

Étude de la production écrite en copie: une approche visuo- orthographique et graphomotrice

Sonia KANDEL¹, Sylviane VALDOIS et Jean-Pierre
ORLIAGUET

Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition
Université Pierre Mendès France Grenoble, France

Résumé

La copie d'un mot fait intervenir le système de lecture destiné à analyser la chaîne de lettres et le système graphomoteur permettant l'écriture du mot traité visuellement. Au tout début de l'apprentissage scolaire, l'enfant qui commence à se familiariser avec le langage écrit, ne parvient pas à copier les mots lors d'une seule fixation oculaire : il les décompose en unités sub-lexicales de taille variable. L'enfant analyse visuellement une partie du mot, l'écrit, puis lève le regard pour extraire plus d'informations sur les caractéristiques orthographiques du mot. Ce comportement est répété autant de fois qu'il y a d'unités sub-lexicales, celles-ci pouvant aller de la lettre à la syllabe. Quatre expériences ont été réalisées dans le but de comprendre la nature des unités de traitement utilisées au niveau visuel (analyse des levers de regard) et au niveau graphomoteur (durée de production des lettres mesurée à partir d'une tablette graphique). Les résultats d'une première recherche réalisée auprès d'enfants de CP au CM2, montrent que les enfants sont capables de copier les mots globalement à partir du CE2. Les enfants de CP copient préférentiellement les items lettre à lettre et/ou syllabe par syllabe. Ces traitements syllabiques persistent et des procédures de copie de mot entier commencent à se mettre en place en CE1. Le type de traitement dépend, toutefois, de la lexicalité de l'item ainsi que de sa complexité orthographique. L'analyse graphomotrice montre une organisation du geste graphique en fonction de la structure syllabique de l'item, quel que soit l'âge de l'enfant et le type d'item. Ces résultats suggèrent que l'enfant programme le geste pour produire la première syllabe avant le début du mouvement. La programmation de la syllabe suivante se ferait au cours de la production de la première lettre de cette syllabe. Les deuxième et troisième études, réalisées auprès d'enfants de CP et CE1 indiquent que les unités analysées sont de plus grande taille lorsque les mots sont fréquents et orthographiquement réguliers que lorsqu'ils sont peu fréquents et irréguliers.

En d'autres termes, la taille de l'unité est fonction de la fréquence et de la régularité des mots. En outre, les mots ayant une structure CV en syllabe initiale permettent à l'enfant de traiter les mots avec des unités plus larges que les mots commençant par des syllabes CVC. Dans ces études, on observe que les enfants qui ne peuvent pas copier le mot en entier ont tendance à le décomposer en lettres isolées ou en syllabes, plutôt qu'en bigrammes ou trigrammes ne correspondant pas à une syllabe. Du point de vue graphomoteur, on confirme que le geste de l'enfant est systématiquement organisé en fonction de la structure syllabique du mot. Ces types d'unités, utilisées par les enfants francophones, ne le sont pas nécessairement par des enfants d'autres milieux linguistiques. Dans une quatrième expérience, nous avons montré que la taille de l'unité utilisée par l'enfant pour décomposer le mot dépend de la transparence de la langue. Nos données indiquent que les enfants francophones ont tendance à analyser les mots en unités sub-lexicales plus petites - de la taille de la lettre ou de la syllabe - que les enfants hispanophones, ces derniers traitant généralement le mot en entier dès le CP. Ces résultats s'observent aussi bien du point de vue de l'analyse visuelle que du point de vue graphomoteur. De plus, des enfants bilingues franco-espagnols ont le même comportement que les enfants francophones du même âge lorsqu'ils copient des mots en français et le même comportement que les hispanophones lorsqu'ils réalisent la tâche en espagnol.

Abstract

This paper presents four word copying experiments. Measures based on gaze lifts were recorded in order to gain insight on the visual processing units involved in the copying task. To investigate the effect of orthographic variables on the handwriting gesture, letter duration was measured. The results revealed that first and second graders lifted their gaze quite often, whereas third, fourth and fifth graders could copy most items as a whole. Words required less gaze lifts than pseudo-words. Most gaze lifts occurred at the syllable boundary. Movement duration analysis also revealed a strong syllable effect regardless of school level, orthographic structure and lexical status. The second and third experiments revealed that the size of the visuo-orthographic units the children used during the copying task was determined by the frequency and orthographic regularity of the word. In addition, the items with a CV initial syllable were analysed with bigger visual units than the ones starting with CVC syllables. From a graphomotor perspective, the production of these items was also constrained by the word's syllable constituents. In a fourth experiment, gaze lift analysis revealed that in French, first graders tend to use letter and syllable units, but in Spanish, most words are copied as a whole unit. At the graphomotor level, syllable units organized the handwriting gesture when copying words in French whereas Spanish-speaking monolinguals used units larger than the syllable. These results are corroborated by the fact that when French-Spanish bilinguals copied in French, they behaved as French monolinguals, and when they copied in Spanish they performed as Spanish-speaking monolinguals, indicating that the shallowness of the language in which the child acquires written language

determines the size of the visuo-orthographic and graphomotor units he/she will use.

1. Introduction

L'apprentissage de la lecture et de l'écriture est une étape très difficile dans la scolarité des enfants puisqu'il requiert la construction de représentations orthographiques stables et complètes. En effet, pour qu'un enfant puisse lire et écrire correctement, il doit mémoriser la forme orthographique des mots qu'il connaît oralement et auxquels il est confronté à l'écrit. Autrement dit, il doit établir un répertoire de mots orthographiques dans une mémoire à long terme. Notre travail utilise la tâche de copie pour étudier ce processus. Cette tâche est d'un grand intérêt car la copie d'un mot fait intervenir le système visuel destiné à analyser la chaîne de lettres et le système graphomoteur permettant la production écrite. Elle est donc à l'interface entre le système de lecture et d'écriture/orthographe.

Les premiers modèles d'acquisition de la lecture/orthographe ont été élaborés au début des années 1980 (Frith, 1985; Gentry, 1982). Le modèle de Frith (1985) notamment, considère l'apprentissage de la lecture et de l'orthographe comme des acquisitions qui s'effectueraient en parallèle et s'influenceraient mutuellement. L'adoption et l'utilisation d'une stratégie de traitement dans un domaine (lecture ou orthographe) seraient transférées pour le développement de cette même procédure dans l'autre domaine. Le modèle postule l'existence de trois stades tant en orthographe qu'en lecture. Avant instruction scolaire et dès qu'un enfant a compris les termes tels que *mot* ou *phrase*, il peut entrer dans la phase logographique. Cette procédure, qui se développe d'abord en lecture, permettrait la reconnaissance immédiate d'un mot familier, par identification du contexte dans un premier temps et, ensuite, par identification des caractéristiques graphiques saillantes du mot lui-même. Une fois la stratégie logographique maîtrisée, l'enfant passerait à l'étape suivante, appelée l'étape alphabétique ou médiation phonologique. La mise en place de la procédure alphabétique repose sur la segmentation du mot écrit et oral en unités sub-lexicales et sur la mise en relation de ces unités. Enfin, dans l'étape orthographique, les mots sont traités comme des unités globales. L'enfant, lors de ses expériences en lecture, a mémorisé des informations spécifiques sur l'orthographe des mots de sa langue. Il peut ainsi écrire des mots irréguliers, par activation de connaissances lexicales mémorisées sans recours systématique à la médiation phonologique.

