LES COMPETENCES MATHÉMATIQUES DE L'ÉLÈVE À L'ÉCOLE PRIMAIRE

COMMENT SE CONSTRUISENT-ELLES EN LIEN AVEC LES AUTRES DOMAINES D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES ?

Bruno SUCHAUT
IREDU – CNRS et Université de Bourgogne
bruno.suchaut@u-bourgogne.fr

Résumé
Il est fréquent d'insister sur les difficultés que peuvent rencontrer les élèves français dans le domaine de la langue, mais les évaluations internationales et nationales mettent aussi en évidence une situation comparable en mathématiques avec une proportion d'élèves importante qui ne maîtrisent pas les acquis de base en fin d'école primaire. Un programme de recherche récent cherche à mieux comprendre l'origine de ces difficultés en identifiant le rôle central de certaines compétences dans les processus d'apprentissage et leur évolution. Les premiers résultats de ces recherches mettent l'accent sur l'importance des habiletés en calcul mental qui apparaissent comme très prédictives de la réussite ultérieure dans d'autres champs comme celui de la compréhension. Dès l'école maternelle, les acquisitions réalisées dans le domaine numérique sont elles-aussi de bons prédicteurs du niveau moyen des élèves à l'issue de la scolarité élémentaire. Les travaux mettent aussi en évidence le lien entre les compétences en mathématiques et certaines capacités cognitives des jeunes élèves, celles-ci jouant également un rôle important dans les processus d'apprentissage. Une connaissance fine des mécanismes de progression des élèves dans le temps et de l'articulation des différentes compétences peut contribuer à fournir des pistes pertinentes pour la politique éducative et plus spécifiquement sur les compétences qui pourraient davantage ciblées dans les pratiques pédagogiques pour permettre aux élèves les moins armés sur le plan cognitif et les plus défavorisés sur le plan social de compenser leur désavantage.

I - INTRODUCTION

Ce texte se centre sur les compétences mobilisées par les élèves au cours de l'école élémentaire dans le domaine des mathématiques. Il s'agit d'étudier la place de ces compétences dans les apprentissages des élèves et leur évolution au cours de la scolarité. Plusieurs aspects seront abordés pour traiter ce questionnement général. Il s'agira en premier lieu d'identifier de manière empirique les compétences relevant du domaine des mathématiques. En second lieu, les liens que les compétences en mathématiques entretiennent avec celles de la maîtrise de la langue seront mises à jour, commentées et interprétées. Ceci permettra de repérer les compétences de mathématiques les plus prédictives du niveau d'acquisition global des élèves à l'entrée au cycle III. Une perspective dynamique sera ensuite mobilisée pour tenter de répondre à la question suivante : dans quelle mesure la maîtrise de certaines compétences de mathématiques détermine la réussite globale ultérieure, soit à l'entrée au collège ?

Notre démonstration se base sur l'analyse des résultats des élèves à des épreuves d'évaluation provenant de deux cohortes. La première cohorte (environ 700 élèves d'une circonscription départementale) mobilise les évaluations nationales de CE2 et de 6ème ainsi que des épreuves d'acquisitions en fin de 5ème. La seconde cohorte est celle du panel 1997 (environ 9500 élèves entrés au CP en 1997) suivi de l'entrée au CP à l'entrée au collège. Nous disposons pour ce deuxième échantillon des résultats à des évaluations de début CP et des résultats aux épreuves nationales (CE2 et 6ème). Le premier échantillon a servi de base à une étude sur les compétences des élèves et leur évolution

(Morlaix & Suchaut, 2007) et les analyses ont été répliquées sur l'échantillon du panel 1997 qui présente toutes les conditions de robustesse en matière d'échantillonnage statistique. La comparaison entre les deux échantillons a été rendue possible car il s'agit dans les deux cas des mêmes épreuves nationales : septembre 1999 pour le CE2 et septembre 2002 pour l'entrée en 6ème. Parallèlement aux résultats des évaluations, des informations sur les caractéristiques socio-démographiques des élèves ont été relevées, ainsi que les performances en capacités cognitives sur un sous-échantillon d'élèves de la première cohorte.

II - COMMENT IDENTIFIER LES COMPETENCES ?

Les évaluations nationales visent à évaluer un large ensemble de compétences dans une perspective diagnostique, celles-ci étant définies par les commissions chargées de l'élaboration des épreuves. Les évaluations de CE2 de septembre 1999, qui seront particulièrement ciblées dans ce texte, comportent 7 champs de compétences : compréhension (41 items), outils de la langue (40 items), production d'écrits (10 items) pour le français ; travaux géométriques (17 items), mesure (32 items), travaux numériques (32 items), et résolution de problèmes (9 items) pour les mathématiques. Les 91 items de français se répartissent dans 18 exercices et les 80 items de mathématiques se partagent entre 27 exercices. Au total, ces épreuves rassemblent 171 items regroupés en 15 compétences de français et 27 de mathématiques, chacune de ces compétences correspond dans la grande majorité des cas à un exercice du cahier d'évaluation. Pour le domaine des mathématiques, la liste des compétences figure dans le tableau 1 en page suivante.

L'exploitation des résultats aux évaluations nationales pose de réels problèmes lorsque l'on souhaite travailler finement sur la structure des apprentissages des élèves. La première difficulté concerne l'échelle de mesure utilisée. Cette échelle est très variable selon le nombre d'items retenus pour mesurer chacune des compétences. Par exemple, la compétence « *effectuer des additions* » est évaluée par 7 items alors que la compétence «*construire une figure simple sur un quadrillage*» ne concerne qu'un seul item. Selon le cas, la graduation de la réussite est donc très fluctuante d'une compétence à l'autre, allant de la simple dichotomie échec / réussite à une échelle graduée en différents scores. Une seconde difficulté est relative au seuil de maîtrise de la compétence. L'usage veut que l'on fixe ce seuil de réussite (commun à toutes les compétences) à 75%, mais les dissymétries entre les différentes échelles rendent cette solution imparfaite, notamment pour les compétences qui comportent très peu d'items.

