

Tinfolec : un test de lecture sur le web

Jean Ecalte^{*}, Lucie Beauvais^{**}, Houria Bouchafa^{***}, Nina Kleinsz^{****}, Philippe Révy^{*****}, Annie Magnan^{*****}

* professeur des Universités, Laboratoire Etude des Mécanismes Cognitifs EA 3082 - Université Lyon2/LabEx Cortex ANR-11-LABX-0042

** ingénieure de recherches, Laboratoire Etude des Mécanismes Cognitifs EA 3082 - Université Lyon2/LabEx Cortex ANR-11-LABX-0042

*** maître de conférences, Equipe de Psychologie Clinique - Université Catholique d'Angers

**** attachée temporaire d'enseignement et de recherche, Laboratoire Etude des Mécanismes Cognitifs EA 3082 - Université Lyon2/LabEx Cortex ANR-11-LABX-0042

***** directeur société GERIP

***** professeure des Universités, Institut Universitaire de France, Laboratoire Etude des Mécanismes Cognitifs EA 3082 - Université Lyon2/LabEx Cortex ANR-11-LABX-0042

Auteur de correspondance :

Jean Ecalte, Laboratoire EMC, Université Lyon2, 5, av Mendès-France 69676 Bron Cédex
ecalle.jean@wanadoo.fr

Résumé :

Cette étude vise à tester un nouveau dispositif d'évaluation de la lecture, accessible sur le web. Le Tinfollec (test informatisé de la lecture) permet d'évaluer les habiletés en lecture de mot (et compétences associées) auprès d'enfants du primaire. L'étalonnage a été réalisé auprès de 946 élèves scolarisés du CE1 au CM2. Cinq tâches leur ont été présentées pour mesurer l'efficacité des deux procédures en identification de mots, orthographique (2 tâches) et décodage phonologique, ainsi que les connaissances des lettres-sons et habiletés phonologiques. Les résultats montrent un effet de la classe sur les performances dans les 5 tâches. Une bonne consistance interne est également relevée. En conclusion, on souligne l'intérêt d'un tel dispositif qui, au-delà de la précision des mesures, offre d'une part, des qualités ergonomiques non négligeables permettant une évaluation aisée et rapide et d'autre part, contribue à proposer des remédiations ciblées en fonction des processus déficitaires observés.

Mots clés : évaluation informatisée, classes primaires, habiletés de lecture, facteurs lexicaux.

A web-based assessment tool for reading skills**Summary:**

The goal of the present experiment is to test a new French web-based assessment, Tinfollec (Test informatisé d'évaluation de la lecture), whose aim is to evaluate reading abilities of children in primary grades. Nine hundred and forty-six children from grades 2 to 5 were asked to complete five tasks designed to assess the efficiency of the two procedures used to identify written words, the orthographic route (with two tasks) and the phonological decoding, plus the associated reading skills such the correspondences letter-sound and phonological abilities. Overall, findings indicated an effect of grade level on the performances obtained at each task. A good reliability is also observed. To conclude, some assets of this tool for reading assessment are highlighted such as the accuracy of measures, the quality of ergonomics which allows an easy and quick evaluation of different reading skills. Finally, this computerized test enables speech therapists to engage targeted remediation with children who experience difficulties in reading processes.

Key words: Web-based assessment, primary grades, reading skills, lexical factors.

L'évaluation de la lecture constitue un enjeu important pour mieux cibler des interventions rééducatives auprès d'enfants, d'adolescents ou d'adultes en difficulté. L'apport de la technologie informatisée et des travaux en psychologie cognitive et développementale a permis la mise au point d'outils de plus en plus perfectionnés tant sur le plan cognitif (examiner les différents processus cognitifs engagés en lecture à l'aide d'indicateurs précis) que sur le plan ergonomique (mettre au service des professionnels un outil utilisable dans des conditions optimales).

C'est l'objectif que nous avons visé en mettant au point le Tinfolec, test informatisé en lecture, accessible via le web (www.igerip.fr). Pour rappel, la lecture comporte deux composantes, l'identification de mots écrits et la compréhension. Le Tinfolec vise à évaluer uniquement les processus liés à la première, composante spécifique à l'activité lecture.