De nombreux auteurs supposent que le décodage phonologique est essentiel dans l'acquisition de l'orthographe et qu'il fonctionne comme un mécanisme permettant à l'enfant d'acquérir des connaissances lexicales orthographiques spécifiques. Il fournirait des opportunités pour « l'auto-apprentissage » (Share,

1995). L'hypothèse de l'auto-apprentissage considère que la connaissance orthographique n'est pas uniquement la conséquence des compétences phonologiques : des facteurs comme la quantité et la qualité de l'exposition à l'écrit, la capacité à porter son attention sur des détails orthographiques, les capacités de mémoire visuelle et orthographique, les capacités de traitement visuel contribuent aussi à la mémorisation des connaissances orthographiques. Elle suppose que la procédure de mémorisation de l'orthographe dépend de la fréquence avec laquelle un enfant a été exposé à un item particulier, et aussi de la nature et de la réussite de l'identification suite au recodage phonologique de l'item. Les items de fréquence élevée seraient traités orthographiquement avec un traitement phonologique minimal dès les premières étapes d'acquisition de la lecture et de l'écriture. Les items nouveaux et moins familiers - pour lesquels les enfants n'ont pas encore acquis de représentation orthographique - seraient davantage dépendants de la phonologie (Mousty & Alegria, 1996). L'incidence du recodage phonologique varierait donc en fonction de la familiarité des items.

Ainsi, des facteurs liés au type de mot et aux caractéristiques phonologiques et orthographiques de la langue maternelle de l'enfant pourraient avoir une influence sur le développement des représentations orthographiques. De plus, les représentations orthographiques des enfants évoluent non seulement en quantité mais aussi en qualité (Perfetti, 1992). En effet, on ne peut pas approcher l'étude du développement des processus de lecture et d'écriture avec une conception en tout ou rien, car les informations contenues dans les représentations orthographiques mémorisées sur l'orthographe des mots augmentent en exactitude avec l'âge et avec l'exposition au langage écrit. Ainsi, pour qu'un enfant puisse orthographier correctement un mot, il doit posséder une trace en mémoire de ce mot, ce qui n'est pas le cas en début d'apprentissage. La théorie d'auto-apprentissage a le mérite de tenter de fournir une explication à la mémorisation de l'orthographe par des enfants placés en situation d'apprentissage classique. Elle met l'emphase sur le rôle en lecture des traitements analytiques fondés sur les compétences phonologiques des enfants. Cette théorie n'exclut cependant pas l'intervention de traitements visuels spécifiques assurant le traitement de la forme écrite des mots à mémoriser. Le modèle connexionniste multitraces de lecture (Ans, Carbonnel, & Valdois, 1998) souligne l'implication de traitements visuo-attentionnels dans le traitement lexical et l'importance de ces traitements dans l'acquisition des connaissances lexicales orthographiques. Ce modèle postule l'existence d'une fenêtre de traitement visuo-attentionnel (VA) à travers laquelle est extraite l'information orthographique sur le mot à lire. Dans ce cadre théorique, la procédure de lecture globale met en jeu une fenêtre VA de grande taille englobant l'ensemble de la séquence du mot alors qu'une fenêtre de taille réduite est utilisée lors d'un traitement analytique. Dans ce dernier cas, plusieurs prises d'information successives sont nécessaires au traitement de la séquence orthographique complète. On suppose que la taille de la fenêtre VA augmente lors de l'apprentissage de la lecture : cette fenêtre serait réduite à des unités sub-lexicales (lettres, graphèmes, syllabes) lors des premières étapes du traitement et engloberait l'ensemble du mot lorsqu'une représentation

orthographique de ce mot est disponible en mémoire (Laberge & Samuels, 1974). Nous faisons l'hypothèse que l'étude des levers de regards effectués lors de la copie pour reprendre de l'information sur le mot écrit est une bonne estimation de la taille de la fenêtre visuo-attentionnelle utilisée par les enfants en lecture. Si tel était le cas, la taille des unités prises en compte en copie devrait être corrélée au niveau de lecture des enfants.

2. La tâche de copie

Nous avons mis en place des expériences où l'on demande à l'enfant de copier des mots. Cette tâche a été très peu étudiée, ce qui semble assez paradoxal, puisqu'elle est très utilisée en milieu scolaire. La copie permet d'une part l'étude des pauses faites par les enfants pour copier le mot, renseignant sur le nombre et la position de prises d'informations nécessaires et donc sur la taille de l'unité de traitement visuel utilisée. D'autre part, l'analyse de la production de l'écriture nous informe sur la nature des unités graphiques utilisées dans l'organisation du geste.

Dans une recherche avec une tâche de copie réalisée auprès de cinq enfants francophones âgés de six ans, on étudiait comment ces débutants lecteurs et scripteurs recherchaient et copiaient des mots (Rieben, Meyer, & Perregaux, 1989). L'activité se faisait à partir d'un texte de référence affiché sur un mur de la classe ; le but était de rédiger un texte individuellement. Plusieurs types de traitement en copie ont été identifiés sur la base de l'analyse des levers de regard. Les auteurs ont observé que les unités utilisées pour copier les mots diffèrent beaucoup entre les enfants et que souvent le même enfant utilise plusieurs types d'unités de traitement : des lettres, des groupes de lettres, des syllabes... Les auteurs suggèrent ainsi que les représentations lexicales des enfants sont souvent partielles et qu'il est difficile d'associer une unité de traitement particulière à un âge donné, en tout cas en début d'apprentissage scolaire. Dans une autre étude, réalisée auprès d'enfants de CP et CE1, on utilise également les levers de regard pour définir les unités de traitement (Humblot, Fayol, & Lonchamp, 1994). Les résultats suggèrent que la syllabe émergerait comme unité de transcription au cours des première et deuxième années de scolarité primaire avant que les enfants n'utilisent le mot entier et après qu'ils aient procédé par copie lettre à lettre. Le passage par l'étape syllabique dépendrait de la fréquence lexicale et de la régularité orthographique du mot à copier : les mots fréquents et réguliers seraient copiés en entier avant les mots rares et irréguliers. Cependant, les mots utilisés étaient extrêmement rares (par exemple *zloty* et *tweed*) et pourraient avoir été traités comme des pseudo-mots par les enfants.

La tâche de copie a également été utilisée pour l'étude d'enfants présentant des pathologies. Les performances en copie d'enfants sourds ont été comparées à celles d'enfants normo-entendants (Transler, Leybaert, & Gombert, 1999). Les

auteurs, à partir des levers de regard, ont montré que les enfants francophones, sourds et normo-entendants, utilisent des syllabes comme unités de copie. Toutefois, dans des situations où il y a similitude orthographique entre deux pseudo-mots (par exemple *rentala* et *renalat*) mais où la frontière syllabique ne correspond pas à la même lettre, les enfants sourds n'utilisent plus la syllabe de manière systématique alors que les enfants normo-entendants continuent à l'utiliser. Ces auteurs ont également travaillé sur la durée totale de production (le temps écoulé entre le début et la fin de la copie de l'item, mesuré par une caméra), suggérant un effet de la longueur (items mono vs. trisyllabiques) et de la lexicalité de l'item (surtout pour les trisyllabes). La copie de mots et de phrases en anglais a été utilisée pour étudier le comportement d'enfants dyslexiques (Martlew, 1992). Cette étude ne s'intéressait pas aux unités de traitement sous-jacentes mais à certaines caractéristiques générales de la qualité et de la vitesse d'écriture. Signalons enfin, qu'à notre connaissance, aucune recherche utilisant la tâche de copie n'a pris simultanément en considération les aspects visuels et cinématiques.

