

---

# Résultats préliminaires d'une étude épidémiologique au CE1

Pendant l'année scolaire 2005-2006, une expérimentation a été menée dans 20 écoles parisiennes scolarisant plus de 1 000 enfants de CE1. Elle a été le fruit d'une collaboration étroite entre plusieurs partenaires : l'Inspection académique de Paris, les inspecteurs de circonscription, les directeurs, enseignants et réseaux d'aide des écoles concernées, la Direction de l'action sociale de l'enfance et de la santé de Paris et les médecins scolaires, plusieurs équipes de recherche en neurosciences et en psychologie cognitive, le Centre de référence sur les troubles des apprentissages de Bicêtre<sup>66</sup>.

Il s'agissait, à l'instar des grandes études dans les pays anglo-saxons, de réaliser :

- une enquête épidémiologique transversale sur les compétences en lecture, orthographe et calcul d'une population de plus de 1 000 enfants de CE1 ;
- une étude sur les facteurs en cause dans les difficultés d'apprentissage : cognitifs, médicaux, socioculturels, comportementaux ;
- une évaluation rigoureuse d'une aide à la lecture et au calcul, réalisée en milieu scolaire, à l'aide de logiciels ludiques mis au point par les équipes de recherche participantes selon les connaissances actuelles en sciences cognitives.

Ce sont les résultats préliminaires de toutes les données de cette étude, en cours de publication, qui sont décrits. Toutes les analyses ne sont évidemment pas terminées.

---

66. Ce travail a été subventionné par la Mairie de Paris et l'Arta (Association pour la recherche sur les troubles des apprentissages) ainsi que la fondation Suisse Eugénio Litta (bourse d'étude).

## Phase 1 : enquête transversale de l'ensemble de la cohorte

### Méthodologie

L'enquête a concerné tous les enfants scolarisés en CE1 des 20 écoles participantes. La méthodologie a consisté en une première évaluation semi-collective par groupes de 8 à 11 enfants, effectuée par les neuropsychologues de l'équipe de recherche, à l'aide de tests étalonnés, ceci pendant les quinze premiers jours de janvier 2006. Les conditions de la passation et le temps de chaque épreuve ont été identiques dans chaque école. Une passation « préalable » a été effectuée sur 40 enfants différents de la cohorte. Les résultats des enfants primo-arrivants ont été exclus.

La lecture a été évaluée par le Timé 2 (Ecalte, 2003) qui est un test de reconnaissance de mots comportant des mots corrects, des intrus homophones, phonologiquement ou visuellement proches, ainsi que des intrus sans rapport avec la cible. L'orthographe a été évaluée par l'item de CE1 de la batterie BREV (Billard et coll., 2001) à laquelle a été ajoutée une dictée de 8 syllabes. Le calcul a été évalué par la Batelem-R CE1-CE2 (Savigny, 1996).

Les écoles ont été classées en 3 zones selon leur appartenance ou non à un réseau d'éducation prioritaire (REP)<sup>67</sup>. Le nombre d'enfants était réparti comme suit :

- 329 enfants en zone non REP (zone dans laquelle le pourcentage d'élèves dont le chef de famille appartient à un milieu défavorisé est inférieur à 25 %) ;
- 364 élèves en zone REP 1 (zone dans laquelle le pourcentage d'élèves dont le chef de famille appartient à un milieu défavorisé est inférieur à 45 %, soit REP 1 et 2 du classement des écoles de Paris) ;
- 327 élèves en zone REP 2 (zone dans laquelle le pourcentage d'élèves dont le chef de famille appartient à un milieu défavorisé est supérieur ou égal à 45 % soit REP 3 et 4 du classement des écoles de Paris).

En dehors de ces 1 020 enfants scolarisés en CE1, tous les enfants redoublant le CP appartenant aux mêmes écoles, nés en 1998 comme les enfants de CE1, soit 43 enfants ont été analysés séparément car ils n'ont pas participé à l'évaluation collective. Ils ont été considérés comme a priori en difficulté et examinés individuellement par les tests de lecture de la seconde phase, la dictée de CP de la batterie BREV enrichie des 8 syllabes et le subtest de calcul de la batterie BREV (figure 1).

---

67. Carte Académique de ressources pour l'éducation prioritaire, Paris, site : <http://carep2.scola.ac-paris.fr/> (données rentrée 2004)

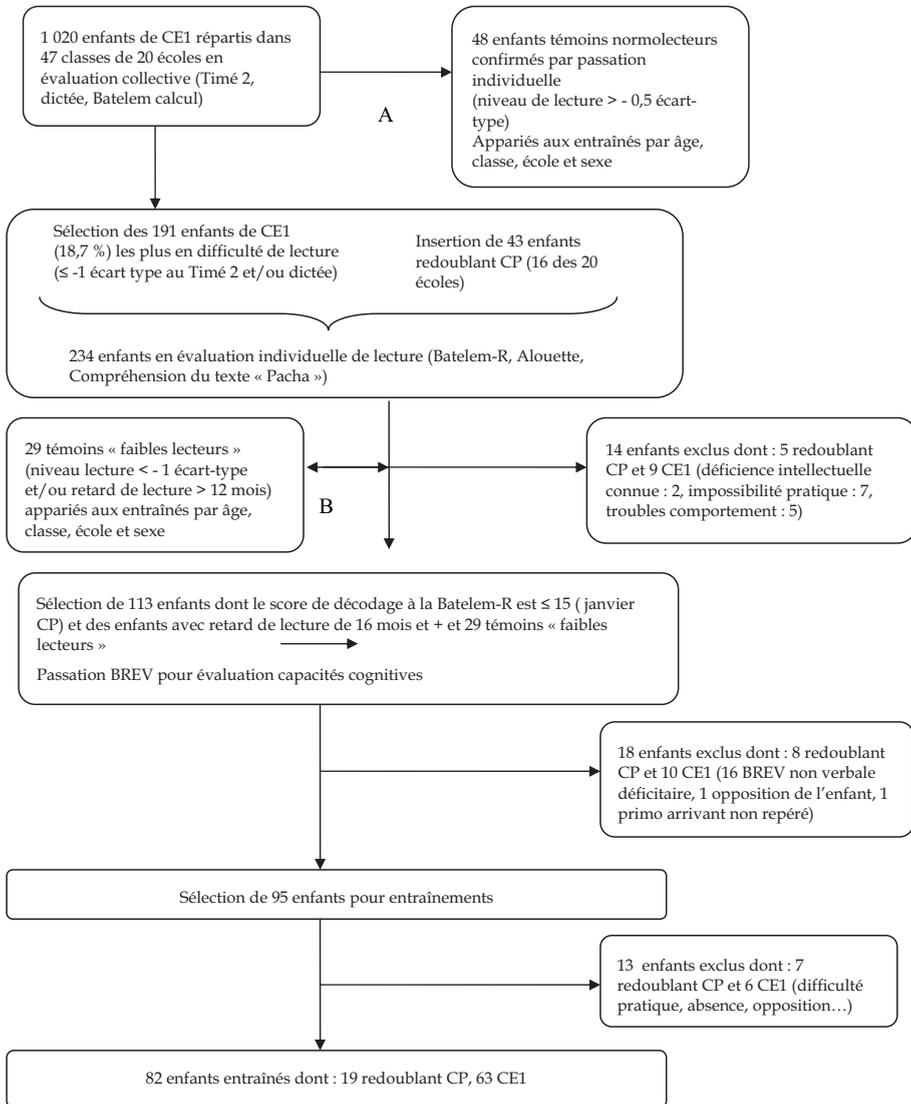


Figure 1 : Méthodologie de l'étude

## Résultats pour l'ensemble de la cohorte

L'échantillon est constitué de 53 % de garçons et 47 % de filles. Les compétences selon le sexe ne sont pas significativement différentes en lecture et orthographe, mais le sont en ce qui concerne le score de calcul qui est plus élevé chez les garçons que chez les filles ( $p < 0,000$ ).

