		Item 3		Item 4		
	Dénb.	Add.	Dénb.	Add.	Dénb.	Add.	Dénb.	Add.	Multip.
CP (N=22)	82 %	18 %	77 %	23 %	82 %	18 %	82 %	9 %	5 %
CE1 (N=32)	38 %	63 %	25 %	75 %	34 %	66 %	38 %	50 %	0 %
CE2 (N=22)	55 %	41 %	59 %	41 %	59 %	41 %	55 %	41 %	5 %
CM1 (N=13)	31 %	69 %	23 %	77 %	31 %	69 %	15 %	23 %	62 %
CM2 (N=56)	21 %	50 %	54 %	46 %	37 %	63 %	9 %	46 %	41 %

Dénb. = dénombrement ; Add. = addition ; Multipl. = multiplication

Tableau 2 : Stratégies de comptage utilisées (en pourcentages) en fonction de la classe pour les items 1 à 4 (DENORECO-1)

	Item 5	Item 6	Moyenne
CE1 (N = 20)	30 %	35 %	32,5 %
CE2 (N = 20)	35 %	35 %	35 %
CM1 (N = 20)	25 %	25 %	25 %
CM2 (N = 20)	60 %	60 %	60 %
Moyenne	37,5 %	38,75 %	

Tableau 3 : Pourcentages d'enfants ayant utilisé leurs notations pour les items 5 et 6 (DENORECO-0)

	Item 5	Item 6	Moyenne
CP (N=22)	14 %	9 %	12%
CE1 (N=32)	13 %	13 %	13%
CE2 (N=22)	68 %	68 %	68%
CM1(N=13)	62 %	62 %	62%
CM2 (N=56)	64 %	77 %	71%
Moyenne	46 %	50 %	

Tableau 4 : Pourcentages d'enfants ayant utilisé leurs notations en fonction de la classe pour les items 5 et 6 (DENORECO-1)

	Item 5		Item 6	
	CP & CE1	CE2, CM1 & CM2	CP & CE1	CE2, CM1 & CM2
Dénombrement	74 % (N = 47)	93 % (N = 30)	78 % (N = 46)	82 % (N = 22)
Utilisation des notations	100 % (N = 7)	96 % (N = 59)	100 % (N = 6)	92 % (N = 66)

Tableau 5 : Pourcentages d'enfants ayant réussi l'item en fonction de la procédure utilisée et en fonction du niveau scolaire.