Se repérer et se déplacer dans un quadrillage	Résoudre un problème faisant intervenir une grandeur
Utiliser les instruments de dessin pour achever un tracé	Choisir l'unité la mieux adaptée à un mesurage
Construire une figure simple sur un quadrillage en utilisant des propriétés de la figure	Effectuer des additions, posées, en ligne ou à poser
Compléter par pliage (symétrie) une figure dessinée sur un quadrillage	Calculer des produits et des différences (calcul exact ou approché)
Associer une figure à une description	Calculer mentalement (calcul exact ou approché)
Compléter un plan à partir de consignes	Transcrire en lettres des nombres écrits en chiffres et inversement
Se repérer dans l'espace	Ranger des nombres
Tracer une figure à partir de consignes	Comparer des nombres donnés sous formes diverses
Se repérer dans la journée	Lire et/ou remplir un tableau à double entrée
Mesurer ou tracer un segment de longueur donnée	Exploiter un document « brut »
Ranger des longueurs	Résoudre un problème à une opération
Associer une unité usuelle à une grandeur	Résoudre une situation de partage ou de groupement
Utiliser le calendrier	Effectuer un choix et en formuler la justification
Comparer des distances	

Tableau 1 : Liste des compétences de mathématiques des épreuves de CE2 (1999)

Une troisième difficulté n'est pas de nature méthodologique mais relève plutôt du domaine théorique. On peut en effet s'interroger sur la définition même des compétences et la capacité que peut avoir un item à évaluer réellement la compétence visée. De nombreux exemples pourraient être mobilisés pour justifier cette remarque. À titre d'illustration, l'exercice suivant, qui rend compte de la compétence « *résoudre un problème à une opération* », reflète une situation observée fréquemment au fil des exercices figurant dans les épreuves.

Exercice 25

a. Un automobiliste part de Nantes et va à Marseille. Il parcourt d'abord 518 kilomètres. Il lui reste 316 kilomètres à faire.

Quelle est la distance entre Nantes et Marseille ?

Exercice 1

Pour réussir cet exercice, l'élève doit être capable de réaliser correctement plusieurs tâches cognitives. L'élève doit évidemment être dans la mesure de lire l'énoncé, puis de comprendre la question posée. Il doit ensuite identifier l'opération nécessaire pour répondre à cette question et l'effectuer sans erreur. On comprend bien que la réussite à cet exercice nécessite des compétences relatives à la lecture, à la compréhension et aux techniques opératoires. Cet exemple, volontairement réducteur, n'est pas isolé car il existe dans les évaluations nationales de nombreux exercices pour lesquels la compétence ciblée ne recouvre que partiellement les compétences effectivement mobilisées par les élèves pour réaliser la tâche demandée. Cela n'est pas anodin dans la mesure où cette constatation a intérêt pédagogique en matière de remédiation. L'enseignant doit en effet pouvoir identifier correctement les lacunes des élèves et ne pas se tromper de cible. On doit néanmoins reconnaître la difficulté à saisir concrètement la notion de compétence dans le domaine de l'éducation (Crahay, 2006). Même si, d'un point de vue théorique, les auteurs s'accordent sur une définition (une compétence renverrait à un ensemble intégré de connaissances susceptibles d'être mobilisées pour accomplir des tâches), la question de la mesure demeure.

En outre, l'approche institutionnelle donne une image statique de la compétence dans la mesure où on se limite à une catégorisation par domaine d'acquisition et par discipline et ne permet pas de prendre en compte la dimension transversale des acquis des élèves. Or, il existe, de fait des liens entre les apprentissages, ceux-ci se construisant en interdépendance. L'examen des corrélations entre les résultats des élèves dans les différentes compétences des évaluations de CE2 montre que certaines compétences de mathématiques affichent des corrélations élevées avec des compétences de français (tableau 2). Il est intéressant de noter que certaines compétences apparaissent plusieurs fois dans cette sélection, c'est le cas de «*calculer mentalement*» qui entretient 4 liaisons fortes avec des compétences de français variées ; c'est également le cas pour «*écrire sous la dictée...*» qui est fortement corrélée avec 3 compétences de mathématiques.

À l'inverse, certaines compétences de mathématiques n'entretiennent aucun lien statistique entre elles comme « *associer une unité usuelle à une grandeur* » et « *lire et/ou remplir un tableau à double entrée* », ou entre « *utiliser les instruments de dessin pour achever un tracé* » et « *résoudre un problème faisant intervenir une grandeur* », ou encore entre « *se repérer dans l'espace* » et « *lire et/ou remplir un tableau à double entrée* ».

Compétences de mathématiques et de français	Coefficient de corrélation
Calculer mentalement Ecrire sous la dictée des mots courants, de petites phrases ou de petits textes	+0,41 ***
Résoudre un problème à une opération Ecrire sous la dictée des mots courants, de petites phrases ou de petits textes	+0,38 ***
Calculer mentalement Reconstituer la chronologie des évènements dans des textes de statuts variés	+0,36 ***
Effectuer des additions, posées, en ligne ou à poser Ecrire sous la dictée des mots courants, de petites phrases ou de petits textes	+0,36 ***
Résoudre un problème à une opération Reconstituer la chronologie des évènements dans des textes de statuts variés	+0,35 ***
Calculer mentalement Comprendre un texte et montrer qu'on l'a compris	+0,35 ***
Calculer mentalement Identifier certains aspects d'un texte	+0,35 ***

*** : significatif au seuil de 1%

Tableau 2 : Corrélations les plus fortes (r >= + 0,35) entre compétences de mathématiques et de français au CE2

Afin de dépasser les problèmes méthodologiques relatifs à la mesure des compétences et de définir celles-ci de manière plus précise et objective, nous nous proposons de nous référer à la plus petite unité présente dans les épreuves d'évaluation, à savoir l'item. Notre travail s'inspire globalement des procédures utilisées pour les validations empiriques a posteriori des épreuves d'évaluation (De Ketele & Gérard, 2005). La démarche méthodologique adoptée permet d'appréhender les apprentissages des élèves de façon plus précise et plus dynamique en centrant l'analyse sur les items et non sur les compétences définies préalablement dans les épreuves. Même si cette approche comporte elle aussi des limites, notamment quant au degré de difficulté des items (Demeuse & Henry, 2004), elle présente des avantages certains.