Six enfants sont scolarisés avec une année d'avance, 64 avec une année de retard, et 2 avec deux années de retard.

La moyenne en lecture de l'ensemble de la cohorte des 1 020 enfants représentative des différents environnements socioculturels (un tiers d'enfants scolarisés en zone d'éducation non prioritaire, un tiers en zone d'éducation prioritaire modérément défavorisée, un tiers en zone très défavorisée), est normale pour l'âge chronologique et compatible avec le niveau de scolarité. Il en est de même du score de calcul qui correspond à un niveau de février-mars CE1 (tableau I).

Si on inclut les enfants redoublant leur CP, la cohorte est de 1 063 enfants. Dans cette cohorte, 114 enfants (10,7 %) ont un retard entre leur âge chronologique et leur âge de lecture de 12 mois ou plus, dont 36 de 18 mois ou plus (3,5 %). Parmi eux, 14, 5 % ont un score inférieur à -1 écart-type de la moyenne en dictée, et 17,9 % à -1 écart-type de la moyenne en calcul. La corrélation entre les différents apprentissages est très significative.

### **Scores d'apprentissages selon la zone de scolarisation**

Les résultats concernant les compétences des enfants de la cohorte montrent un effet très significatif de la zone de scolarisation ( $p < 0,0000$ ) dans tous les apprentissages (tableau I et figure 2). Les difficultés d'apprentissage dépendent donc de l'environnement socioculturel de l'école où l'enfant est scolarisé. Néanmoins, la différence du niveau de lecture n'est significative qu'en ce qui concerne les enfants de la REP 2, zone d'éducation prioritaire très défavorisée. Ces enfants sont plus en difficultés de lecture que les enfants de la zone non REP et de la zone REP 1, modérément défavorisée.

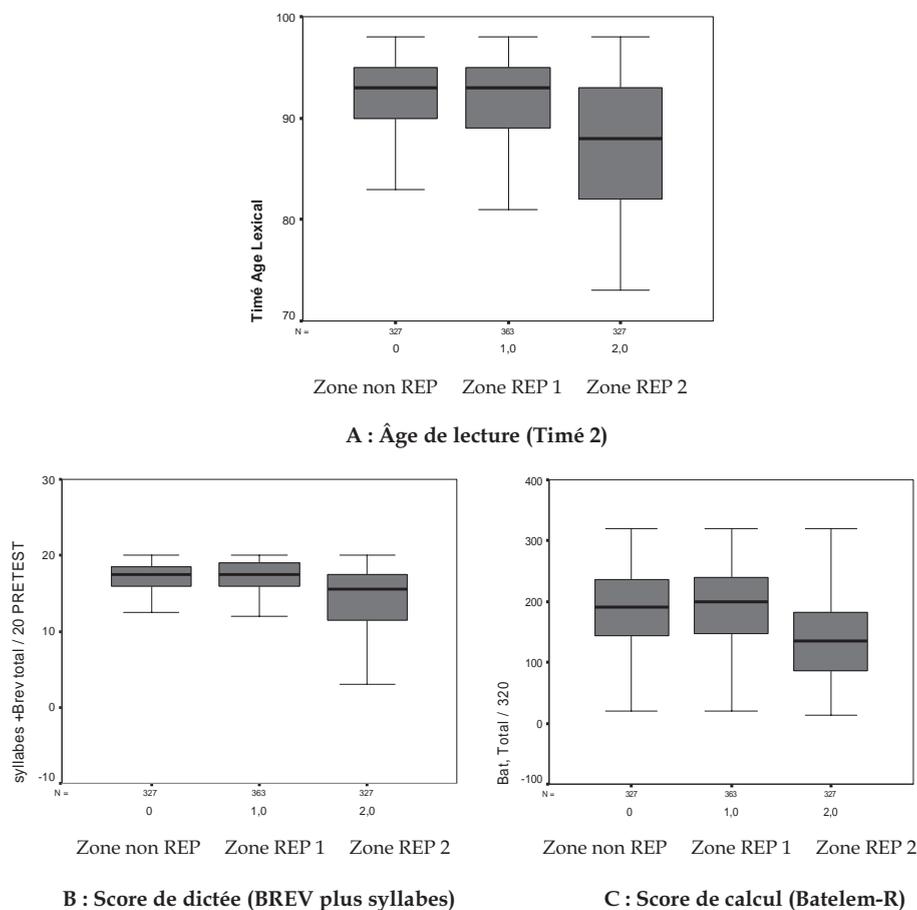
**Tableau I : Données moyennes, écart-type, minima et maxima de la cohorte de 1 020 enfants de CE1 en lecture, orthographe et calcul selon la zone de scolarisation**

	Nombre sujets	Âge (mois)*	Âge lexical Timé 2 (mois)	Retard lecture (mois)	Dictée (/20) (score en mots corrects)	Calcul Batelem (/320) (score en points)***
Zone non REP	329	89,8 (4,5) 75-108	91,9 (4,8) 72-107	2,1 (6,6) 22 à -30	16,9 (2,7) 2-20	194 (69) 0-320
Zone REP 1	364	90,7 (4,8) 80-111	90,3 (5,7) 73-98	-0,4** (7,8) 15 à -35	16,1 (3,9) 0-20	180 (71) 10-320
Zone REP 2	327	91,6 (5,5) 79-112	87,4 (6,2) 73-97	-4,2 (8,5) 16 à -34	14,1 (4,4) 0-20	140 (64) 20-300
Toutes zones	1 020	90,5 (4,9) 75-112	90,3 (5,7) 72-107	0,2 (7,9) 22 à -35	16 (3,7) 0-20	176 (72) 0-320

\*Âge chronologique en janvier 2006

\*\*Les résultats en négatif correspondent à une avance en lecture

\*\*\*Le score normal en janvier CE1 est de 165



**Figure 2 : Représentation des scores de lecture, dictée et calcul selon les 3 zones (non REP, REP 1, REP 2) de la cohorte de 1 020 enfants de CE1**

Les caractéristiques de la population des 43 enfants redoublant le CP et scolarisés dans les mêmes écoles que la cohorte des 1 020 enfants décrites dans le tableau II.