----- CADRE THEORIQUE -----

1. Du décodage au traitement orthographique : vers un modèle à voies multiples

L'architecture générique de la plupart des modèles de reconnaissance de mots chez le lecteur expert (développée à partir des recherches en lecture silencieuse et en lecture à voix haute) souligne la présence de deux voies d'accès au lexique, une voie lexicale directe et une voie non-lexicale indirecte (Coltheart et al., 2001). La première implique un traitement orthographique de la séquence de lettres qui permet un contact direct avec les représentations orthographiques des mots entiers stockées dans le lexique orthographique, activant automatiquement les représentations phonologiques et sémantiques associées (pour une revue voir Grainger et Ziegler, 2011). La voie indirecte s'appuie sur la procédure phonologique qui consiste à transcrire la séquence de lettres en sons. Plus précisément il y a transcription d'unités sublexicales orthographiques en unités sublexicales phonologiques, la fusion des unités donnant accès à la représentation phonologique du mot entier.

Avant d'apprendre à lire, le jeune enfant peut reconnaître quelques mots de façon globale, les plus fréquents dans son environnement scolaire et/ou familial, c'est-à-dire sans l'intervention d'un traitement orthographique et phonologique. Ce type de traitement relève d'une procédure de type "logographique", nommée ainsi dans le cadre de la phase initiale du modèle classique de Frith (1985) ou évoquée lors de la phase pré-alphabétique de Ehri (2005).

Très rapidement, sous l'effet de l'enseignement, la procédure de décodage phonologique va se développer avec l'apprentissage des relations graphèmes-phonèmes. Cette procédure va contribuer au stockage des représentations orthographiques selon l'hypothèse de l'auto-apprentissage (*self-teaching hypothesis* de Share, 1995). En effet, durant le décodage, le traitement séquentiel des unités sublexicales conduit à stocker en mémoire à long terme la séquence de lettres des mots. Un ensemble de travaux expérimentaux a confirmé ce processus d'auto-apprentissage en utilisant différents paradigmes (Cunningham et al., 2002 ; de Jong et al., 2009 ; de Jong, Share, 2007 ; Kyte, Johnson, 2006). Progressivement, les mots lus par l'apprenti lecteur ne sont plus décodés mais sont traités directement à partir de leur séquence de lettres qui a été stockée lors de leur lecture initiale par décodage. On observe un changement progressif dans le type de traitement utilisé pour lire les mots, passant d'un traitement phonologique, lent et coûteux cognitivement, à un traitement orthographique,

rapide et automatique. Dans une récente étude transversale réalisée auprès d'enfants du CP au CM2, ces deux traitements ont été examinés durant une tâche de lecture silencieuse (Ziegler et al., 2014). Les auteurs montrent que l'information phonologique non seulement joue un rôle prépondérant chez les enfants de CP et CE1 mais continue d'exercer un certain poids, stable chez les lecteurs plus âgés. Par ailleurs, le traitement orthographique devient de plus en plus important du CP au CM2.

Un modèle plus récent à voies multiples en lecture silencieuse se propose de rendre compte de l'apprentissage de la lecture (Grainger et al., 2012). En effet, si la voie non lexicale impliquant un traitement phonologique de la séquence de lettres est toujours convoquée (décodage), le traitement orthographique s'appuierait sur deux voies, l'une traitant les unités fines et une autre les unités moins fines (appelées "grossières"). Le traitement orthographique à "grains fins" (*fine-grained route*) permet la segmentation lettre à lettre et la segmentation d'unités sublexicales morpho-orthographiques (repérage d'affixes dans les mots pluri-morphémiques). Le traitement orthographique à "grains grossiers" (*coarse-grained route*) active les représentations orthographiques des mots entiers et permet l'accès rapide aux représentations sémantiques. D'un point de vue développemental, le traitement orthographique est opéré lors du décodage réalisé de façon séquentielle, lettre par lettre lors de la transcription lettres-sons. En conclusion, deux traitements orthographiques en parallèle sont réalisés, l'un à grains fins et à un autre à grains grossiers, le second facilitant l'accès rapide au sens des mots.