D'un point de vue concret, cette approche permet d'utiliser une échelle de mesure commune puisque tous les items présentent le même barème de cotation : 0 pour une réponse erronée, 1 pour la réponse attendue. La question du seuil de réussite mentionnée auparavant ne se pose plus, puisque ce seuil est défini objectivement par la réussite ou l'échec, sans possibilité de situations intermédiaires[1]. Le point de départ de notre démarche est la production d'une matrice de corrélations qui intègre tous les items des épreuves (soit 171 items de français et de mathématiques pour les épreuves de CE2). Compte tenu du nombre très important de corrélations (14535 coefficients de corrélation), seules celles supérieures à

[1] On mentionnera que cette dichotomie (échec/réussite) n'est pas adaptée à une interprétation diagnostique des évaluations nationales et que les barèmes de cotation de certains items comportent à l'origine d'autres paliers qui permettent une analyse des erreurs des élèves.

+0,20, soit 317[2] ont été retenues. Si une bonne partie des corrélations (57% d'entre elles) se rapporte à des items appartenant à un même exercice et 86% à la même discipline, un nombre non négligeable de corrélations concerne des items provenant d'exercices différents.

Une phase préparatoire consiste à étudier individuellement chaque corrélation et à dresser ainsi une cartographie de l'ensemble des situations présentes. Le principe de cette étape préalable est d'identifier des blocs de relations au sein desquelles on retrouve le plus souvent les mêmes items. Cette procédure revêt, de fait, un caractère systématique puisque, pour chaque item, on identifie tous les autres items qui lui sont associés dans les corrélations. Au terme de cette phase, on aboutit à des groupements d'items fortement corrélés entre eux. Au niveau du CE2, 29 blocs d'items ont été identifiés (Morlaix & Suchaut, 2007). L'étape suivante consiste à étudier chacun des blocs de corrélations entre items. Il s'agit de tester statistiquement la pertinence des regroupements des liaisons entre les items d'un même groupe. Pour cela nous allons mobiliser une méthode statistique, l'analyse en variables latentes (Aish-Van Vaerenbergh, 1997), qui doit permettre d'identifier, pour chaque regroupement d'items, une ou plusieurs compétences qui vont rendre compte des relations observées. Du point de vue technique, on estime des modèles de mesure à l'aide du logiciel LISREL[3] de façon à mettre à jour des variables latentes pouvant être interprétées comme des compétences, des aptitudes ou des capacités mobilisées par les élèves dans les évaluations nationales. Il s'agit donc, soit de valider chacun des blocs de relations en identifiant une compétence qui résume l'ensemble des relations considérées, soit de proposer une réorganisation des relations entre items en dégageant plusieurs compétences pour un même bloc relationnel. On doit ainsi obtenir au terme de cette première phase un ensemble de compétences qui structurent les résultats des élèves au CE2.

Un exemple peut permettre d'illustrer de comprendre notre démarche statistique (graphique 1). Il s'agit de l'analyse d'un regroupement de 7 items corrélés entre eux : 3 items de mathématiques d'un même exercice (items 36, 38 et 39) qui visent la compétence «*choisir l'unité de temps la mieux adaptée* », 2 items de mathématiques (items 19 et 20) qui concernent le repérage dans le temps («*se repérer dans la journée d'après un emploi du temps* »), un item de mathématiques (item 31) se référant à la compétence « *utiliser un calendrier* » et un item de français (item 5) visant la compétence « *savoir appliquer les consignes courantes du travail scolaire*[4]». L'analyse statistique permet d'identifier une première compétence (comp35) qui se matérialise par les items 36, 38 et 39 de mathématiques. Une deuxième compétence (comp36) réunit l'item 5 de français et l'item 31 de mathématiques. Enfin, une troisième variable latente (comp37) rend compte d'une compétence réunissant les items 19 et 20 de mathématiques.

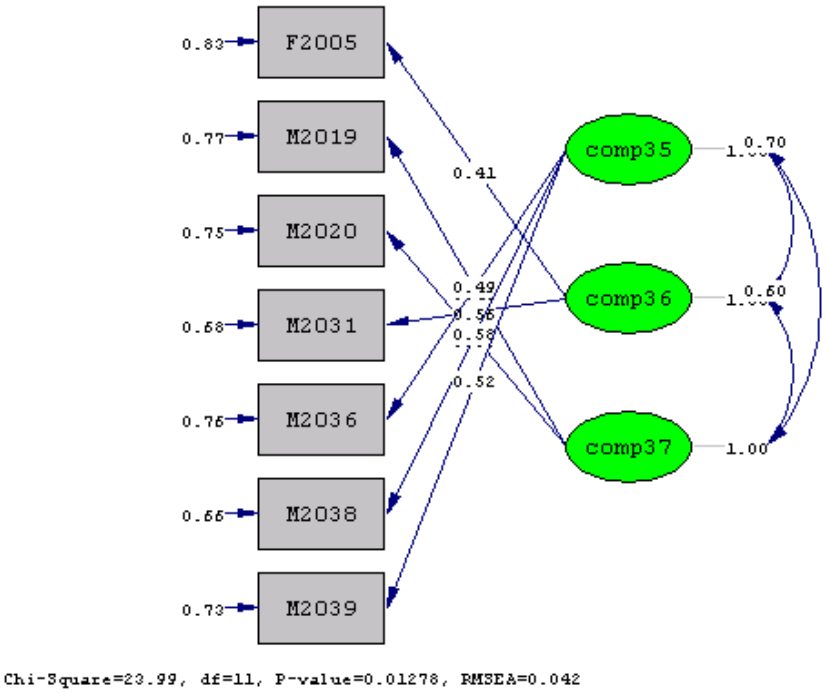
Trois compétences sont donc isolées mesurant des aspects différents des apprentissages des élèves. La première concerne la mesure d'une unité de temps (comp35) alors que la seconde cible le repérage dans le temps (comp37). Mais c'est la troisième (comp36) qui nous intéresse particulièrement dans la mesure où elle permet de saisir l'intérêt de notre approche statistique. En effet, cette compétence réunit deux items qui correspondent à des situations différentes. Le premier étant un item de français mesurant