**Tableau II : Caractéristiques des 43 enfants redoublants le CP**

Zone (nombre d'enfants)	Âge chronologique (mois)	Âge lecture (mois)	Syllabes lues Batelem (nombre de syllabes correctement lues)	Dictée niveau CP (/18)	Calcul BREV (moyenne mi-CP : 6,3)
Non REP (6)	90,6	76,0	6,0	13,0	5,3
REP 1 (26)	89,7	78,1	9,5	8,8	5,5

Zone (nombre d'enfants)	Âge chronologique (mois)	Âge lecture (mois)	Syllabes lues Batelem (nombre de syllabes correctement lues)	Dictée niveau CP (/18)	Calcul BREV (moyenne mi-CP : 6,3)
REP 2 (11)	89,7	75,6	6,1	6,7	5,7
Toutes zones	89,8	77,4	8,5	8,7	5,5

**Comparaison du groupe d'enfants normolecteurs et du groupe d'enfants faibles lecteurs dans l'ensemble de la cohorte et selon le lieu de scolarisation**

Parmi les 1 020 enfants de CE1, 740 peuvent être considérés comme « sans difficultés » car leur niveau de lecture était normal, c'est-à-dire supérieur à  $-0,5$  écart-type de la norme pour l'âge. À l'inverse, 191 enfants constituent le groupe des enfants suspects d'être « en difficultés » car leurs scores en lecture ou orthographe sont inférieurs à  $-1$  écart-type de la moyenne de la cohorte. Les 89 enfants restants sont représentés par les enfants avec un score en lecture intermédiaire, c'est-à-dire  $\leq -0,5$  écart-type et  $\geq -1$  écart-type.

Les compétences respectives dans les apprentissages des 740 normolecteurs et 191 enfants suspects d'être en difficultés sont détaillées dans le tableau III.

**Tableau III : Caractéristiques des apprentissages dans le groupe normolecteur et le groupe des enfants en difficultés**

Groupe d'enfants	Âge chronologique (mois)	Âge lecture	Retard lecture (mois)	Dictée score	Calcul score
740 « sans difficultés »	90,3	92,3	2	17,3	190,7
191 « en difficultés »	91,7	81,3	-10,4*	10,1	108,2

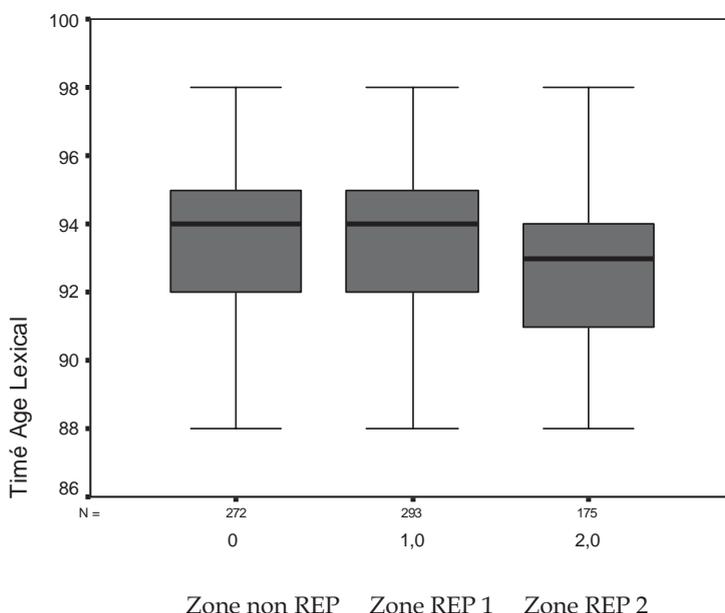
\*Les résultats négatifs témoignent d'un retard en lecture

Si l'on considère les scores des 740 enfants sans difficultés, les différences d'apprentissages en fonction de la zone restent grandes mais ne sont significatives qu'en ce qui concerne la zone REP 2 la plus défavorisée. Le pourcentage d'enfants sans difficultés en zone REP 2 est nettement plus faible (53,8 % versus 82,7 % en zone non REP et 80,5 % en REP 1). Néanmoins, les différences des scores sont émoussées puisqu'il n'y a en moyenne que 1 mois de différence d'âge lexical entre les enfants des zones les plus favorisées et ceux des zones les plus défavorisées (tableau IV et figure 3). Même dans les zones les plus défavorisées, les enfants sans difficultés ont un âge de

lecture au moins égal à leur âge chronologique. Le score en dictée n'est inférieur que dans la zone la plus défavorisée et la différence est faible : de 0,5/20 pour une moyenne de 17,3. Il en est de même en mathématiques où la moyenne la plus faible concerne les zones les plus défavorisées et reste normale pour la classe suivie (score de janvier CE1).

**Tableau IV : Caractéristiques du groupe de 740 enfants sans difficultés en fonction de la zone REP**

	Nombre	Âge chronologique	Âge lexical (mois)	Retard lecture	Dictée score	Calcul score
Zone non REP	272	89,8	93,6	-3,0	17,4	200
Zone REP 1	293	90,4	93,5	-2,2	17,3	193
Zone REP 2	175	91,0	92,6	-0,4	16,8	163
p		< 0,02	< 0,0005	< 0,0000	< 0,006	< 0,0000



**Figure 3 : Score de lecture en âge lexical des 740 enfants sans difficultés selon la zone REP (non REP, REP 1 et REP 2)**

## Phase 2 : étude des facteurs en cause dans les difficultés en langage écrit

Seuls les résultats préliminaires descriptifs sont indiqués. Les études statistiques précises sont en cours de réalisation.

### Méthodologie

Dans un second temps (voir figure 1), les enfants ayant un score en lecture ou en dictée inférieur à -1 écart-type de la population<sup>68</sup> ont été examinés en individuel pour confirmer ou non leurs difficultés en lecture par le test de leximétrie de l'Alouette (Lefavrais, 2005), l'analyse du code graphème-phonème de la Batelem-R (Savigny, 1996) et la compréhension de lecture d'un texte oralisé d'un niveau fin de CP-CE1 (texte de « Pacha »). Cette seconde phase de l'étude a donc été proposée aux 22 % d'enfants les plus en difficultés de lecture, soit :

- 191 enfants de CE1 ;
- 43 enfants également nés en 1998 redoublant leur CP.

L'objectif était de confirmer et préciser en individuel la réalité et la sévérité du retard de lecture. Après cette vérification en individuel des difficultés de lecture, une évaluation complémentaire a été proposée chez 142 enfants (voir figure 1), afin de préciser les stratégies de lecture et les facteurs en cause dans les difficultés de lecture.

Les 142 enfants qui en ont bénéficié sont :

- les enfants dont le niveau de décodage en individuel était inférieur ou égal à un score de janvier CP (15 syllabes lues à la Batelem-R) ;
- plus 5 enfants redoublant le CE1 ayant un score supérieur à la limite en décodage mais un retard d'âge de lecture concordant aux 3 tests utilisés (Timé 2, Batelem-R, Alouette) de 16 mois ou plus.

Compte tenu de la sur-représentation d'enfants en difficultés dans la zone de scolarisation très défavorisée (REP 2), la même évaluation a été proposée à un groupe témoin de 48 enfants issus de la phase 1 (voir figure 1 : groupe « A »). Ce groupe témoin, dont le niveau de lecture est tout à fait normal, a été apparié par rapport aux enfants faibles lecteurs, selon la classe fréquentée, le sexe et l'âge. L'objectif est de pouvoir comparer dans les mêmes conditions socioculturelles de zone de scolarisation un groupe d'enfants en difficultés de lecture avec un groupe d'enfants normolecteurs.