2. Evaluation des processus d'identification de mots écrits

En général, l'objectif est de tester l'efficacité des voies phonologique et orthographique ainsi que diverses compétences associées (voir Ecalle, Magnan, 2010). Mais avec quelles tâches, quel matériel et quel matériau linguistique ? Deux variables sont à prendre en compte : le temps pour fournir une réponse correcte et la réponse (l'analyse des erreurs fournit également une indication).

Quel dispositif et quel matériau linguistique ?

Plusieurs types de tâches peuvent être proposés : qu'impliquent-ils réellement ? Classiquement utilisée, la lecture à voix haute nécessite une procédure d'identification de la séquence de lettres suivie de la prononciation. Ce n'est évidemment pas le temps de prononciation de l'item qui est à prendre en compte mais le temps de latence entre la présentation de la séquence de lettres et le début de la prononciation. Sur le plan chronométrique, seul un dispositif informatisé permet de recueillir un temps précis (sous réserve qu'il n'y ait pas de bruit parasite lors de la passation). Les séquences peuvent être des mots (pour évaluer le stock orthographique) ou des pseudomots pour évaluer la procédure de décodage.

La lecture silencieuse à choix forcé est une autre procédure qui évite la prononciation et qui implique un temps de jugement et de prise de décision. Une tâche de décision lexicale n'engage pas (en général) la prononciation du mot et vise à évaluer la qualité des représentations orthographiques et le degré d'automatisation pour y accéder (évidemment si le temps de réponse est pris en compte). Une tâche de discrimination orthographique (juger si deux séquences de lettres sont identiques ou non) n'engage pas une activité de lecture proprement-dite mais peut être utilisée pour évaluer la capacité intrinsèque à traiter une séquence de lettres. Elle permet d'évaluer un aspect du traitement orthographique.

Les compétences associées à la lecture peuvent concerner les habiletés phonologiques (identifier et/ou manipuler des syllabes ou des phonèmes ; discriminer des sons de parole), les connaissances alphabétiques (les relations lettres-sons, la connaissance du nom et du son des lettres), la mémoire phonologique (rappel de pseudomots), les connaissances morphologiques, la dénomination rapide, etc.

Le choix des items est important. En lecture, trois facteurs sont classiquement connus pour jouer un rôle sur les processus d'identification de mots (pour exemples, voir : Mousty, Leybaert, 1999 ; Sprenger-Charolles et al., 1998) : la fréquence lexicale, la longueur des mots et la régularité. Sur ce dernier aspect, un mot est considéré comme irrégulier lorsque les règles de correspondances graphèmes-phonèmes (CGP) ne sont pas respectées (Cortese, Simpson, 2000 ; Jared, 2002 ; exemple : le mot *chœur*). Lorsque les CGP correspondent aux prononciations les plus fréquentes des graphèmes, le mot est considéré comme régulier (*porte*). On ne peut affirmer que le traitement de mots irréguliers implique uniquement la voie orthographique et que le traitement de mots réguliers n'engage que la voie phonologique. En effet, pour les mots irréguliers, le traitement phonologique ne soutient pas entièrement le traitement orthographique puisqu'une CGP est inattendue rendant moins efficiente la reconnaissance du mot écrit. Par exemple, la lecture du mot *chœur* s'appuie sur trois CGP dont l'une est irrégulière (ch → /k/). Dès lors, on s'attend à ce que les mots irréguliers soient lus moins rapidement et moins précisément que les mots réguliers à fréquence égale.

De très nombreux tests ou batteries existent en version papier-crayon (voir Ecalte, 2010, pour une synthèse). Toutefois, malgré l'utilisation d'un chronomètre pour prendre des mesures chronométriques dans certains tests (voir par exemple la BELEC de Mousty et al., 1994 ou l'ODéDys de Jacquier-Roux et al., 2005), l'indice "temps" reste peu précis. Pour obtenir simultanément et précisément deux paramètres importants, vitesse de lecture et précision des réponses, l'ordinateur peut être considéré comme un nouveau dispositif prometteur.