[2] Même si ce seuil revêt un caractère arbitraire, l'analyse serait peu pertinente si tous les liens entre items étaient examinés en détail. En effet, dans un grand nombre de cas ces liens sont, soit non significatifs, soit très faibles, et il est alors difficile de commenter et de donner un sens à ces constatations.

[3] LISREL : LInear Structurel RELationship

[4] Dans cet item, les élèves doivent souligner des mots d'une liste qui commencent par la lettre « b » et qui se terminent par la lettre « a » et on peut s'interroger sur la pertinence de la définition de la compétence visée pour cet item, à savoir : « *savoir appliquer les consignes courantes du travail scolaire* »).

la capacité des élèves à discriminer des lettres, le second étant un item de mathématiques mesurant la capacité à lire et comprendre un emploi du temps simple d'une journée. En fait, ces deux items viseraient bien une même compétence en matière de compréhension simple, et même plus précisément en matière de capacités attentionnelles (Morlaix & Suchaut, 2007).



Graphique 1 : Exemple d'analyse en variables latentes (CE2)

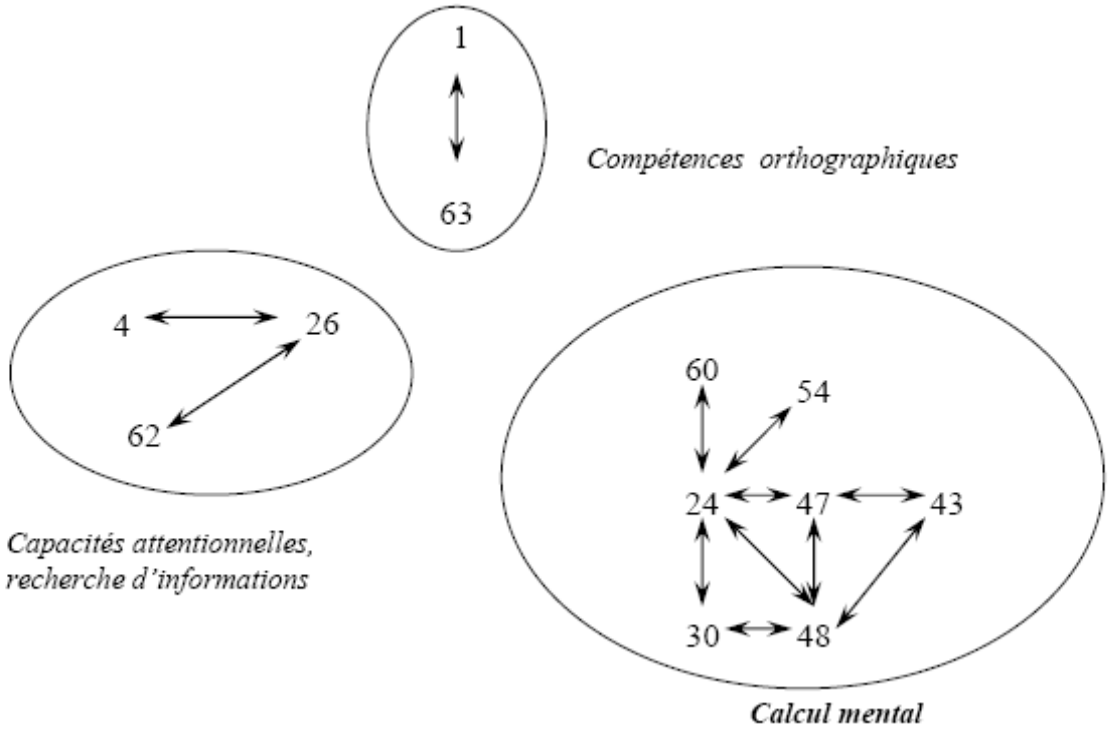
Les analyses ont permis d'identifier ainsi 63 variables latentes conduisant ainsi à une recomposition des compétences des élèves à l'entrée au CE2. Parmi les 63 variables mises à jour, 27 d'entre elles (soit 43%) correspondent, souvent de façon partielle, à des regroupements d'items déjà présents dans les évaluations nationales. La correspondance entre les compétences des épreuves et les variables latentes est néanmoins très imparfaite puisque seules 5 variables correspondent exactement à des compétences figurant dans les évaluations nationales (il s'agit uniquement d'exercices de mathématiques).