Les aspects cinématiques de la tâche de copie n'ont pas été beaucoup pris en compte, ce qui n'est pas étonnant car les recherches utilisant des variables cinématiques pour l'étude du développement de l'écriture sont relativement récentes (Zesiger, 1995). Plusieurs travaux, réalisés surtout chez l'adulte, nous permettent de penser que les aspects orthographiques et phonologiques peuvent avoir une influence sur l'organisation de la graphomotricité. La lexicalité d'un item et la fréquence des trigrammes qui le composent ont une influence sur l'organisation graphomotrice, aussi bien au niveau de la durée du mouvement que de la vitesse moyenne et de la longueur de la trajectoire (Zesiger, Mounoud, & Hauert, 1993). Selon les auteurs, il y aurait un traitement supplémentaire dû à l'absence de représentation orthographique dans le lexique pour les pseudo-mots et une recherche plus compliquée ou plus importante dans le lexique serait nécessaire dans le cas des trigrammes non fréquents. Au niveau morphologique, l'application d'une règle grammaticale dans des situations d'incertitude orthographique (par exemple, « aller *vers* » vs. « les *vers* ») retarde la latence de production et augmente le temps de mouvement (Orliaguet & Boë, 1993). Toujours chez l'adulte, les travaux visant à mettre en évidence le rôle de la structure syllabique des mots dans la production de l'écriture n'ont pas abouti à des résultats clairs. On a tenté de montrer un effet syllabique en français écrit, mais les auteurs ne l'ont obtenu qu'en dactylographie (Zesiger, Orliaguet, Boë, & Mounoud, 1994). Puis, en néerlandais, l'effet syllabique n'a pas été démontré clairement, mais des analyses post-hoc suggèrent fortement une organisation du geste en fonction de la structure syllabique des mots, au niveau de la durée du mouvement et de la longueur de la trajectoire (Bogaerts, Meulenbroek, & Thomassen, 1996). D'autres résultats montrent un effet de la similarité phonologique de syllabes insérées dans des pseudo-mots sur la latence et le temps de mouvement (Van Galen, Meulenbroek, & Hylkema, 1986). Enfin, une étude en français utilisant des mots monosyllabiques homographes mais non homophones (par exemple, « il *but* » vs. « le *but* ») montre un effet de la

structure phonologique sur la vitesse moyenne de production écrite (Orliaguet, Zesiger, Boë, & Mounoud, 1993).

Selon le modèle proposé par Van Galen, le traitement des aspects linguistiques – comme la lexicalité, la morphologie, la structure syllabique, la phonologie - requis par l'écriture, viendrait « s'ajouter » au traitement des aspects moteurs, résultant en un coût qui peut se traduire au niveau de la latence, le temps de mouvement, la longueur de la trajectoire, etc. (Van Galen, 1991). Dans ce modèle, l'écriture y est conçue comme un geste impliquant différents niveaux de traitement, fonctionnant en parallèle et obéissant à une structure hiérarchique. Ainsi, les mouvements destinés à produire les dernières lettres d'un mot, par exemple, seraient programmés, chez l'adulte, pendant l'exécution des premières lettres. Étant donnée que le système graphomoteur a des capacités limitées, les traitements linguistiques de l'écriture - traitements de haut niveau - affectent les caractéristiques temporelles et spatiales des mouvements. Les études concernant l'influence des variables linguistiques sur l'écriture d'enfants sont relativement rares. Dans la recherche de Zesiger et al. (1993) des enfants de 8 à 12 ans ont écrit des mots et pseudo-mots finissant par un trigramme fréquent et des pseudo-mots finissant par un trigramme non fréquent. À la différence des données de l'adulte, les résultats des enfants ne montrent aucun effet de la lexicalité ni de la fréquence des trigrammes. En revanche, la durée du mouvement d'enfants de 9 ans était moins importante pour des mots fréquents que pour des mots rares (Søvik, Arntzen, Samuelstuen, & Heggberget, 1994).

Notre travail sur la tâche copie combine les deux aspects étudiés dans les études présentées ci-dessus. Nous nous intéressons à la fois à l'analyse visuelle réalisée lors de la prise d'information sur l'item à copier et à l'organisation du geste graphique produit lors de la transcription.

2.1. Unités de traitement

Les recherches réalisées au sein de notre laboratoire (Kandel & Valdois, submitted a) s'intéressent à la fois au découpage en unités visuelles sub-lexicales que font les enfants pour copier le mot ainsi qu'aux aspects graphomoteurs du geste d'écriture. Autrement dit, nous essayons de considérer plusieurs aspects du processus de copie : d'abord l'enfant analyse le mot visuellement, il le décompose en unités sub-lexicales lorsqu'il ne peut pas le traiter globalement, il garde en mémoire de travail l'unité analysée, puis il programme un geste permettant l'écriture de cette unité (notons que l'enfant lit en script et qu'il doit produire un geste d'écriture cursive, ce changement de registre d'écriture peut être une activité très coûteuse et retarder la programmation), il retourne à l'analyse visuelle du modèle, traite l'unité suivante et ainsi de suite jusqu'à ce que tout le mot soit copié. Dans nos expériences, la tâche de l'enfant consiste à copier l'item qui lui est présenté sur un écran d'un ordinateur, celui-ci restant à sa disposition autant de temps qu'il le souhaite. Les enfants disposent d'un stylet à encre (Inking pen) pour écrire sur une feuille lignée qui est fixée sur une tablette

graphique (Wacom Intuos 1218, fréquence d'échantillonnage 200 Hz, précision 0.02 mm) permettant l'enregistrement du mouvement d'écriture. Les levers de regard sont enregistrés par l'expérimentateur en appuyant sur la barre d'espace du clavier de l'ordinateur à chaque fois que l'enfant lève le regard.

Nous avons étudié dans un premier temps la copie de mots fréquents et de pseudo-mots dérivés de ces mots (par exemple, *midi* et *mibu*). Ces items variaient en complexité orthographique : par exemple, *midi*, où il y a une lettre par phonème, est considéré comme moins complexe que *auto* car dans ce dernier il y a deux lettres par phonème dans la première syllabe. Cette recherche a été réalisée auprès d'enfants francophones du CP au CM2. La Figure 1 montre que globalement les enfants lèvent souvent le regard en CP, moins en CE1 et très peu fréquemment ou jamais à partir du CE2. Nous avons calculé un « coefficient de lever de regard » de manière à pouvoir comparer le nombre total de levers de regard d'items de longueurs différentes, car un lever de regard lors de la copie d'un item de quatre lettres n'a pas la même valeur que lorsqu'il a lieu dans un item de sept lettres.