Utilisation de la technologie numérique

En effet, la technologie informatisée procure d'indéniables avantages comparée au test papier-crayon (Singleton, 2001 ; Wang et al., 2008). L'utilisation d'items multimodaux (présentation visuo/auditive d'items), la standardisation de présentation des items (par ex., contrôle des temps d'exposition des items), la prise en compte des temps de réponse, le calcul automatique des scores réalisé en fin de passation, constituent d'indiscutables bénéfices (Singleton et al., 2009). L'étude développementale de l'évolution du degré d'expertise en lecture et/ou de difficultés persistantes peut désormais s'appuyer sur l'usage de l'ordinateur (ou de la tablette tactile). Il est possible de disposer simultanément des deux indicateurs nécessaires pour obtenir un niveau d'expertise en lecture : la précision des représentations impliquées dans les processus de lecture (phonologique et orthographique) et la vitesse d'accès à celles-ci.

Même si depuis plus d'une dizaine d'années les tentatives pour utiliser cette technologie se multiplient¹, peu de travaux en langue française ont été développés dans le domaine. Il faut néanmoins signaler l'étude pionnière de Mathey et al. (2000) qui se destinait à évaluer les deux voies en proposant de nombreuses tâches pour examiner la qualité des représentations engagées en lecture et fournissant des mesures chronométriques avec le logiciel ECCLE

¹ On pourra distinguer dans les années à venir les dispositifs sur ordinateur et ceux qui seront implémentés sur tablette tactile. Attention, si une même épreuve est disponible dans les deux versions (ordinateur et tablette), il est évident que les données chronométriques ne pourront être utilisées indifféremment dans les deux cas.

(Evaluation-Diagnostic des Capacités Cognitives du Lecteur Enfant). Toutefois, la complexité du dispositif et les problèmes techniques ont rendu inopérant cet outil. Une seconde tentative (batterie EVALEC de Sprenger-Charolles et al., 2005) permet lors de trois tâches de lecture à voix haute, une tâche de lecture silencieuse et de tâches associées à la lecture de recueillir les paramètres vitesse et précision. D'anciens tests papier-crayon ont été directement implémentés sur ordinateur ce qui permet d'avoir des temps de réponse (voir par exemple, Khomsi, Khomsi, 2002).

Le TinfoLec (Test informatisé en Lecture) a été mis au point et développé en répondant à deux critères : 1/ aucune réponse vocale n'est exigée (ce qui pourrait être source de difficultés notamment lors de l'enregistrement), 2/ une simplicité d'utilisation au niveau de la passation et au niveau de l'examen des résultats. Deux compétences associées à la lecture de mots ont été évaluées, l'une porte sur la connaissance du son des lettres et une autre sur la discrimination phonologique. Pour l'évaluation de l'efficacité de la voie phonologique, une épreuve de décodage est proposée. Pour celle des voies orthographiques, deux épreuves sont disponibles, l'une de discrimination orthographique et une autre de décision lexicale².

----- METHODOLOGIE -----

1. Population

Le recueil des données a été réalisé sur trois années lors du second semestre de l'année scolaire dans 8 départements (26, 41, 44, 49, 69, 72, 79, 85) dans l'Est et l'Ouest de la France avec plus de 1000 élèves du CE1 au CM2. Afin d'obtenir des normes de référence sans biais, les redoublants ont été exclus de l'analyse des données. En effet les résultats en lecture de ces élèves se révèlent statistiquement inférieurs aux élèves au cursus normal (voir par ex., Ecalle et al., 2006 ; Ecalle, Magnan, 2006 ; Rocher, 2008). Finalement, l'étalonnage porte sur des données recueillies auprès d'élèves "à l'heure" ($N = 946$) dont les caractéristiques figurent dans le tableau 1. A noter qu'excepté le groupe CM2, le pourcentage d'élèves de ZEP est légèrement inférieur à la moyenne nationale estimée³ à environ 15%.

| | CE1 | CE2 | CM1 | CM2 |
|-------------|----------------|--------------|---------------|----------------|
| nZEP | 224 | 165 | 228 | 229 |
| ZEP | 25 | 16 | 20 | 39 |
| total | 249 | 181 | 248 | 268 |
| (% ZEP) | (10%) | (9%) | (8%) | (15%) |
| âge en mois | 92.4 | 103.7 | 115 | 126.1 |
| (moy; é-t) | (3.7) | (4) | (4.5) | (4.2) |
| genre (f/g) | 118 f 131 g | 85 f 96 g | 130 f 98 g | 142 f 126 g |

Notes : ZEP : zone d'éducation prioritaire ; é-t : écart-type.