---

68. Soit 17 mots identifiés correctement au Timé 2 ou moins, et/ou 12 mots ou pseudo-mots correctement orthographiés à la dictée ou moins

Cette évaluation complémentaire a comporté six parties :

- un examen médical réalisé par les médecins scolaires, portant sur les antécédents périnataux, les affections médicales connues, les soins (orthophoniques ou psychologiques) mis en place, l'examen neurologique, l'audition et la vision<sup>69</sup> ;
- une évaluation de leurs fonctions cognitives verbales (phonologie, lexicque, syntaxe, fluence et compréhension syntaxique) et non verbales (graphisme, perception et attention visuelles, planification et raisonnement spatial) par la batterie BREV validée en comparaison à une batterie de référence (Billard et coll., 2002a et b, 2006) ;
- une évaluation des stratégies de lecture par la batterie informatisée Evalec (Sprenger-Charolles et coll., 2005) donnant la précision et le temps de lecture de syllabes, pseudo-mots et mots réguliers et irréguliers ;
- une évaluation des différentes compétences sous-jacentes à la lecture : RAN (dénomination rapide de mots), mémoire phonologique à court terme, compétences phonologiques (discrimination de sons, soustraction de syllabe, soustraction de phonème) ;
- une évaluation du comportement par le questionnaire *Child Behaviour Checklist* (CBCL ; Achenbach et Rescorla, 1999), destiné aux enseignants ;
- un questionnaire destiné aux parents sur les conditions socioculturelles et linguistiques familiales<sup>70</sup>.

L'objectif de cette phase 2 est d'une part de préciser les facteurs en cause dans les difficultés de lecture, d'autre part de sélectionner les enfants les plus en difficultés spécifiques qui participeront à l'évaluation d'entraînements pédagogiques en milieu scolaire (phase 3).

## Résultats

Les enfants dont l'évaluation individuelle a confirmé un niveau de décodage insuffisant (inférieur au 10<sup>e</sup> centile au code grapho-phonémique de la batelem-R), et/ou un niveau de leximétrie à l'alouette inférieur d'au moins 12 mois par rapport à l'âge chronologique, étaient majoritairement scolarisés en zone REP 2 très défavorisée : 23,2 % de la population scolarisée dans cette zone. Ils étaient moins fréquemment scolarisés en zone REP 1 : 17,4 % de la population, ou en zone non REP : 2,7 % de la population. Cette confirmation de la fréquence hétérogène de difficultés de lecture confirmées selon la zone de scolarisation nous a amené à analyser les facteurs en cause dans les difficultés de lecture en comparaison à une popula-

69. L'examen médical n'a concerné que les 113 enfants les plus en difficultés et les 48 enfants normolecteurs.

70. Ces deux derniers questionnaires n'ont concerné que les 113 enfants les plus en difficultés et les 48 enfants normolecteurs.

tion de témoins bons lecteurs (voir figure 1) appariés par l'école de scolarisation, l'âge et le sexe. Il s'agit de préciser dans chaque zone de scolarisation ce qui différencie les enfants faibles lecteurs des bons lecteurs.

### **Antécédents périnataux**

Les antécédents périnataux sont rares dans le groupe d'enfants faibles lecteurs (7 enfants sur 113 avaient un petit poids naissance entre 1 500 et 2 500 g et 2 un poids inférieur à 1 500 g). Il en est de même dans le groupe des enfants normolecteurs (1 sur 48). Les antécédents de prématurité sont également rares (respectivement 5/113 et 0/48).

Les déficits d'acuité visuelle (acuité visuelle inférieure à 5/10<sup>e</sup>) sont moins fréquemment retrouvés chez les faibles lecteurs que chez les normolecteurs (14,4 % *versus* 16,7 %). Trois des enfants faibles lecteurs ont un déficit modéré de l'audition et ceci ne concerne aucun enfant normolecteur. Ces trois enfants n'ont pas de trouble important du langage oral et leurs compétences phonologiques sont similaires aux autres enfants.

Les antécédents périnataux ou médicaux sont rares chez les enfants en difficultés d'acquisition du langage écrit.

### **Soins**

Un peu plus d'un tiers des enfants faibles lecteurs sont suivis en orthophonie (tableau V) et un quart sur le plan psychologique. Il n'y avait pas de différence claire dans l'intensité du déficit en lecture et en langage oral, lors de l'évaluation de janvier 2006, entre les deux groupes d'enfants rééduqués en orthophonie ou non. Les enfants rééduqués ne sont pas plus âgés (et n'ont pas plus progressé au cours de l'année que ceux non rééduqués) (tableau V).

Sept enfants normolecteurs (14,8 %) sont suivis en orthophonie et 3 (6,5 %) sur le plan psychologique. Pour deux de ces enfants normolecteurs, la persistance de difficultés du langage oral et la persistance d'un discret retard de lecture d'environ cinq mois par rapport à leur âge chronologique évoquent un trouble spécifique et sévère du langage oral, ce qui explique la discrète supériorité du retard de lecture moyen, de l'évolution en lecture et du déficit en langage oral des enfants normolecteurs rééduqués en comparaison à ceux sans rééducation. Pour les quatre autres enfants normolecteurs rééduqués en orthophonie, les tests de langage oral sont similaires à ceux de tous les autres enfants normolecteurs et ils n'ont aucun retard de lecture.

**Tableau V : Pourcentages et caractéristiques des enfants rééduqués (R) ou non rééduqués (NR) en orthophonie**

	Orthophonie oui	Orthophonie non	Âge chronologique (mois) R/NR**	Retard lecture* (mois) R/NR**	Progrès en lecture (mois) R/NR**	Score verbal R/NR**
Faibles lecteurs	35,9 %	64 %	93,4/93	-14,3/-13,1	3,6/6,2	-3,7/-3,2
Normolecteurs	14,8 %	85,2 %	90,4/92	-4,1/-1	4,5/2,4	-3,4/-2

\*Différence entre l'âge chronologique et l'âge de lecture exprimés en mois

\*\*R/NR : rééduqués/non rééduqués

Les enfants les plus en difficultés de lecture semblent relativement rarement rééduqués en orthophonie et il apparaît que les indications seraient sans lien direct avec la sévérité et le profil de leur trouble.

### **Compétences cognitives non verbales et verbales**

Parmi les enfants en difficultés de lecture ayant bénéficié de la phase 2, 18 enfants ont été écartés de la phase suivante (Phase 3 : évaluation des entraînements), du fait d'un déficit intellectuel repéré par le score non verbal de la BREV inférieur à  $-3$  écarts-types et/ou confirmé par l'échelle de Weschler pratiquée par les psychologues scolaires.

Cinq des 48 enfants normolecteurs (soit 8,7 %) ont également un score non verbal inférieur à  $-3$  écart-types. Tous ces enfants normolecteurs ont à tous les tests de lecture un niveau égal ou supérieur à leur âge chronologique. Deux d'entre eux ont une faible compréhension en lecture de texte, les 3 autres ont une compréhension normale. Trois de ces enfants normolecteurs avec un déficit des fonctions non verbales ont également un déficit des fonctions verbales, 2 autres ont un score verbal normal, évoquant une dyspraxie de développement. Les scores non verbaux et verbaux des enfants faibles lecteurs et des enfants normolecteurs sont détaillés dans le tableau VI.