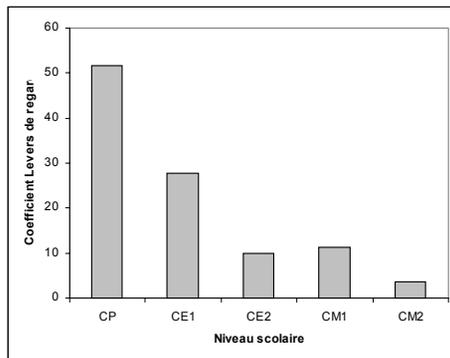


Figure 1. Coefficient de levers de regard en fonction du niveau scolaire de l'enfant.

L'analyse du coefficient de levers de regard suggère que la taille des unités orthographiques utilisées par les enfants de CP serait plus petite que celle des enfants de CE1. A partir du CE2, l'unité traitée est le plus souvent le mot entier. L'analyse des levers de regard révèle également que les enfants de CP transcrivent généralement l'item lettre à lettre ou syllabe par syllabe, la copie du mot entier étant moins fréquente.

En CE1, l'analyse syllabique est souvent utilisée et coexiste avec la copie de mot entier. La taille des unités que les enfants utilisent pour copier des mots et des pseudo-mots varie donc avec l'âge, mais aussi avec le statut lexical et la complexité orthographique des items. D'une part, les mots requièrent moins de levers de regard que les pseudo-mots et, d'autre part, le nombre de levers de regard est d'autant plus important que la complexité orthographique augmente.

Pour avoir des informations sur l'organisation globale du geste, indépendamment des différences de vitesse d'écriture entre les enfants, nous

avons mesuré le rapport entre la durée de production de chaque lettre et la durée totale de production du mot, puis nous l'avons converti en pourcentage. L'analyse indique que l'organisation du geste de production dépend de la structure syllabique des items, et ceci du CP au CM2. Pour des items bisyllabiques, nous observons une augmentation systématique de la durée de production après la frontière syllabique (sur la première lettre de la deuxième syllabe), que les items soient des mots ou des pseudo-mots et quelles que soient la complexité orthographique et la longueur du mot. En CP, où on observe une stratégie lettre à lettre en début de mot, nous pouvons penser que les lettres de la première syllabe seraient programmées une à une, mais celles de la deuxième syllabe seraient programmées au cours de la production de sa première lettre, comme on l'observe dans les autres classes.

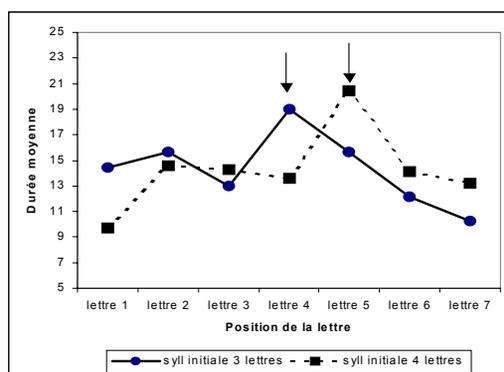


Figure 2. Durée moyenne de production de chaque lettre par rapport à la durée totale de production du mot (%) lors de la copie de mots bisyllabiques de sept lettres. Les flèches indiquent le début de la deuxième syllabe des items, ceux-ci pouvant commencer par des syllabes de trois lettres (par exemple *voiture*) ou de quatre lettres (par exemple *journal*).

La Figure 2 montre le temps moyen de production mesuré pour chacune des lettres lors de la copie de mots bisyllabiques de sept lettres. Les profils de durée indiquent qu'elle reste à peu près constante au cours de la première syllabe ; puis, il y a une augmentation significative sur la quatrième lettre pour les mots ayant une syllabe initiale de trois lettres et sur la cinquième lettre pour les mots ayant une syllabe initiale de quatre lettres.

Pour résumer, les enfants les plus jeunes copient le plus souvent le mot lettre à lettre mais exploitent également la structure syllabique des items pour organiser à la fois l'analyse visuelle et la production graphomotrice. Les enfants les plus âgés, en revanche, peuvent extraire toute l'information orthographique en une seule prise d'information mais organisent toujours le geste d'écriture en fonction de la structure syllabique. La syllabe apparaît ainsi comme une unité de traitement utilisée à la fois pour le traitement visuel et graphomoteur, en tout cas chez les enfants en début d'apprentissage de l'écrit.

2.2. Effet de fréquence et de lexicalité

Pour approfondir nos connaissances relatives aux influences du type d'item à copier sur la taille des unités utilisées en début d'apprentissage scolaire, nous avons étudié les effets de la fréquence d'usage des mots (*manche* est fréquent et *mangue* est peu fréquent) et de la lexicalité des items (*manche* est un mot, *mantou* est un pseudo-mot) en comparant des items bisyllabiques de longueur et coupure syllabique identiques (Kandel & Valdois, en préparation).

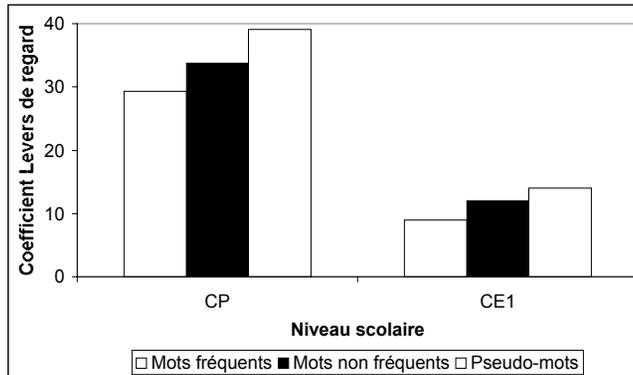


Figure 3. Coefficients de levers de regard pour des mots fréquents, des mots non fréquents et des pseudo-mots en fonction du niveau scolaire.

Nous avons travaillé uniquement avec des enfants de CP et CE1, car peu de levers de regard sont observés chez les enfants plus âgés. Comme dans l'étude antérieure, les résultats montrent que les enfants de CP ont besoin de plus de prises d'informations que ceux de CE1 pour copier un item (Figure 3). De plus, les mots fréquents nécessitent moins de levers de regard que les mots peu fréquents, et ces derniers requièrent moins de levers de regard que les pseudo-mots, ces différences étant observés surtout en CP. Pour les enfants de CE1, seule l'infériorité du coefficient de levers de regard des mots fréquents sur celui des pseudo-mots est significative (Figure 3).