Tableau 1. Caractéristiques des élèves.

² Ces deux épreuves ne visent pas spécifiquement à tester chaque voie orthographique décrite par le modèle de Grainger et al (2012).

³ Voir par exemple le n° 61 de la revue *Éducation & Formations* (oct.-déc. 2001).

2. Tâches

Le dispositif d'évaluation informatisée de la lecture et de ses compétences associées a été proposé aux élèves dans les écoles équipées d'ordinateurs branchés sur le réseau internet. La passation du Tinfolec a nécessité la passation des 5 tâches à savoir : connaissance du son des lettres (Let), discrimination phonologique (DPh), décodage (Déc), discrimination orthographique (DOr), décision lexicale (DLe). Trois d'entre elles (Déc, Dor et DLe) examinent directement les processus de lecture et deux (Let et DPh) investiguent des compétences associées (Tableau 2).

| Tâches | Processus | Matériel | Réponses |
|---|---|--|-------------------------|
| Connaissance du son des lettres (Let) : dire si la lettre présentée sur l'écran permet de commencer à écrire un pseudomot présenté oralement | Associer la représentation graphémique au son initial du pseudomot entendu | 40 pseudomots 20 lettres | 40 (20 oui + 20 non) |
| Discrimination phonologique (DPh) : dire si la paire de syllabes présentée oralement est identique ou différente | Discriminer des phonèmes consonantiques, proches phonétiquement, en position initiale dans des syllabes de type CV | 12 paires de syllabes identiques 12 paires de syllabes différentes | 24 (12 ident + 12 diff) |
| Décodage phonologique (Déc) : dire si 2 pseudomots présentés à l'écran se prononcent pareil ou pas | Traduire une séquence de lettres en sons de parole lors de la lecture silencieuse des deux pseudomots apparaissant successivement, suivie d'une prise de décision (oui/non) | 12 paires de pseudomots identiques 12 paires de pseudomots différents | 24 (12 ident + 12 diff) |
| Discrimination orthographique (DOr) : dire si deux items présentés à l'écran sont identiques ou pas | Mise en œuvre d'un traitement visuo-attentionnel pour discriminer deux mots ou un mot et un pseudomot présentés successivement | 20 paires de mots identiques 20 paires d'items différents (mot et pseudomot visuellement proche du mot) | 40 (20 oui + 20 non) |
| Décision lexicale (DLe) : dire si les items présentés à l'écran sont des mots ou pas | Tester la qualité des représentations orthographiques et la vitesse d'accès à celles-ci | 20 mots (10 réguliers + 10 irréguliers) 20 pseudomots | 40 (20 oui + 20 non) |

Tableau 2. Tinfolec : tâches, processus, items.

Dans la tâche Let, on teste le niveau de connaissances phono-graphémiques (à noter qu'ici, puisqu'on propose des pseudomots, l'enfant ne peut s'appuyer sur ses connaissances orthographiques pour répondre). Dans la tâche DPh, pour les paires différentes, les contrastes phonémiques portent à égalité sur le voisement et sur le lieu d'articulation pour 6 occlusives et 6 fricatives. Pour le décodage, les 12 paires identiques et 12 paires différentes se répartissent à

égalité sur des pseudomots mono-, bi- et tri-syllabiques. Pour la tâche DOr, les 20 mots utilisés se distribuent dans 4 conditions (5 par condition), fréquence élevée (indice U G1-G5 de Manulex (Lété et al, 2004) supérieur à 75), fréquence faible ($U < 10$), mots courts (5 lettres) et mots longs (10 lettres). Enfin pour la tâche DLe, les 20 (4*5) mots se répartissent en 4 conditions, fréquence élevée ($U > 26$), fréquence faible ($U < 20$), réguliers et irréguliers.