III - L'IMPORTANCE DES COMPETENCES EN MATHEMATIQUES DANS LA SCOLARITÉ PRIMAIRE

L'étude des relations entre les différentes variables latentes doit permettre de savoir quelles compétences rendent le mieux compte des acquisitions globales des élèves et quelle est la place réservée aux mathématiques dans les apprentissages. Dans une première étape, nous avons analysé la matrice de corrélations entre les différentes variables latentes et nous avons sélectionné les corrélations les plus importantes (supérieures à +0,70). Cela a permis de dégager trois grands groupes de compétences qui sont représentées sur le graphique 2 (les chiffres correspondent aux numéros associés aux variables latentes). Un premier ensemble est composé des variables « *comp1* » et « *comp63* ». Il s'agit ici clairement de compétences orthographiques qui sont mesurées avec ces deux variables. En effet, la presque totalité des items rendant compte de ces variables latentes concernent deux exercices de dictée. Le deuxième ensemble regroupe les variables « *comp4* », « *comp26* » et « *comp62* ». Cet ensemble d'apparence disparate

prend sens quand on l'examine sous l'angle de la psychologie cognitive[5]. Autant les items de français que ceux de mathématiques présents dans ce regroupement évaluent la capacité que peuvent avoir les élèves à rechercher de l'information plus ou moins complexe à partir de supports divers (textes, mots, calendriers, emplois du temps, plans, énoncés de problème). Ce sont donc les capacités attentionnelles des élèves qui sont mises à contribution pour la maîtrise de cette compétence globale. Le troisième ensemble regroupe sept variables latentes. Le lien commun entre ces variables est également clair puisque les items de calcul mental interviennent systématiquement pour chacune d'entre elles.

Les acquisitions des élèves à l'entrée au CE2 s'organisent principalement autour de ces trois compétences qui ne sont pas de même nature. Si l'acquisition des compétences orthographiques dépend principalement d'un enseignement systématique, les deux autres compétences sont davantage associées à des processus plus complexes qui interviennent de façon transversale dans de nombreuses situations d'apprentissage. On devrait s'attendre à ce que ces compétences majeures contribuent fortement à l'explication des différences de réussite entre élèves à l'entrée au CE2. Pour vérifier cela, une régression « pas à pas » a été estimée avec comme variable dépendante le score global moyen de CE2 et comme variables explicatives les compétences mises à jour précédemment (Morlaix & Suchaut, 2007).



Graphique 2 : Ensembles de compétences des évaluations de CE2

Les 3 compétences les plus prédictives (« *comp48* », « *comp4* », « *comp63* ») appartiennent chacune à un des groupes identifiés auparavant. Ces trois compétences expliquent à elles seules 82% de la variance du score global. Cette analyse de la prédictivité montre que certaines compétences sont bien au cœur des acquisitions des élèves à l'entrée au CE2. Les habiletés en calcul mental, la capacité à retrouver rapidement des informations dans des supports variés, la maîtrise de l'orthographe structurent ainsi

[5] Des collègues psychologues du L.E.A.D. (Laboratoire d'Etude de l'Apprentissage et du Développement -Université de Bourgogne), Pierre Barrouillet et Valérie Camos, ont été associés à cette partie de la recherche, ils ont notamment contribué à donner une signification à certaines variables latentes identifiées par les modèles LISREL.

fortement les résultats des élèves au début du cycle III. Le calcul mental occupe une place centrale puisqu'une seule compétence de (« *comp48* ») explique à elle seule près de 60% de la variance du niveau global de CE2. Autrement dit, les différences d'habileté en calcul mental expliquent fortement les écarts de scores entre élèves au début du CE2.

Pour compléter nos constatations sur la question d'interdépendance entre compétences, nous avons examiné comment les compétences les plus prédictives se hiérarchisent entre elles[6]. Il s'agit concrètement de relever quel pourcentage d'élèves peut maîtriser une compétence sans en maîtrise une autre. On obtient alors une hiérarchie des compétences avec à son sommet la compétence qui ne peut être acquise sans maîtriser les compétences qui lui succèdent dans cette hiérarchie. À l'inverse, la compétence en fin de classement est celle dont la maîtrise est absolument nécessaire pour l'acquisition des compétences qui lui sont supérieures dans cette même hiérarchie. Les analyses montrent que très peu d'élèves peuvent maîtriser correctement la technique opératoire de la soustraction sans maîtriser les autres compétences. Ceci signifie que l'acquisition de la soustraction est un processus qui nécessite de la part des élèves diverses capacités et habiletés préalables. La compétence qui se situe au plus bas niveau de cette structure hiérarchique correspond à des items évaluant la compréhension de consignes simples, soit ce que nous avons préalablement dénommé capacités attentionnelles. Cette structure pyramidale des compétences, qui confirme bien le fait trivial que certains apprentissages ne peuvent se réaliser que si d'autres déjà maîtrisés (Bloom, 1979), peut fournir des indications didactiques et pédagogiques pour l'enseignement au cycle II. Ces indications concernent principalement les contenus d'enseignement et leur programmation dans le temps, ils s'appuient sur le double constat suivant établi à l'entrée du CE2 : certaines compétences sont difficilement accessibles à l'ensemble des élèves, certaines compétences sont essentielles à l'acquisition d'autres compétences.

Une question importante est à présent la mise en relation des compétences et leur évolution dans le temps. Pour cela, le même travail qu'au CE2 a été réalisé sur les évaluations de début 6ème sur les mêmes cohortes d'élèves. À l'entrée en 6ème, les analyses statistiques livrent une configuration présentant trois regroupements de variables latentes ; un premier ensemble est représenté par une seule compétence initiale. Celle-ci rend compte de connaissances en numération et d'habiletés en calcul. Pour réussir la grande majorité des items de ce regroupement, les élèves doivent être capables d'effectuer des calculs assez complexes pour ce niveau d'enseignement, puisque ceux-ci peuvent concerner des durées ou des nombres décimaux. Une bonne connaissance de la numération est également requise avec la comparaison de nombres décimaux ou de grands nombres. Le deuxième regroupement se réfère lui aussi à une seule variable latente qui semble en fait assez proche du regroupement précédent. Ce sont surtout des connaissances en numération et des habiletés en calcul qui seraient mobilisées. Comme en CE2, un troisième regroupement comporte un grand nombre de variables latentes. En observant le contenu des items concernés, on remarque que la compréhension est la dimension la plus présente mais figure également des compétences en géométrie (construction de figures, évaluation d'aires…) et en orthographe. En résumé, au début, comme à la fin du cycle III, il semble que des ensembles de