L'enfant aurait plus de difficultés à traiter les pseudo-mots globalement, puisqu'il n'en a aucune représentation orthographique ou sémantique en mémoire. Pour les mots peu fréquents, il a plus tendance à privilégier un traitement syllabique lorsqu'une prise d'information supplémentaire est nécessaire. Pour les mots fréquents, la copie sans lever de regard est parfois possible dès le CP. En outre, les items commençant par des syllabes CVC (avec une structure consonne-voyelle-consonne : *car ton*) sont traités avec des unités plus petites que ceux commençant par des syllabes CV (avec une structure consonne-voyelle : *cou per*). L'analyse du geste de production révèle une augmentation de la durée des lettres au niveau de la frontière syllabique : les enfants adoptent une organisation du geste en syllabes, quelle que soit la structure

de la syllabe initiale. De plus, les mots fréquents donnent lieu à un temps de latence plus court (3564 ms) que les mots peu fréquents (4354ms), la latence de ces derniers étant équivalente à celle des pseudo-mots (4338ms). Ces résultats montrent donc que la copie d'un item ne dépend pas uniquement du niveau scolaire de l'enfant. En effet, la fréquence et la lexicalité des mots influent sur la taille de l'unité de traitement de l'item à copier et la structure syllabique semble organiser en partie l'analyse visuelle et la programmation du geste graphique. Il est important de noter par ailleurs que les résultats observés en analyse visuelle et au niveau de la latence sont significativement corrélés au niveau de lecture des enfants. Les enfants qui lèvent le plus souvent le regard, qui privilégient les unités lettre et syllabe et qui ont les latences les plus importantes, sont ceux qui ont les plus faibles niveaux de lecture.

2.3. Effet de régularité

Une troisième étude comparait la copie de mots réguliers (*camion*) et irréguliers (*cahier*) du point de vue orthographique, en CP et en CE1. L'irrégularité pouvait se trouver en début (*hurler*), en milieu (*façade*) et en fin (*désert*) de mot. Les résultats montrent que les enfants lèvent plus le regard pour les mots irréguliers (coefficient de lever de regard = 36.85) que pour les mots réguliers (coefficient de lever de regard = 28.91). Dans cette étude, la taille de l'unité de traitement utilisée a été définie à partir de la position, dans le mot, du premier lever de regard de l'enfant. Ainsi, si il/elle a levé le regard pour la première fois au cours ou immédiatement après la dernière lettre de la première syllabe, par exemple, on suppose que l'enfant a mis en place une procédure de traitement syllabique et on note 1 pour l'unité syllabe et 0 pour toutes les autres unités. L'analyse des résultats indique (Figure 4) que l'utilisation de l'unité lettre est plus importante lorsque la première lettre correspond à l'irrégularité. Ceci suggère une focalisation particulière sur la lettre constituant l'irrégularité. Pour les mots présentant l'irrégularité en milieu de mot (au niveau de la frontière syllabique), l'analyse syllabique est plus fréquente. Pour les mots présentant l'irrégularité à la fin, les traitements lettre et syllabe coexistent mais le traitement global est moins fréquent.

Remarquons que les unités non syllabiques (bigrammes et trigrammes en particulier), qui ne correspondent pas à la position de l'irrégularité, ne sont pratiquement pas utilisées. De plus, les performances à deux tests de lecture sont corrélées significativement avec le nombre de levers de regard, les unités utilisées et le temps de latence, confirmant donc que la tâche de copie peut être un bon outil dans l'évaluation de l'évolution des processus d'analyse orthographique chez l'enfant.

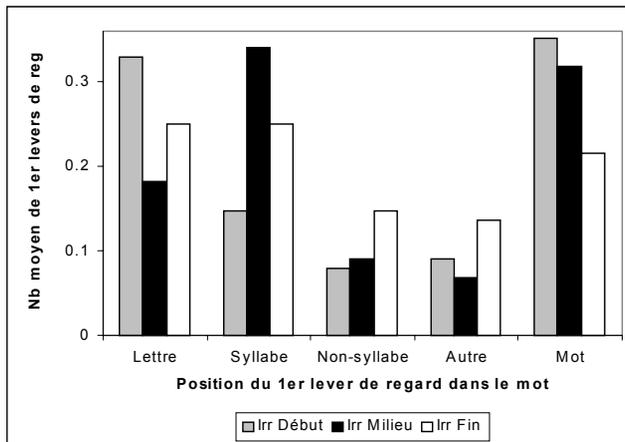


Figure 4. Nombre moyen de premiers levers de regard en fonction de la position du premier lever de regard dans le mot, pour des mots de six lettres ayant une irrégularité orthographique au début, au milieu et à la fin.

Par ailleurs, nous retrouvons, au niveau graphomoteur, le même effet de la structure syllabique des mots : il y a une augmentation systématique de la durée de la première lettre de la deuxième syllabe pour les mots bisyllabiques et trisyllabiques ; pour ces derniers, une nouvelle augmentation est observée en début de troisième syllabe. Il faut toutefois signaler que globalement les mots orthographiquement irréguliers donnent lieu à des temps de mouvement plus importants que les mots réguliers, pour les enfants de CP comme pour ceux de CE1. Ce pattern de résultats est surtout observé pour les mots contenant l'irrégularité en début et au milieu du mot.

2.4. Étude inter-langues

L'acquisition de l'orthographe des langues ayant une orthographe opaque – comme le français ou l'anglais – est plus coûteuse que celle des langues à orthographe transparente. Dans une étude comparant les processus d'acquisition de l'orthographe d'enfants italiens et anglais, les enfants italiens - apprenant à lire et écrire dans une langue avec une orthographe régulière et prévisible - lisaient et épelaient les mots plus rapidement et bien avant les enfants ayant appris l'orthographe anglaise traditionnelle (Thorstad, 1991). En effet, les enfants italiens acquièrent les procédures de base de la lecture et de l'écriture en un an, alors que les anglophones nécessitent de trois à cinq ans pour maîtriser le même type de procédures. Comme le suggère Thorstad, le fait d'avoir une orthographe transparente permet l'utilisation de la médiation phonologique et, cette méthode étant générative, donne lieu à une acquisition de la lecture et de l'orthographe plus rapide.

Un des problèmes majeurs des études inter-langues est de trouver des stimuli qui soient équivalents dans les langues étudiées. Dans des études germano-anglaises, on comparait l'acquisition de l'orthographe dans une langue opaque comme l'anglais et dans une langue beaucoup plus transparente comme l'allemand (Frith, Wimmer, & Landerl, 1998; Wimmer, 1997). Dans ces expériences, on a utilisé comme stimuli des mots *cognates*, c'est-à-dire des mots ayant les mêmes racines (par exemple, *nose* et *nase* veulent dire *nez* et ont la même racine dans les deux langues). Les résultats montrent des différences entre les enfants anglophones et germanophones à plusieurs niveaux et révèlent notamment que les premiers font moins d'erreurs orthographiques que les seconds. Les auteurs ont expliqué ces différences par le fait qu'il y a moins de mots comportant des correspondances phonème-graphème inconsistantes et moins d'alternatives d'orthographe utilisées en cas d'ambiguïté en allemand qu'en anglais. Ils montrent ainsi que la régularité de l'orthographe joue un rôle déterminant dans son acquisition, régularité qui permet une utilisation quasi-systématique des correspondances graphème-phonème. Ainsi, par le biais du codage phonologique, les enfants germanophones peuvent écrire de manière juste et fiable bien avant les enfants anglophones.