3. Procédure

Les enfants étaient seuls face à un ordinateur ; ils disposaient tous d'un casque pour les tâches engageant la modalité auditive, Connaissance du Son des Lettres et Discrimination Phonologique. Les 5 tâches ont été proposées dans un ordre aléatoire. En moyenne, 5 à 7 enfants passaient les épreuves dans une même salle équipée. Chaque groupe était encadré par 2 à 4 étudiants formés à l'expérimentation en psychologie cognitive. Les consignes ont été lues avant chaque épreuve aux enfants ; il leur était demandé de répondre *le plus rapidement possible et le plus précisément possible*. Ils répondaient à l'aide des touches du clavier, Entrée pour les réponses oui, Echap pour les réponses non.

4. Traitement des réponses

Deux types de données sont disponibles, la vitesse de réponse (fournie en ms) et la précision (nombre de réponses correctes). Le second indicateur via un taux d'erreurs très faible montre que les enfants ont massivement répondu de façon correcte. Les taux de réussite, élevés, sont les suivants : Let : 95.6% ; DPh : 97.9% ; Déc : 86.7% ; Dor : 98.3% ; DLe : 84.7%. En revanche, on a observé des sources de variations individuelles importantes sur l'indicateur vitesse. Afin d'intégrer les deux indices de vitesse et de précision dans les données pour attester d'un niveau d'expertise (ou de difficultés) en lecture, les réponses correctes et les temps mis pour répondre correctement ont été pris en compte simultanément.

Qu'appelle-t-on "réponses correctes" dans ce test ? A l'examen du Tableau 3, on observe que deux types de réponses sont corrects, les Dc (Détection correcte) et les Rc (Rejet correct). Ce sont donc ces données et les temps afférents⁴ qui feront l'objet d'un examen précis.

| | | réponse attendue | |
|----------------|-----|-------------------------|--------------------|
| | | oui | non |
| réponse donnée | oui | détection correcte (Dc) | fausse alarme (FA) |
| | non | omission (Om) | rejet correct (Rc) |

Tableau 3. Types de réponses.

Certains temps peuvent être très élevés ne rendant pas uniquement compte du temps de traitement d'un item (inattention passagère de l'enfant, problème de touche mal enfoncée, etc.). Pour éviter un biais dû à ces temps "aberrants", un lissage des données a été effectué pour les éliminer et ainsi n'avoir que le temps alloué au traitement réel des stimuli. Pour le cas des tâches proposées ici, lorsqu'un seul item est présenté sur l'écran (tâches Lettres et

⁴ Un examen exhaustif aurait pu prendre en compte séparément les temps pour les détections correctes et les temps pour les rejets corrects, ce qui serait méthodologiquement plus précis. Nous avons opté ici pour des données plus simples à traiter en rassemblant les données sur Dc et Rc.

Décision Lexicale), tout temps supérieur à 7000 ms a été remplacé par la moyenne des temps mis à traiter les autres items par un enfant pour une tâche. Pour la tâche de Discrimination Phonologique qui engage le traitement de deux syllabes orales (courtes), le lissage appliqué est également de 7000 ms. Quand deux items apparaissent à l'écran (tâches de Décodage et de Discrimination Orthographique), le temps de traitement peut être plus long ; le lissage est alors réalisé avec un temps limite de 10000 ms.

Les taux de remplacement des temps aberrants sont présentés dans le Tableau 4. On observe que ces taux, faibles, oscillent entre 5 et 9.7% avec des variations minimales pour chaque tâche entre les niveaux scolaires. Seuls ceux en décodage phonologique proches de 10% en CE1 révèlent des difficultés importantes pour un certain nombre d'élèves sur cette procédure.

| | CE1 | CE2 | CM1 | CM2 |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| Let | 5.4 | 5.5 | 5.8 | 5.4 |
| DPh | 6 | 5.6 | 6.1 | 5.8 |
| Déc | 9.7 | 8.3 | 6.5 | 5.3 |
| DOr | 8.1 | 6.3 | 5.8 | 5 |
| DLe | 7.1 | 6.7 | 6 | 5.9 |

Tableau 4. Taux moyens (%) de remplacement des temps dans les 5 tâches en fonction du niveau scolaire.