[6] Une étape préalable à l'analyse est de rendre compte systématiquement de la maîtrise ou de l'échec à une compétence, ce qui suppose une transformation de l'échelle de mesure, on passe alors d'une échelle d'intervalle (qui varie selon la compétence considérée) à une échelle standardisée, ou à une échelle nominale dichotomique : échec ou réussite. Il se pose alors la question du seuil à partir duquel on va considérer que l'élève a acquis la compétence visée ; il n'existe pas de réponse parfaite mais nous avons retenu le critère habituel, c'est-à-dire qu'un score supérieur à 75% de réussite est associé à la maîtrise de la compétence.

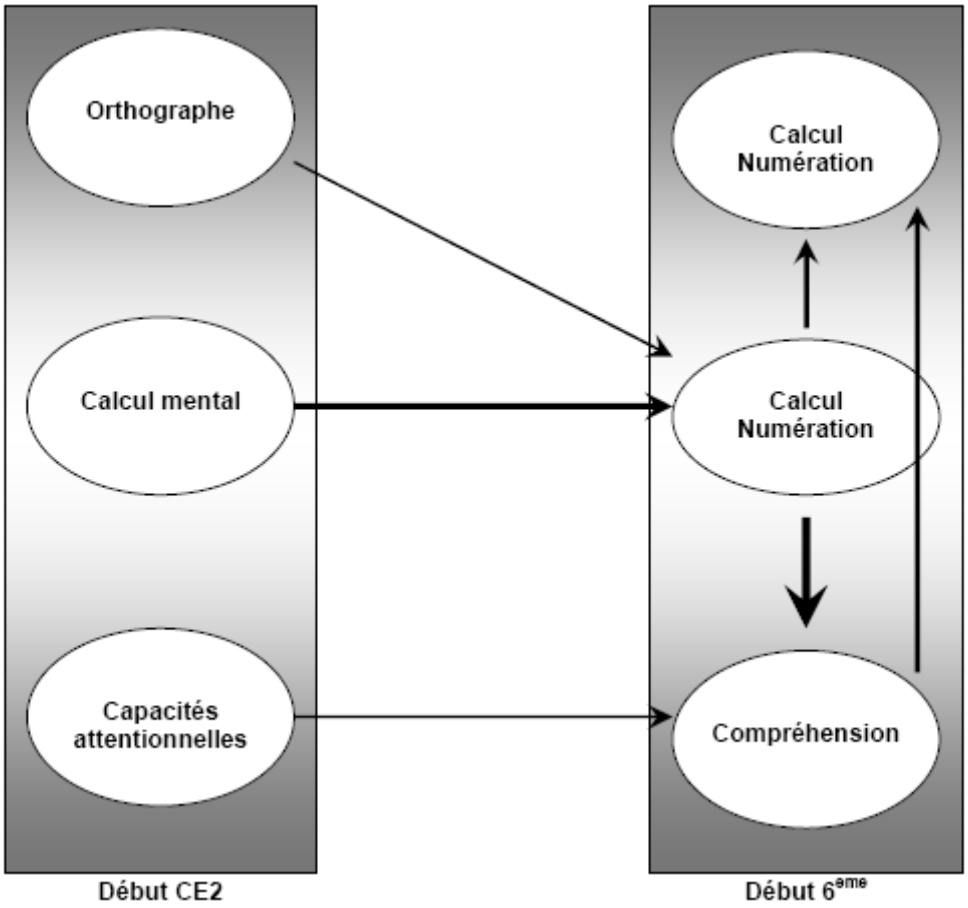
compétences se détachent nettement en calcul, numération et compréhension (ce dernier domaine étant évalué dans des contextes variés, en français comme en mathématiques). Les compétences orthographiques ne peuvent, quant à elles, n'être distinguées qu'à l'entrée au CE2.

Dans une logique d'analyse longitudinale à présent, un modèle d'équations structurelles a permis de mettre en évidence les relations entre les regroupements de compétences des deux niveaux scolaires (graphique suivant). Les flèches qui figurent sur le graphique ont des épaisseurs variables en fonction de l'intensité de la relation qui lie les différents ensembles de compétences. Une première observation est l'absence de flèches entre les ensembles de compétences de CE2, cela ne signifie pas que ces ensembles sont statistiquement indépendants, mais qu'ils entretiennent des relations plus fortes avec les acquis de 6ème. On peut ensuite remarquer des liaisons attendues entre compétences de même nature ; il existe ainsi une relation forte entre les compétences en calcul mental évaluées au CE2 et celles de calcul-numération mesurées à l'entrée en 6ème. De la même manière, les compétences en compréhension en fin de cycle III dépendent des capacités attentionnelles évaluées à l'entrée en CE2.

L'information la plus importante pour saisir le processus d'évolution des acquisitions des élèves au cours du cycle III est la place centrale accordée aux habiletés en calculs numériques. En effet, les compétences des élèves à l'entrée en 6ème se rapportant à ce domaine sont en premier lieu fortement déterminées par les compétences en calcul mental évaluées trois années auparavant. En second lieu, ces habiletés numériques entretiennent de forts liens avec les performances dans le domaine de la compréhension à la fin du cycle III. Ceci est fondamental dans la mesure où ces compétences en compréhension se révèlent être les dimensions les plus prédictives du niveau global des élèves à l'entrée en 6ème. Le classement des compétences les plus prédictives fait en effet apparaître qu'une variable mesurant la compréhension (en français et en mathématiques) explique à elle seule plus des trois quarts des écarts des scores entre les élèves à la fin du cycle III. En résumé, l'accès au collège se fera d'autant mieux que les élèves auront développé, et ceci dès la fin du cycle II, des habiletés élevées en calcul en général et plus particulièrement en calcul mental.