**Tableau VI : Scores non verbaux et verbaux des enfants faibles lecteurs et des enfants normolecteurs**

	Score non verbal BREV (écart-type)	Score non verbal BREV (indice)***	Score verbal BREV (écart-type)	Score verbal BREV (indice)***
Faibles lecteurs*	-1,0	87,5	-3,5	80,6
Normolecteurs (n=48)	-0,9	91,2	-2,3	87,8
Normolecteurs (n=43)**	-0,53	94,3	-2,2	88,6

\*Après exclusion des 18 enfants faibles lecteurs ayant un déficit des fonctions non verbales

\*\*Après exclusion des 5 enfants normolecteurs ayant un déficit des fonctions non verbales

\*\*\*Indice soit le score ramené à la moyenne normale pour l'âge

L'existence d'un déficit intellectuel non verbal peut être en cause dans les difficultés d'acquisition de la lecture. Néanmoins, le niveau cognitif non verbal n'est pas réellement différent selon que les enfants ont ou non des difficultés en lecture. Les compétences en langage oral (score verbal à la BREV) sont globalement faibles dans cette cohorte, particulièrement chez les enfants les plus en difficultés.

### ***Fonctions cognitives sous-jacentes à la lecture***

Une première analyse des apprentissages et des différents facteurs cognitifs en cause dans les difficultés de lecture est détaillée dans le tableau VII, en comparant les enfants en difficultés de lecture et ceux normolecteurs. Les enfants en difficultés de lecture sont divisés en deux groupes : l'un est constitué des plus faibles lecteurs qui bénéficieront de la phase 3 c'est-à-dire de l'entraînement en milieu scolaire (« entraînés »), l'autre d'enfants faibles lecteurs mais de niveau discrètement supérieur au groupe précédent et qui de ce fait, ne seront pas entraînés (« FL non entraînés », groupe « B » dans le graphique de méthodologie). Les compétences en métaphonologie sont nettement plus faibles dans la population la plus en difficultés de lecture (enfants entraînés) par rapport aux deux autres groupes, de même que la dénomination rapide (RAN). En revanche, les scores verbaux et non verbaux sont peu différents dans les trois groupes.

Comme classiquement décrit dans la littérature, les fonctions les plus en cause dans les difficultés d'acquisition du langage écrit sont les compétences métaphonologiques, la dénomination rapide (RAN), la mémoire phonologique à court terme. En revanche, dans cette population particulièrement défavorisée sur le plan socioculturel, le niveau de vocabulaire et le niveau de raisonnement non verbal (score non verbal à la BREV) ne sont pas différents selon que les enfants ont ou non des difficultés en lecture.

### ***Comportement et caractéristiques socioculturelles***

Les troubles comportementaux externalisés appréciés par le questionnaire CBCL rempli par l'enseignant, dans les deux populations d'enfants appariés, (faibles lecteurs d'une part et normolecteurs d'autre part) sont décrits dans le tableau VIII, ainsi que les grandes caractéristiques socioculturelles. Seule la fréquence plus importante de troubles comportementaux cliniques internalisés chez les enfants en difficultés de lecture comparativement aux normolecteurs, ressort nettement.

**Tableau VII : Caractéristiques des 3 groupes (82 enfants très faibles lecteurs entraînés, 29 enfants faibles lecteurs non entraînés (FL), 48 normolecteurs)<sup>71</sup>**

	Âge chronologique (mois)	Syllabes lues (Batelem)	Mots lus en 1 minute (LUM)	Dictée	Calcul Batelem	Score non verbal**	Score verbal**	Lexique*	Métaphonologie	MPC <sup>T</sup> *	RAN temps (erreurs)	Discrimination sons (% bonnes réponses)
Entraînés	93	11	12,1	12,2	109,6	87,4	79,4	60,3	12,6	10,7	24,9 (0,3)	82,7
Faibles lecteurs non entraînés (FL)	93,1	18	20,1	14,5	112,9	88	84	56,9	20,4	11,9	23 (0,2)	85,7
Normolecteurs	91,8	24,6	46,2	17,5	154,1	91,2	87,8	62,6	27,5	11,9	19,4 (0,1)	86,9

\*MPC<sup>T</sup> (mémoire phonologique à court terme) : score de répétition de chiffre sur 20

\*\*Score en indice (soit ramené à la moyenne normale pour l'âge)

71. Remerciements à Liliane Sprenger-Charolles et Elisabeth Samain pour leur adaptation de l'EVALEC

**Tableau VIII : Résultats préliminaires des questionnaires comportementaux et socioculturels dans les populations d'enfants faibles et normolecteurs**

	Facteurs internalisés*(%)	Facteurs externalisés (%)	Quotient familial très défavorisé**	Enfants nés hors France (%)	Bilinguisme***(%)
Enfants faibles lecteurs (103 questionnaires/ 111 enfants)	19,4	16,5	32,7	12,6	66,4
Témoins normolecteurs (46 questionnaires / 48 enfants)	6,5	15,2	26,7	14,6	77,7

\*Apprécié par le pourcentage d'enfants considérés comme présentant un trouble internalisé ou externalisé clinique au CBCL

\*\*Apprécié par le tarif périscolaire et le prix du ticket de cantine(%)

\*\*\*Langue parlée à la maison non exclusivement française

Les troubles internalisés (anxiété, sentiments dépressifs, plaintes somatiques) sont plus fréquemment rencontrés chez les enfants en difficultés de lecture et peuvent être liés aux conséquences de l'échec scolaire.

Les facteurs socioculturels comme l'appréciation indirecte du quotient familial, le bilinguisme... n'expliquent pas à eux seuls les difficultés en lecture dans cette cohorte.

On peut formuler l'hypothèse d'une intrication entre les faibles compétences phonologiques, la précarité sociale et linguistique à l'origine des difficultés en lecture dans cette cohorte.

### Phase 3 : évaluation d'un entraînement en milieu scolaire

#### Méthodologie

Les 82 enfants les plus faibles en décodage (score à la Batelem-R), après exclusion des enfants déficitaires ou porteurs de troubles massifs du comportement ou en impossibilité pratique<sup>72</sup>, ont bénéficié d'un entraînement pédagogique en milieu scolaire à la conscience phonologique et à la voie d'assemblage de la lecture. Pour respecter une situation écologique en milieu scolaire, il a été proposé aux plus mauvais décodeurs, un entraînement par logiciel adaptatif répondant aux critères consensuels dans la littérature, à

savoir associant la forme sonore du phonème ou de la syllabe, à sa forme visuelle (Ehri et coll., 2001 ; Torgesen, 2002 ; Vellutino et coll., 2004). Deux entraînements répondent à ce critère mais différent sur les stimuli, le premier touche les paires minimales de phonèmes, le second touche un ensemble de stimuli allant du phonème au mot. L'entraînement à la discrimination de paires minimales de phonèmes<sup>73</sup> est proche d'un entraînement ayant montré un effet dans une population de dyslexiques (Magnan et coll., 2004). L'autre, également audiovisuel, entraîne les liens entre forme phonologique et forme orthographique<sup>74</sup>.