Pour rendre compte de façon synthétique d'un niveau d'expertise, un indice de vitesse et précision a été calculé : $IVP = (1/(t_{psmoy}/txR)) * 1000$ où t_{psmoy} est le temps moyen pour une tâche donnée et txR le taux de réussite par item. Cet indice augmente lorsque la vitesse de réponse diminue et lorsque le taux de réussite augmente.

5. Résultats

Effet du facteur classe⁵

Pour chaque tâche, on observe un effet du facteur classe (figure 1). Les IVP augmentent significativement du CE1 au CM2 en connaissance des lettres, $F(3,942) = 93.21$, $p < .0001$, $\eta^2 = .23$, en discrimination phonologique, $F(3,942) = 68.01$, $p < .0001$, $\eta^2 = .18$, en décodage, $F(3,942) = 71.17$, $p < .0001$, $\eta^2 = .18$, en discrimination orthographique, $F(3,942) = 119.41$, $p < .0001$, $\eta^2 = .28$, en décision lexicale, $F(3,942) = 163.20$, $p < .0001$, $\eta^2 = .34$. Les tests post-hoc (Tukey) révèlent que les scores augmentent mais de manière non significative entre le CE1 et le CE2 uniquement en connaissances des lettres et discrimination phonologique.

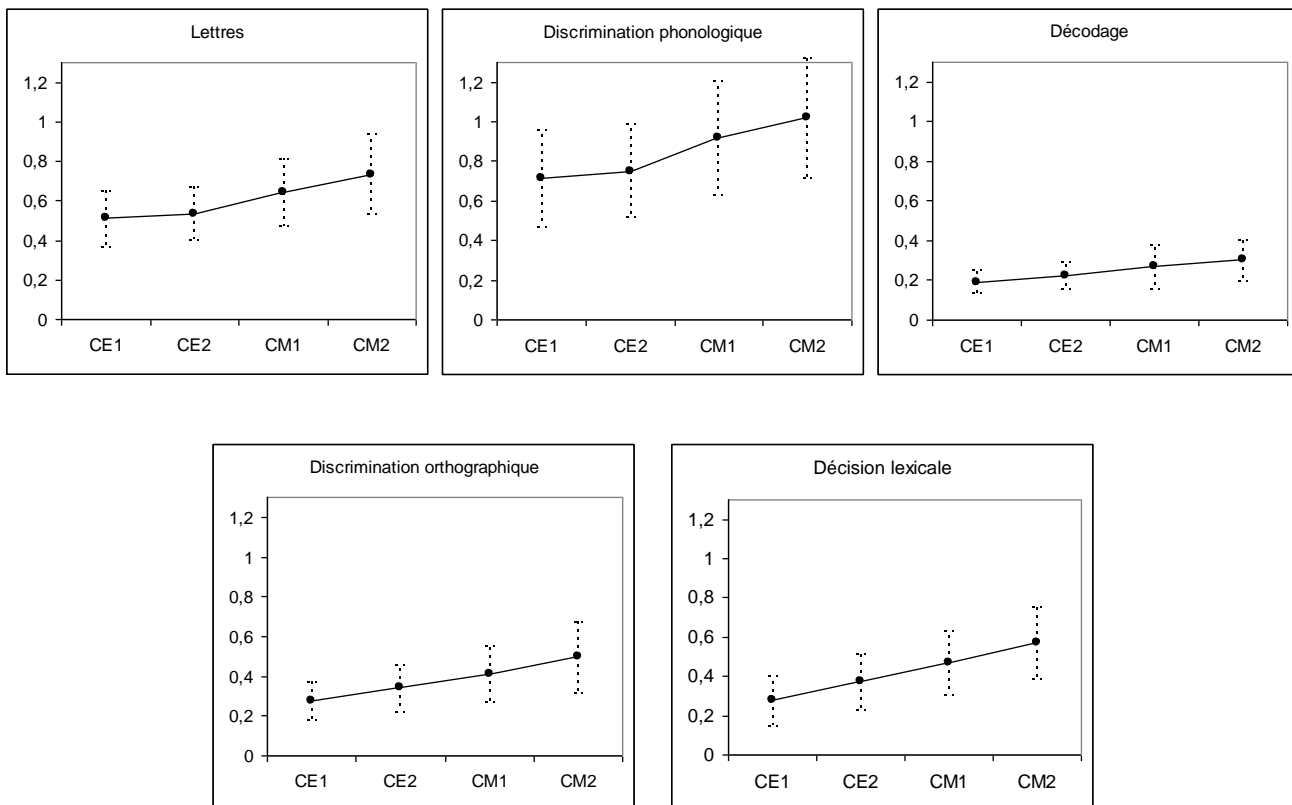


Figure 1. Graphiques des IVP moyens (avec écarts-types), obtenus à chaque tâche, en fonction de la classe.

Consistance interne

Pour les tâches de décodage, de discrimination orthographique et de décision lexicale, des coefficients de corrélations ont été calculés entre les IVP moyens obtenus sur les items en fonction des facteurs manipulés. Tous les coefficients (Tableau 5) sauf un en décodage, supérieurs à .70 (significatifs à .001), montrent une bonne consistance interne pour ces tâches⁶.

⁵ L'analyse des facteurs lexicaux fait l'objet d'une autre publication. Comme attendu, on observe un effet significatif de la fréquence, de la longueur et de la régularité. Les IVP sont significativement plus élevés pour les mots fréquents, courts et réguliers.

⁶ Pour des problèmes techniques au moment de la saisie des données, il n'a pas été possible de calculer la consistance interne sur les deux autres tâches.

| | Décodage | | | Dis. orthographique | | | | Décision lexicale | | | |
|------|----------|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|
| | mono | bi | tri | CF | CR | LF | LR | RF | RR | IF | IR |
| mono | - | | | CF | - | | | RF | - | | |