Des analyses menées à partir du panel 1997 permettent de compléter notre vision de la dynamique des apprentissages à l'école primaire. Les évaluations effectuées à l'entrée au CP sur la cohorte des élèves du panel permettent d'avoir des informations sur le niveau de compétences des jeunes élèves dans les domaines suivants : connaissances générales, connaissance de l'écrit, lecture tâches phonologiques, lecture morphologie et syntaxe, compétences épreuves numériques, concepts liés au temps, compréhension orale, compétences d'écriture, concepts liés à l'espace, compétences de prélecture, nombre et figures géométriques, culture technique.

La question est de savoir, parmi ces différents éléments, ceux qui prédisent le plus la réussite ultérieure, soit 5 années plus tard à l'entrée en 6ème. Le tableau suivant présente les estimations d'un modèle de régression expliquant la variance du score global (français et mathématiques) des évaluations de début 6ème en fonction des différentes dimensions de l'évaluation de début CP. Le graphique 4 permet de comparer plus aisément le poids de chacun des domaines des acquisitions à l'entrée au CP sur la réussite en fin d'école primaire.

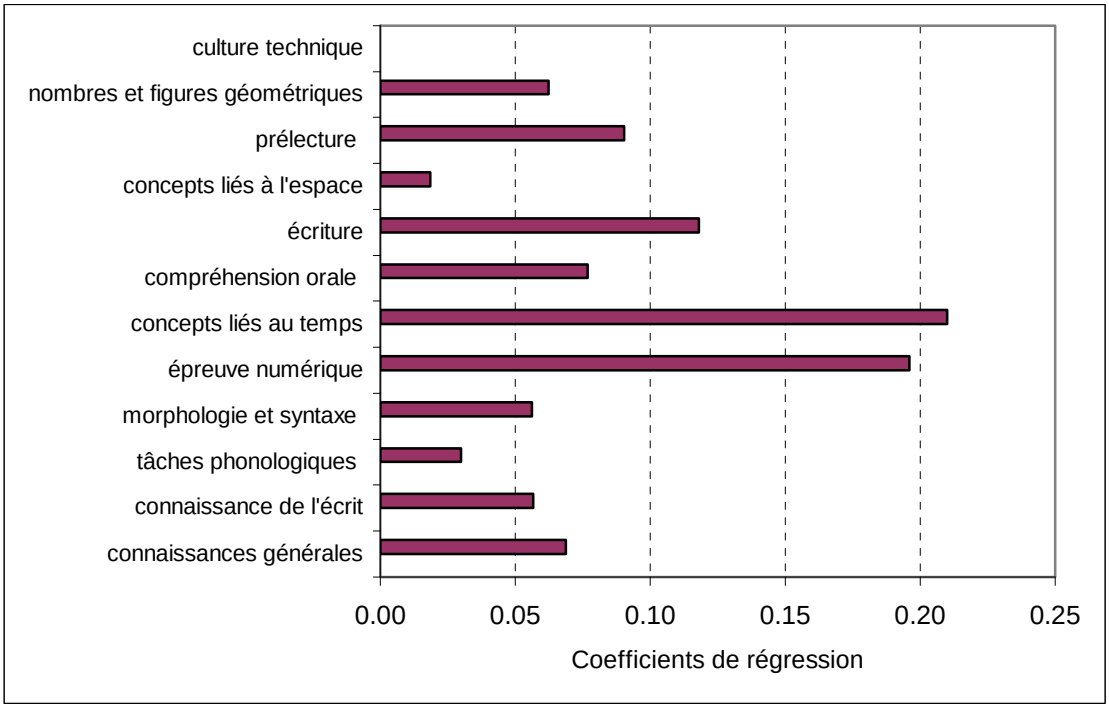


Graphique 3 : Relations entre les ensembles de compétences du cycle III

	coefficients standardisés	sign.
Score connaissances générales	+0,07	***
Score connaissance de l'écrit	+0,06	***
Score lecture tâches phonologiques	+0,03	**
Scores lecture morphologie et syntaxe	+0,06	***
Score compétences épreuves numériques	+0,20	***
Scores concepts liés au temps	+0,21	***
Score compréhension orale	+0,08	***
Scores compétences d'écriture	+0,12	***
Scores concepts liés à l'espace	+0,02	*
Scores compétences de prélecture	+0,09	***
Scores nombre et figures géométriques	+0,06	***
Score culture technique	-0,01	ns
Constante	7,91	
Pourcentage de variance expliquée	41,9%	

n.s. : non significatif, * : significatif au seuil de 10%, ** : significatif au seuil de 5%, *** : significatif au seuil de 1%

Tableau 3 : Modèle analysant la variance du score de 6ème
en fonction des différentes dimensions de l'évaluation de début CP



Graphique 4 : Effets des différentes dimensions de l'évaluation de début CP sur le score global de l'évaluation 6ème

Les coefficients standardisés permettent de comparer directement les impacts des différents scores sur le score global de 6ème. Deux dimensions semblent particulièrement prédictives de la réussite à l'entrée en 6ème, il s'agit des concepts liés au temps (coefficient de +0,21) et des compétences aux épreuves numériques (coefficient de +0,20). Les autres dimensions affichent des coefficients plus modestes (de 0,06 à 0,12) alors que deux dimensions apparaissent comme presque (concepts liés à l'espace) ou totalement (culture technique) indépendantes du niveau global de compétences à l'entrée en 6ème. Les acquis des élèves développés avant l'école élémentaire n'ont donc pas tous le même poids et certains apparaissent, plus que d'autres, jouer un rôle déterminant dans la réussite ultérieure. C'est donc le cas pour les concepts liés au temps et les compétences numériques, ces deux dimensions expliquant à elles seules plus de 35% de la variance du score global à l'entrée au collège. Ce résultat est à nos yeux de toute importance dans la mesure où l'on peut s'interroger sur les conditions qui ont permis aux élèves, à l'école maternelle, de développer des compétences dans ces deux domaines essentiels. On insistera bien sûr, au regard de la thématique de ce texte, sur la place faite aux compétences dans le domaine numérique.