Ces recherches montrent donc que la transparence orthographique d'une langue a une influence sur l'acquisition de l'orthographe des mots. Notre travail visait à mettre en évidence un effet des caractéristiques orthographiques de la langue sur les unités de traitement utilisées dans une tâche de copie. Nous avons réalisé une étude comparative franco-espagnole (Kandel & Valdois, submitted b). Ces deux langues ont des structures syllabiques similaires mais l'orthographe de l'espagnol est beaucoup plus transparente que celle du français (Seymour, Aro, & J.M., in press). La langue française a des relations relativement complexes entre graphèmes et sons, mais, contrairement à l'anglais, il y a un grand nombre de règles qui permettent de lire correctement environ 95% des mots (Gak, 1976). Ces règles concernent des correspondances lettre-son très simples mais peuvent également impliquer des groupes de deux lettres comme *au* (/□/) dans le mot *cause* (/k□□□/) jusqu'à cinq lettres, comme le *aient* (/□/) dans *étaient* (/et□/). Il existe 34 graphèmes complexes en français, i.e. des graphèmes de plus d'une lettre (Catach, 1995). D'autres règles sont liées au contexte, comme par exemple le *c* est prononcé /s/ avant *e* et *i*, et *an* est prononcé /an/ avant une voyelle comme dans le mot *analyse* (/analiz□/) mais /ã/ avant une consonne comme dans *antenne* (/ãten□/). L'espagnol a seulement trois graphèmes de deux lettres (*rr*, *ch*, *ll*) et peu de graphèmes qui dépendent du contexte (*c + e* ou *i*, *g + e* ou *i*, *qu + e* ou *i*, *gu + e* ou *i* et *gü + e* ou *i*, ces derniers étant très rares). En d'autres termes, l'espagnol possède une orthographe beaucoup plus simple que celle du français et dans laquelle les processus par médiation phonologique seraient suffisants pour une lecture satisfaisante (Ardila, 1991). Ceci implique également que dans l'acquisition de l'orthographe la prise en compte du contexte devrait être systématique pour l'enfant francophone puisque le nombre de graphèmes de plus d'une lettre est très important. Le *a* et le *u* dans le mot *cause*, par exemple, ne peuvent pas être dissociés sinon le mot n'est pas lu correctement. L'enfant

hispanophone, en revanche, aurait moins besoin de prendre en compte ces contraintes contextuelles, au moins au début du processus d'acquisition, ce qui faciliterait l'acquisition de l'orthographe par rapport à celle des enfants francophones.

Nous avons réalisé des expériences auprès d'enfants monolingues francophones, monolingues hispanophones (scolarisés au Mexique) et des enfants bilingues franco-espagnols (scolarisés dans le lycée franco-mexicain au Mexique). Les enfants étaient en CP et CE1. Ils ont passé une tâche de copie de mots (la méthodologie était identique à celle des expériences présentées ci-dessus) ainsi qu'une tâche de lecture de texte (le même paragraphe était lu soit en français, soit en espagnol). Les enfants bilingues réalisaient les deux tâches, en français et en espagnol, durant deux séances espacées d'au moins trois jours. Les stimuli étaient des cognates. Chaque mot français ne différait de sa traduction espagnole que par une lettre (par exemple, *incendie-incendio* et *importar-importer*). De plus, aucun mot ne comportait de marques diacritiques (i.e., présence d'accentuation), car celles-ci ont des valeurs linguistiques différentes en français et en espagnol. Leur fréquence lexicale était similaire dans les deux langues. Les résultats indiquent que les enfants francophones font plus de prises d'information en copie de mots que les hispanophones, ce qui implique que les unités utilisées par les premiers sont plus petites que celles utilisées par les seconds.

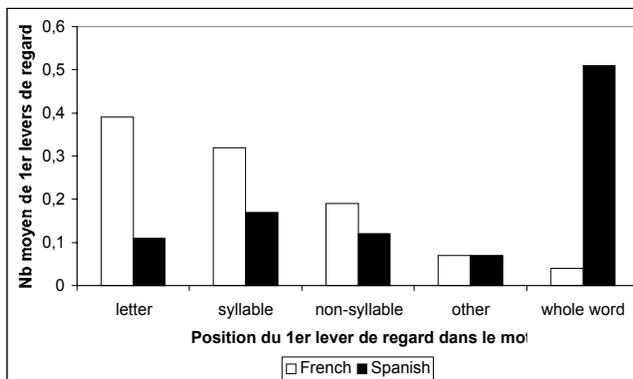


Figure 5. Nombre moyen de premiers levers de regard en fonction de la position du premier lever de regard dans le mot, pour la copie de mot en français et en espagnol par des enfants de CP.

La taille de l'unité de traitement était définie, comme dans l'étude précédente, à partir de la position dans le mot du premier lever de regard. Les unités que les enfants utilisaient pour copier les mots diffèrent selon les langues, notamment en CP (Figure 5).

Les francophones en CP utilisaient fréquemment un traitement lettre à lettre ou syllabique, alors que la copie globale sans lever de regard était plus rare. Au contraire, les enfants hispanophones copiaient la plupart des mots sans lever le

regard dès le CP. En CE1 les enfants des deux langues copiaient le plus souvent les mots en une seule prise d'information et ne présentaient plus de différences.

Les performances en lecture (temps de lecture et nombre d'erreurs) étaient corrélées aussi bien avec le nombre de levers de regard qu'avec les unités utilisées en copie. Les enfants privilégiant le traitement lettre ou syllabe étaient les plus lents en lecture et ceux qui faisaient le plus d'erreurs. Les performances en lecture étaient donc meilleures chez les hispanophones que chez les francophones en CP, mais ne différaient plus en CE1.

Au niveau graphomoteur (Figure 6) on constate une organisation du geste graphique en unités de nature syllabique pour les enfants francophones ; pour les enfants hispanophones, l'unité serait plus large. Ceci renforce l'idée d'une relation étroite entre les unités utilisées dans le traitement visuel et celles utilisées dans l'organisation graphomotrice.

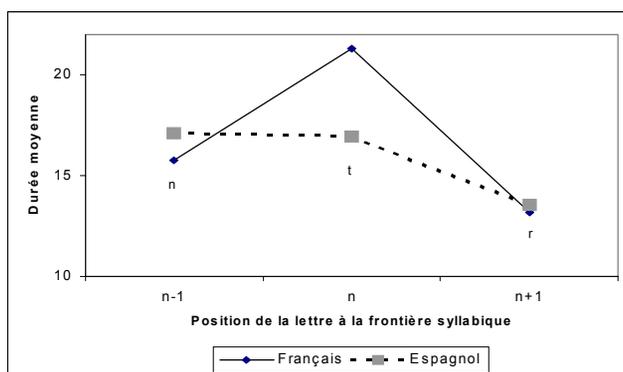


Figure 6. Durée moyenne de production de chaque lettre par rapport à la durée totale de production du mot (%) lors de la copie de mots par des enfants francophones et hispanophones. La première lettre de la deuxième syllabe étant n (c'est par exemple le t du mot *entre*), la dernière lettre de la première syllabe étant $n-1$ (le n de *entre*) et la deuxième lettre de la deuxième syllabe étant $n+1$ (le r de *entre*).

L'ensemble de ces résultats est corroboré par les performances des enfants bilingues aussi bien en copie qu'en lecture. Lorsque les enfants bilingues réalisaient les tâches en français, leurs performances ne diffèrent pas significativement de celles des enfants monolingues francophones et lorsqu'ils les réalisent en espagnol, elles sont comparables à celles des monolingues hispanophones. Les corrélations entre le type d'unité utilisée en copie et la performance en lecture sont également significatives. Le même enfant utilise donc des procédures d'analyse visuelle et d'organisation graphomotrice différentes en fonction des caractéristiques orthographiques de la langue dans laquelle il/elle doit réaliser la tâche.