L'utilisation individuelle d'un logiciel d'entraînement audiovisuel a été proposée en raison d'un triple intérêt :

- une condition d'entraînement ludique, différente de la pédagogie habituelle ;
- une faisabilité en milieu scolaire en terme de ressources humaines : entraînement en petit groupe d'enfants chacun utilisant son logiciel sur l'ordinateur avec un adulte surveillant chaque groupe, d'une durée de quinze minutes deux fois par jour, quatre jours par semaine, pendant cinq semaines ;
- la possibilité d'une progression adaptée à l'évolution de l'enfant.

Pour étudier les éventuels effets spécifiques de ces entraînements à la lecture, une situation d'entraînement par un logiciel de mathématiques<sup>75</sup> constitue la situation « contrôle » (Wilson et coll., 2006a et b). L'utilisation d'un logiciel de calcul pour cette situation contrôle est justifiée par la fréquence de la comorbidité des difficultés d'acquisition en calcul et en lecture. Les effets de cet entraînement ont été jugés sur l'évolution des compétences en mathématiques.

La comparaison d'un entraînement à la lecture et d'un entraînement au calcul permettra, en cas d'effet sur les compétences en lecture, de différencier les effets spécifiques liés aux caractéristiques des 2 logiciels de lecture, d'effets plus globaux attentionnels ou motivationnels liés à la situation d'aide. L'utilisation de deux entraînements à la lecture permettra de mieux analyser les effets et les limites de chaque logiciel, selon le profil des enfants, afin de proposer ultérieurement le logiciel le plus adapté à l'enfant.

Le groupe des 29 enfants témoins faibles lecteurs non entraînés (voir figure 1 : groupe « B »), constitue un groupe « neutre » d'enfants de même âge, dont les compétences en lecture sont légèrement moins faibles que le

73. Le logiciel de discrimination des sons a été adapté par Liliane Sprenger-Charolles, Marie-Thérèse Le Normand et Monique Touzin.

74. « Domino » conçu par Johannes Ziegler

75. Logiciel « la course aux nombres » conçu par Anne Wilson et Stanislas Dehaene

groupe entraîné. Ce groupe donne l'évolution des compétences en lecture sans aucun entraînement.

L'entraînement comporte un programme de dix semaines entrecoupées des évaluations et des vacances scolaires de Pâques. Il est évalué en randomisant les mauvais lecteurs en deux groupes :

- l'un bénéficiant de l'un des deux entraînements audiovisuels (A1 et A2) pendant les cinq premières semaines ;
- l'autre bénéficiant sur le même temps du logiciel d'entraînement au calcul (B).

Puis, pendant les cinq semaines suivantes, le groupe B ayant bénéficié du logiciel de calcul est randomisé en deux parties, qui bénéficient d'un des deux logiciels de lecture (A1 ou A2). Le groupe ayant bénéficié dans un premier temps des deux logiciels de lecture est randomisé lui aussi, en trois parties, l'une qui bénéficie du logiciel de calcul (B), les deux autres qui continuent à bénéficier du logiciel de lecture interverti (A1/A2 ; A2/A1).

Une évaluation des compétences de décodage, des stratégies de lecture, de compréhension de texte lu, des fonctions cognitives sous-jacentes, de calcul est effectuée avant l'entraînement, entre les deux phases puis à la fin des deux entraînements. La méthodologie permet ainsi d'analyser les effets tests-retests. Les données de l'évaluation initiale permettront de croiser les effets de l'entraînement avec plusieurs facteurs : conditions socioéconomiques, capacités intellectuelles, trouble persistant du langage oral, gravité du déficit en lecture, motivation à l'utilisation d'un ordinateur...

## Résultats

Les résultats précis et spécifiques des entraînements sont en cours d'analyse. Seuls les résultats préliminaires sont donnés dans cette communication (tableau IX).

Les enfants entraînés ont acquis entre janvier et juin plus de compétences en décodage (Batelem-R : lecture de syllabes) et lecture rapide de mots (LUM : lecture de mots en une minute) que les enfants faibles lecteurs non entraînés (figures 4 et 5). Les effets des entraînements sont très variables selon les enfants. Certains enfants n'ont absolument pas progressé alors que d'autres ont en fin d'année scolaire un niveau de lecture normal tant au Timé 2, qu'à la Batelem-R ou à la Lecture en une minute.

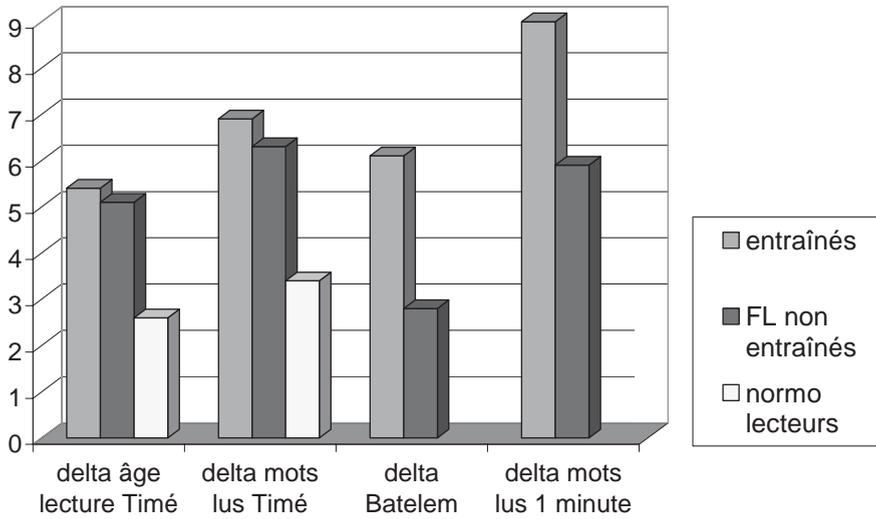
**Tableau IX : Résultats globaux des entraînements (82 enfants entraînés en comparaison à 29 enfants faibles lecteurs non entraînés et à 48 enfants normolecteurs)**

	Nombre	Temps : nombre mots corrects Baseline*	Temps : nombre mots corrects Fin**	Temps : nombre mots corrects Delta***	Batelem Lecture Delta***	Lecture en une minute Delta***	Evalect mots Delta***	Evalect syllabes Delta***	Evalect Pseudo-mots Delta***	Compréhension Nombre de bonnes réponses/10 Delta***
Entraînés	82	10,7 (4,8)	17,8 (6,6)	6,9 (6)	6,1 (4,6)	9 (6,8)	7,4 (7,3)	4,1 (5,4)	5,1 (7,5)	3,1 (2,6)
Faibles lecteurs non entraînés	29	14,4 (4,8)	20,9 (5,9)	6,3 (5,2)	2,8 (3)	5,9 (4,6)	5,2 (7,5)	0,7 (3,3)	2,4 (6,3)	2,8 (2,3)
Normolecteurs	48	24,9 (5,1)	28,3 (4,3)	3,4 (4,1)						