Les analyses en variables latentes montrent que les acquisitions des élèves se structurent principalement en fonction de trois blocs de compétences. Le premier a trait aux compétences dans le domaine de la langue (compréhension orale, tâches phonologiques, morphologie-syntaxe, écriture) ainsi que les concepts liés au temps. Ce premier ensemble regroupe donc en très grande majorité des compétences en lecture-écriture. Un deuxième bloc regroupe les concepts liés à l'espace et les compétences en culture technique. Les exercices d'évaluation relatifs à ces deux dimensions font appel à la connaissance de notions de vocabulaire, d'objets et de situation liées à la vie courante. Un troisième et dernier bloc regroupe les compétences qui ont trait à la connaissance du nombre, aux activités numériques et à la géométrie. On identifie donc clairement un ensemble de compétences en mathématiques qui se

distinguent des autres. D'ailleurs, les corrélations entre les différentes dimensions des apprentissages sont nettement plus faibles que celles observées aux autres niveaux scolaires étudiés (début et fin du cycle III).

IV - CONCLUSION

Deux idées principales de dégagent de ce texte. La première est que les apprentissages des élèves ne peuvent s'apprécier de manière statique. Le fonctionnement de l'école a pourtant tendance à cloisonner ces apprentissages : découpage des programmes en année scolaire ou en cycle et entre disciplines ; cela donne en fait une image artificielle qui ne correspond pas à l'activité réelle de l'enfant. C'est aussi le cas dans les épreuves des évaluations nationales dans lesquelles les compétences sont réparties entre disciplines et entre champs. Les analyses exposées précédemment mettent en évidence un lien entre les compétences mobilisées par les élèves au cours de leur scolarité élémentaire et cela nous incite à insister sur l'aspect transversal des acquisitions. La seconde idée est que certaines compétences sont véritablement au cœur des apprentissages et que leur maîtrise est indispensable à la réussite scolaire. Certaines compétences en mathématiques, et principalement les habiletés en calcul mental sont fortement explicatives du niveau global d'acquisition des élèves et de son évolution au fil des années. Ce résultat est d'autant plus important que ces mêmes habiletés sont corrélées également aux capacités cognitives des élèves et notamment à la mémoire de travail (Barrouillet, Camos, Morlaix, Suchaut, 2008). Cette proximité entre calcul mental et mémoire de travail n'étant pas surprenante car les activités scolaires de cette nature font « naturellement » appel à cet aspect des capacités cognitives (McLean & Hitch, 1999). À ce titre, la pratique d'activités systématiques et variées dans le domaine du calcul mental n'est sans doute pas à négliger, ce qui pourrait permettre de réduire le coût cognitif des activités d'apprentissage en automatisant certains processus.

Il est alors essentiel de se pencher sur les compétences qui pourraient être développées assez précocement pour permettre aux élèves les moins armés sur le plan cognitif et les plus défavorisés sur le plan social de compenser leur désavantage. Ici encore, les mathématiques, et plus particulièrement les acquisitions réalisées dans les activités numériques avant l'école primaire sont des bons prédicteurs de la réussite ultérieure. Il reste à définir les situations pédagogiques et les activités qui y sont associées qui permettent de développer ces compétences en mathématiques. Celles-ci peuvent très bien prendre une forme ludique tout en permettant de travailler des mécanismes cognitifs fondamentaux car il s'agit bien de cela quand on parle d'activités numériques

BIBLIOGRAPHIE

AISH-VAN VAERENBERGH AM. (1997) Modèles statistiques et inférences causales : analyse de structures de covariances avec LISREL, pp. 106-130, in Aish-Van Vaerenbergh, AM. et *al*. (1997) *Faut-il chercher aux causes une raison ? L'explication causale en sciences humaines.* Librairie philosophique Vrin.

BARROUILLET P., CAMOS V., MORLAIX S., SUCHAUT B. (2008) Compétences scolaires, capacités cognitives et origine sociale : quels liens à l'école élémentaire ? *Revue française de pédagogie*, **162**, 5-14.

BLOOM B.S. (1979) *Caractéristiques individuelles et apprentissages scolaires*. Bruxelles, Labor, Paris, Nathan.

CRAHAY M. (2006) Dangers, incertitudes et incomplétude de la logique de la compétence en éducation. *Revue française de pédagogie*, **154**, 97-110.

DEMEUSE M. & HENRY G. (2004) La théorie classique des tests, in Demeuse M. (2004) *Introduction aux théories et aux méthodes de la mesure en sciences psychologiques et en sciences de l'éducation*. Les Editions de l'université de Liège.

De KETELE J.M. & GERARD F.M. (2005) La validation des épreuves d'évaluation selon l'approche par les compétences. *Mesure et Évaluation en Éducation*, Volume **28**, n°3, 1-26.

MCLEAN J.F. & HITCH G.J. (1999) Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, **74**, 240-260.

MORLAIX S. & SUCHAUT B. (2007) Evolution et structure des compétences des élèves à l'école élémentaire et au collège : une analyse empirique des évaluations nationales. *Les cahiers de l'Irédu*, **68**. En ligne : http://www.u-bourgogne.fr/upload/site_120/publications/les_collections_de_l_iredu/cahiers/cahier68.pdf