3. Conclusion

L'ensemble de ces travaux montre que les enfants francophones éprouvent des difficultés à copier des items en une seule prise d'information avant le CE2. Ceci implique que les enfants de CP et CE1 doivent découper les mots à copier en unités sub-lexicales. Le nombre de prises d'information varie en fonction de plusieurs facteurs liés à l'item. Les mots requièrent moins de levers de regard que les pseudo-mots. Les prises d'information augmentent progressivement en fonction de la longueur et de la complexité orthographique des items. Les mots fréquents requièrent moins de levers de regard que les mots peu fréquents. Les mots orthographiquement irréguliers donnent lieu à plus de prises d'information que les mots réguliers. Les mots ayant une syllabe initiale CVC nécessitent plus de levers de regard que les mots commençant par une syllabe CV. Le nombre de levers de regard et le temps de latence sont corrélés avec les performances en lecture des enfants de CP et CE1, suggérant que la quantification des prises d'information dans une tâche de copie peut être une mesure utile dans l'étude du développement des processus de lecture.

L'analyse des unités de traitement en copie montre que les enfants de CP utilisent majoritairement un traitement lettre à lettre ou syllabique. La copie globale sans prise d'information est rare. La difficulté des items influe sur la nature des unités de traitement : plus l'item est difficile, et plus l'enfant utilisera un traitement lettre à lettre ; lorsque la difficulté est moindre, des analyses syllabiques seront adoptées ; les unités non-syllabiques (bigrammes et trigrammes) sont rarement prises en compte. Ceci suggère que le découpage en unités sub-lexicales se ferait selon une analyse linguistique et par conséquent non aléatoire. Chez l'enfant de CE1, les prises d'informations deviennent relativement rares, car l'enfant parvient le plus souvent à copier le mot globalement. Lorsque le mot est trop difficile et que l'enfant doit revenir au modèle, en général son lever de regard se réalise à la frontière syllabique de l'item. Remarquons également que les procédures utilisées par les enfants sont corrélées avec leurs performances en lecture. Les enfants réalisant un traitement lettre à lettre et syllabique sont ceux qui ont les niveaux de lecture les plus bas et utilisent un traitement analytique. En revanche, les enfants ne faisant pas de prises d'information sont ceux qui lisent le plus vite, font moins d'erreurs et adoptent un traitement global en lecture.

Au niveau graphomoteur, les résultats montrent de manière systématique une organisation du geste de production en fonction de la structure syllabique de l'item. La distribution de la durée du mouvement pour réaliser chaque lettre du mot dépend de la localisation de la frontière syllabique, indépendamment de sa position dans le mot. Les durées restent relativement constantes durant la première syllabe, car la plupart de la programmation du geste a été programmé avant l'exécution du mouvement. Pour les enfants de CP, la constance de la durée serait due à une programmation des lettres de la première syllabe se faisant vraisemblablement lettre par lettre. Le geste destiné à réaliser la deuxième syllabe

de l'item serait programmé essentiellement au cours de sa première lettre, car une forte augmentation de la durée est observée chez les enfants du CP au CM2. Cet effet syllabique se manifeste aussi bien pour des mots que pour des pseudo-mots, pour des mots fréquents et peu fréquents, pour des mots orthographiquement complexes ou non, pour des mots commençant par des syllabes CV et CVC, pour des mots orthographiquement irréguliers et réguliers. Cet effet syllabique observé chez l'enfant disparaîtrait par la suite, puisque chez l'adulte, tout semble indiquer que l'organisation du geste ne dépend pas de la structure syllabique des items (Zesiger et al., 1994). Des recherches en cours visent à confirmer ce phénomène.

En CP, nous observons donc au niveau visuel l'utilisation d'unités lettres et syllabes qui doivent se coordonner avec des unités syllabiques (et/ou des unités lettres) au niveau graphomoteur. En CE1, des unités syllabes et mot coexistent au niveau visuel et sont coordonnées avec des unités de la taille de la syllabe lors de l'organisation graphomotrice. A partir du CE2, au niveau visuel l'item est traité globalement alors que du point de vue de l'organisation graphomotrice, la programmation est toujours dépendante d'unités de nature syllabique. Ceci signifie que lorsque l'enfant utilise des unités visuelles de nature syllabique, il y a cohérence entre le traitement visuel et le traitement graphomoteur ; mais souvent l'enfant francophone doit coordonner des unités visuelles et motrices de tailles différentes lorsqu'il copie (soit lettre-syllabe en CP, soit mot entier-syllabe à partir du CE2).

L'étude comparative franco-espagnole montre que ce comportement en copie, observé en français, n'est pas le même dans l'acquisition d'une langue orthographiquement transparente comme l'espagnol. En effet, les enfants hispanophones font peu de levers de regard en copie dès la première année de scolarisation, indiquant que la taille des unités utilisées est plus importante que celle utilisée en français. En d'autres termes, ils emploient la plupart du temps des procédures de copie du mot entier ; quelques prises d'information à la frontière syllabique des mots sont observées, mais elles sont peu fréquentes en CP en encore moins en CE1. Ces performances corrélerent avec les résultats observés en tâche de lecture, confirmant que dans une langue transparente les enfants apprennent à lire et à orthographier plus vite que les enfants apprenant une langue à orthographe opaque. Du point de vue graphomoteur nous avons également constaté que les hispanophones utilisent des unités plus importantes que la syllabe pour organiser le geste de production, aussi bien en CP qu'en CE1.

L'étude réalisée auprès d'enfants bilingues franco-espagnols montre que le même enfant a des comportements différents en fonction de la langue dans laquelle il doit copier et lire : les enfants bilingues se comportent comme des francophones monolingues en français et comme des hispanophones monolingues lorsqu'ils réalisent les tâches en espagnol. Notre étude montre donc que les traitements et l'organisation du geste de production que l'enfant met en place en copie de mots et en lecture dépendent essentiellement des caractéristiques orthographiques de chaque langue. Le français - avec son ensemble complexe de règles de conversion graphème-phonème, de règles contextuelles et un nombre important de mots irréguliers- serait donc beaucoup plus coûteux à apprendre que

l'espagnol, donnant lieu à des unités de traitement relativement petites par rapport à celles utilisées par l'apprenti lecteur/scripteur hispanophone ; unités qui doivent se coordonner avec des unités syllabiques au niveau graphomoteur. La simplicité orthographique de l'espagnol permettrait une analyse visuelle globale quasiment dès le début de l'apprentissage de l'écrit, et une organisation graphomotrice impliquant des unités plus importantes que la syllabe.

Il est également important de remarquer que ces différences s'observent uniquement en CP. Il n'y a plus de différences dans les performances des enfants en CE1 –aussi bien en copie de mots qu'en lecture – ce qui suggère que les difficultés entraînées par l'orthographe du français ont surtout une incidence en tout début d'apprentissage mais s'estompent rapidement. En effet, les francophones rattrapent les performances des hispanophones en une année de scolarisation, ce qui ne semble pas être le cas pour des enfants anglophones (Thorstad, 1991).