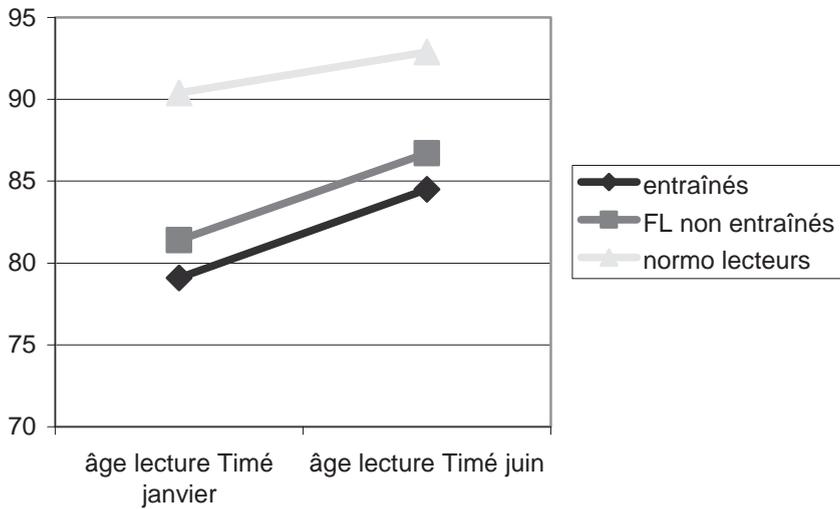
\*Score : moyenne (écart-type)

\*\*Score en fin d'expérience (juin 2006) (écart-type)

\*\*\*Delta : différence entre le score après et avant les entraînements (écart-type)



**Figure 4 : Évolution des différents groupes (delta : différence entre le score après et avant les entraînements en âge de lecture en mois)**

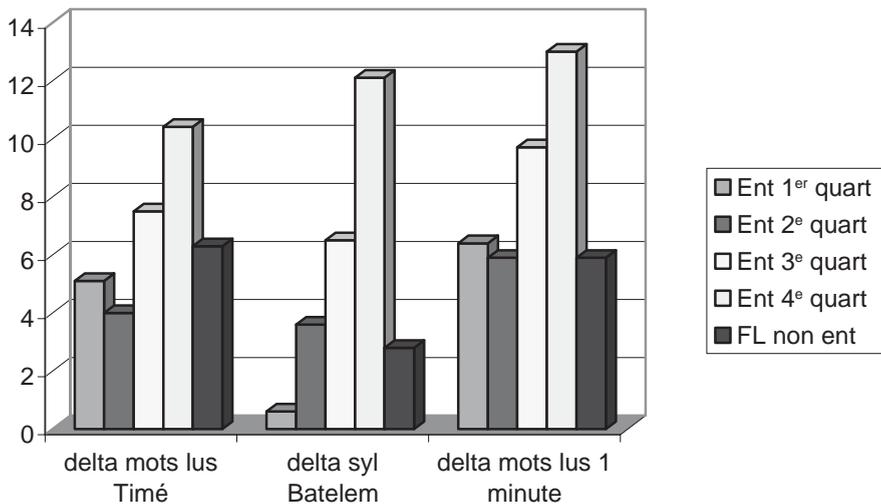


**Figure 5 : Évolution de l'âge de lecture entre janvier et juin dans les trois groupes**

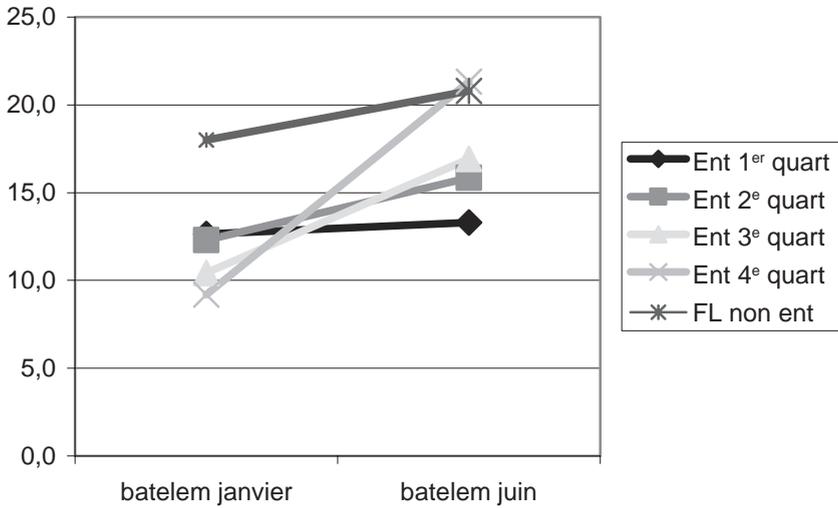
Au test de décodage de la Batelem-R, sur un total de 29 syllabes, les améliorations du groupe d'enfants entraînés sont les suivantes :

- 21 % des enfants ne sont pas répondeurs : ils lisent en fin d'expérience moins de 3 syllabes de plus qu'en début (moyenne 0,6 ; extrêmes 0-2). Ils constituent le premier quartile, le plus faible ;
- 24 % sont faibles répondeurs : ils ont progressé de 3 ou 4 syllabes (moyenne 3,6). Ils constituent le second quartile ;
- 28 % des enfants sont moyennement répondeurs : ils ont progressé de 5 à 9 syllabes (moyenne 6,5). Ils constituent le troisième quartile ;
- 27 % des enfants sont bons répondeurs : ils ont progressé de 10 syllabes ou plus (moyenne 12,1 extrêmes 10 à 16). Ils constituent le quatrième quartile, le plus amélioré.

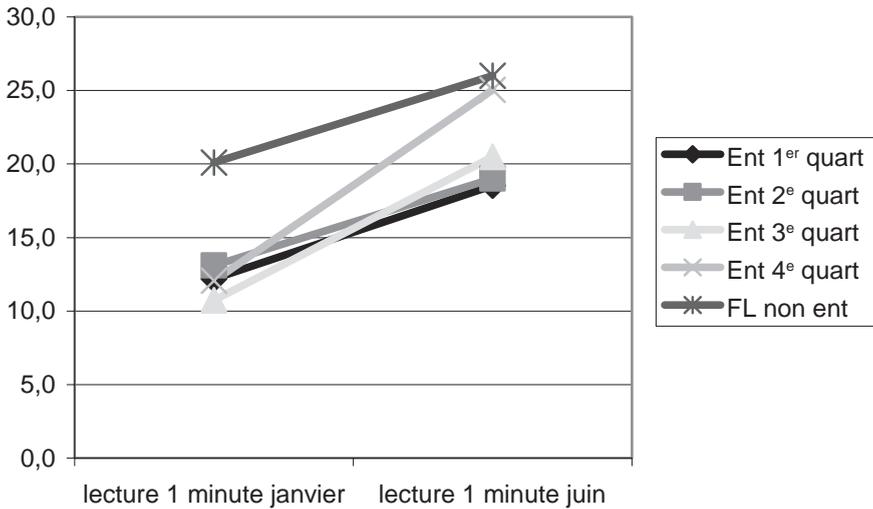
Quelque soit le test considéré, plus de la moitié des enfants entraînés ont plus progressé que les enfants faibles lecteurs témoins non entraînés qui pourtant étaient moins en difficultés au début de l'expérience (figures 6 et 7).



**Figure 6 : Évolution des scores de mots correctement lus au Timé 2, ou des syllabes à la Batelem, ou des mots lus en une minute selon que les enfants aient été non entraînés (FL non entraînés), ou selon l'importance des progrès des enfants entraînés (1<sup>er</sup> au 4<sup>e</sup> quartile)**



A : Scores de syllabes (Batelem-R)



B : Scores de syllabes (LUM)

**Figure 7 : Évolution des scores de syllabes correctement lues à la Batelem-R (A), ou des mots lus en une minute (LUM) (B) entre janvier et juin, selon que les enfants n'ont pas été entraînés (FL non entraînés), ou selon l'importance des progrès des enfants entraînés (1<sup>er</sup> au 4<sup>e</sup> quartile)**

Un entraînement écologique, quotidien, 10 heures en cinq semaines, en milieu scolaire, sans marginalisation, par un logiciel spécifique améliore les performances en décodage, lecture rapide de mots et compréhension de texte lu. Ces effets sont variables selon les enfants, nuls pour certains, nets pour d'autres. Des analy-

ses supplémentaires sont indispensables pour préciser si ces effets sont spécifiques au logiciel de lecture, et quel est le profil d'enfants en bénéficiant le plus.

**En conclusion**, à partir d'une cohorte de 1 063 enfants représentant tous les enfants scolarisés en CE1 ou redoublant le CP dans 20 écoles parisiennes situées pour un tiers en zone non défavorisée (non REP), un tiers en zone modérément défavorisée (REP 1) et un tiers en zone très défavorisée (REP 2), les compétences en lecture, transcription et calcul ont été mesurées. Plus de 10 % des enfants avaient un âge de lecture inférieur d'au moins un an à leur âge chronologique. Les difficultés en lecture sont très corrélées aux difficultés de transcription et de calcul. Les enfants en difficultés sont plus nombreux dans les zones les plus défavorisées. En même temps, les conditions socioculturelles (quotient familial, bilinguisme, naissance hors de France) ainsi que les conditions pédagogiques ne peuvent pas rendre compte à elles seules des difficultés de lecture, pas plus que les compétences non verbales, comme en témoigne la comparaison des enfants en difficultés de lecture avec un groupe apparié d'enfants normolecteurs. Les compétences en métaphonologie, mémoire phonologique à court terme et dénomination rapide sont plus faibles chez les enfants les plus mauvais lecteurs.

Un entraînement pédagogique audiovisuel par un logiciel adaptatif, répondant aux critères consensuels définis par la littérature pour améliorer le décodage, a été proposé aux enfants les plus en difficultés. L'objectif est d'aider les enfants faibles décodeurs, en milieu scolaire. Les effets de l'entraînement à la lecture ont été évalués en comparant les progrès des enfants entraînés à un groupe d'enfants scolarisés dans les mêmes classes en difficultés de lecture modérément moins sévères que celles des enfants entraînés. Plus de 50 % des enfants entraînés progressent davantage que les enfants moins faibles lecteurs non entraînés. Les effets spécifiques de l'entraînement à la lecture sont en cours d'évaluation en comparant une phase d'entraînement au logiciel de lecture à une phase de même durée avec un entraînement au calcul.

*Catherine Billard, Joel Fluss*<sup>76</sup>

*Centre de référence sur les troubles des apprentissages, Le Kremlin-Bicêtre*

*Geneviève Richard*

*Direction des affaires sociales et sanitaires de Paris*

76. Communication écrite en collaboration avec : Johannes Ziegler (CNRS Université de Provence), Jean Ecalte et Annie Magnan (Université Lyon), Liliane Sprenger-Charolles (CNRS Paris), Anne Wilson et Stanislas Dehaene (CNRS), Béatrice Ducot, Josiane Warzowski et Alfred Spira (Inserm), avec l'aide de l'équipe de neuropsychologues : Ouarda Benkhaled, Agnes Bontemps, Laure Bricout, Amélie Letellier, Aurélie Mangou, Maud Markus, Ismery Refuvreille, Zoé Richez, Patrice Urie, Delphine Vigue. Remerciements à l'Académie de Paris, aux inspecteurs de circonscription, directeurs d'écoles, enseignants et le Réseau d'aides aux élèves en difficultés, au Service de promotion pour la santé des élèves de la Ville de Paris et à tous les médecins scolaires de la DASES. Remerciements à Liliane Sprenger-Charolles, Monique Touzin et Marie-Thérèse Le Normand pour la réalisation du logiciel d'entraînement à la discrimination des sons et pour l'utilisation de la batterie informatisée « EVALEC »

## BIBLIOGRAPHIE

- ACHENBACH T, RESCORDA L. Child Behaviour Checklist. 1999-2002 (version française destinée aux enseignants)
- BILLARD C, DUCOT B, PINTON F, COSTE-ZEITOUN D, PICARD S, WARSZAWSKI J. BREV une batterie d'évaluation des fonctions cognitives : Validation dans les troubles des apprentissages. *Ach Fr Ped* 2006, **13** : 23-31
- BILLARD C, GILLET P, LIVET MO, MOTTE J, VALLÉE L, et coll. BREV : Batterie Rapide d'Evaluation des Fonctions Cognitives. Signes Editions, Paris, 2001
- BILLARD C, VOL S, LIVET MO, MOTTE J, VALLÉE L, GILLET P. The BREV neuropsychological test : Part I. Results from 500 normally developing children. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2002a, **44** : 391-398
- BILLARD C, MOTTE J, FARMER M, LIVET MO, VALLÉE L, et coll. The BREV neuropsychological test : Part II. Results of validation in children with epilepsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2002b, **44** : 398-340
- ECALLE J. Timé 2 : Test d'identification des mots écrits de 6 à 8 ans. EAP, Paris, 2003
- EHRI LC, NUNES SR, WILLOWS DM, VALESKA SXHUSTER B, YAGHOUB-ZADEH Z, SHANAHAN T. Phonemic awareness instruction helps children learning to read : Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly* 2001, **36** : 250-287
- LEFAVRAIS J. Test de l'Alouette. ECPA, Paris 1965, révision 2005
- MAGNAN A, ECALLE J, VEUILLET E, COLLET L. The effects of an audio-visual training program in dyslexic children. *Dyslexia* 2004, **10** : 131-140
- SAVIGNY M. Batelem-R. EAP, Paris, 1996
- SPRENGER-CHAROLLES L, COLÉ P, BÉCHENNEC D, PIQUARD-KIPFFER A. EVALEC: French normative data on reading and related skills: From 7 to 10 year-olds. *European Review of Applied Psychology* 2005, **55** : 157-186
- TORGESSEN JK. The prevention of reading difficulties. *J School psychol* 2002, **40** : 7-26
- VELLUTINO FR, FLETCHER JM, SNOWLING MJ, SCANLON DM. Specific reading disability (Dyslexia): what we have learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 2004, **45** : 2-40
- WILSON AJ, DEHAENE S, PINEL P, REVKIN SK, COHEN L, COHEN D. Principles underlying the design of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions* 2006a, **2** : 19
- WILSON AJ, REVKIN SK, COHEN D, COHEN L, DEHAENE S. An open trial assessment of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions* 2006b, **2** : 20