Par ailleurs, notons que le rôle du graphème n'a pas été étudié de manière systématique dans les expériences que nous avons présentées ici. Il est fort probable que le graphème constitue une unité intermédiaire entre la lettre et la syllabe, car il est une unité perceptive pertinente dans les processus de lecture chez l'adulte francophone et anglophone (Rey, Ziegler, & Jacobs, 2000).

Enfin, nos recherches sur la copie montrent que cette tâche peut être très utile dans l'évaluation des capacités de lecture et d'écriture des enfants ; les corrélations significatives avec les différentes tâches de lecture que nous avons proposées le confirment clairement. La copie présente plusieurs avantages par rapport à des simples tâches de lecture, qui sont pratique courante dans l'évaluation scolaire, car elle nous renseigne sur l'analyse visuelle réalisée pendant la lecture ainsi que sur l'influence de la structure orthographique/phonologique du mot au niveau graphomoteur.

Bibliographie

- Ans, B., Carbonnel, S., & Valdois, S. (1998). A connectionist multiple-trace model for polysyllabic word reading. *Psychological Review*, 105(4), 678-723.
- Ardila, A. (1991). Errors resembling semantic paralexias in Spanish-speaking aphasics. *Brain and Language*, 41, 437-445.
- Bogaerts, H., Meulenbroek, R.G.J., & Thomassen, A.J.W.M. (1996). The possible role of the syllable as a processing unit in handwriting. In M. L. Simner, C.G. Leedham & A.J.W.M. Thomassen (Eds.), *Handwriting and Drawing Research: Basic and Applied Issues* (pp. 115-126). Amsterdam: IOS Press.
- Catach, N. (1995). *L'orthographe française*. Paris: Nathan.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K.E. Paterson & J.C. Marshall & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia: cognitive and neuropsychological studies of phonological reading* (pp. 301-330). London: Erlbaum.
- Frith, U., Wimmer, H., & Landerl, K. (1998). Differences in phonological recoding in German- and English-speaking children. *Scientific Studies of Reading*, 2(1), 31-54.

- Gak, V.G. (1976). *L'orthographe du français: essai de description théorique et pratique*. Paris: Selaf.
- Gentry, J.R. (1982). An analysis of developmental spelling in GNYS AT WRK. *Reading Teacher*, 36, 192-200.
- Humblot, L., Fayol, M., & Lonchamp, K. (1994). La copie de mots en CP et CE1. *Repères*, 9, 47-60.
- Iribarren, I.C., Jarema, G., & Lecours, A.R. (2001). Two different dysgraphic syndromes in a regular orthography, Spanish. *Brain and Language*, 77, 166-175.
- Kandel, S., & Valdois, S. (submitted a). Syllables as functional units in a copying task: A visuo-orthographic and graphomotor approach.
- Kandel, S., & Valdois, S. (submitted b). French and Spanish speaking children use different units when learning how to read and write : A visuo-orthographic and graphomotor approach with a copying task.
- Laberge, K.S., & Samuels, S.J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6, 293-323.
- Martlew, M. (1992). Handwriting and spelling: Dyslexic children's abilities compared with children of the same age and younger children of the same spelling level. *British Journal of Educational Psychology*, 62, 375-390.
- Mosty, P., & Alegria, J. (1996). L'acquisition de l'orthographe et ses troubles. In S. Carbonnel, P. Gillet, M.-D. Martory & S. Valdois (Eds.), *Approche cognitive des troubles de la lecture et de l'écriture chez l'enfant et chez l'adulte* (pp. 165-179): Solal, Coll. Neuropsychologie.
- Orliaguet, J.P., & Boë, L.J. (1993). The role of linguistics in the speed of handwriting movements. *Acta Psychologica*, 82, 103-113.
- Orliaguet, J.P., Zesiger, P., Boë, L.J., & Mounoud, P. (1993). *Effects of phonetics on handwriting production: Analysis of reaction time and movement velocity*. Paper presented at the Sixth International Conference on Handwriting and Drawing, Paris.
- Perfetti, C.A. (1992). The representation problem in reading acquisition. In P.B. Gough, L.C. Ehri & R. Treiman (Eds.), *Reading acquisition* (pp. 145-174). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Rey, A., Ziegler, J.C., & Jacobs, A. M. (2000). Graphemes are perceptual reading units. *Cognition*, 75(1), B1-B12.
- Rieben, L., Meyer, A., & Perregaux, C. (1989). Différences individuelles et représentations lexicales : comment cinq enfants de 6 ans recherchent et copient des mots. In L. Rieben & C.A. Perfetti (Eds.), *L'apprenti lecteur* (pp. 145-169). Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.
- Seymour, P.H.K., Aro, M., & Erskine, J.M. (in press). Foundation of literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*.
- Share, D.L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55, 151-218.
- SØvik, N., Arntzen, O., Samuelstuen, M., & Heggberget, M. (1994). Relations between linguistic wordgroups and writing. In C. Faure, G. Lorette & A. Vinter (Eds.), *Advances in handwriting and drawing: A multidisciplinary approach* (pp. 231-246). Paris: Europa.
- Thorstad, G. (1991). The effect of orthography on the acquisition of literacy skills. *British Journal of Psychology*, 82, 527-537.
- Transler, C., Leybaert, J., & Gombert, J.-E. (1999). Do deaf children use phonological syllables as reading units? *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 4(2), 124-143.
- Van Galen, G.P. (1991). Handwriting: Issues for a psychomotor theory. *Human Movement Science*, 10, 165-191.
- Van Galen, G.P., Meulenbroek, R.G., & Hylkema, H. (1986). On the simultaneous processing of words, letters and strokes in handwriting: Evidence for a mixed linear and parallel model. In H.S.R. Kao, G.P.V. Galen & R. Hoosain (Eds.), *Graphonomics: Contemporary Research in Handwriting* (pp. 5-20). Amsterdam: North Holland.
- Wimmer, H. (1997). En quoi l'apprentissage de l'orthographe en allemand diffère-t-il de l'apprentissage en anglais? In L. Rieben, M. Fayol & C.A. Perfetti (Eds.), *Des orthographes et leur acquisition* (pp. 125-143). Lausanne: Delachaux & Niestlé.
- Zesiger, P. (1995). *Ecrire. Approches cognitive, neuropsychologique et développementale*. Paris: PUF.

- Zesiger, P., Mounoud, P., & Hauert, C.A. (1993). Effects of lexicality and trigram frequency on handwriting production in children and adults. *Acta Psychologica*, 82, 353-365.
- Zesiger, P., Orliaguet, J. P., Boë, L.J., & Mounoud, P. (1994). The influence of syllabic structure in handwriting and typing production. In C. Faure & G. Lorette & A. Vinter (Eds.), *Advances in Handwriting and Drawing: A multidisciplinary approach* (pp. 389-401). Paris: Europia.

Notes

¹ Correspondance : Sonia Kandel – Université Pierre Mendès France – Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition (CNRS UMR 5105) B.P.47 – 38040 Grenoble Cedex 09 – France – Phone : 33476825893 – Fax : 33476827834 – Email : Sonia.Kandel@upmf-grenoble.fr