| bi | .73 | - | | CR | .85 | - | | RR | .78 | - | |
| tri | .68 | .82 | - | LF | .80 | .84 | - | IF | .75 | .75 | - |
| | | | | LR | .77 | .82 | .92 | IR | .74 | .75 | .80 |

Notes. Décodage : items mono-syllabiques, bi-syllabiques, tri-syllabiques. Discrimination orthographique : items courts fréquents (CF), courts rares (CR), longs fréquents (LF) et longs rares (LR). Décision lexicale : items réguliers fréquents (RF), réguliers rares (RR), irréguliers fréquents (IF) et irréguliers rares (IR).

Tableau 5. Coefficients de corrélation entre les IVP de trois tâches ($N=946$).

----- DISCUSSION -----

1. Principaux points de synthèse

Ce nouveau test constitue une originalité sur plusieurs aspects : implémenté sur un portail d'accès, il propose des tâches issues de la psychologie cognitive et développementale, avec un matériau linguistique rigoureusement sélectionné, examinant divers processus impliqués directement ou indirectement en identification de mots écrits. Par ailleurs, les normes disponibles sont basées sur un très large échantillon d'enfants, représentatifs de la population des élèves du primaire et les résultats présentés sous forme de graphiques (voir plus loin) constituent d'utiles et rapides aides au bilan en lecture. L'indicateur combinant vitesse et précision, l'IVP, est un indicateur facile à utiliser.

Les différentes analyses statistiques montrent des effets classiques attendus, ce qui témoigne de la validité des épreuves et du matériel expérimental :

- effet de la classe et âge : les performances augmentent du CE1 au CM2 ;
- effet de la fréquence : elles sont supérieures lorsque les mots sont fréquents ;
- effet de longueur : elles sont supérieures lorsque les mots sont courts ;
- effet de régularité : elles sont supérieures lorsque les mots sont réguliers.

Enfin, les indices de consistance interne élevés pour les trois tâches (Décodage, Discrimination orthographique et Décision lexicale) confirment la validité des épreuves. Ce test constitue donc un outil solide et simple à utiliser, pour un bilan quantitatif et qualitatif pouvant participer à des prises en charges ciblées sur de tels processus.

2. Utilisation du Tinfolec

L'objectif est donc de mettre à disposition des professionnels un dispositif ergonomiquement adapté, c'est-à-dire facile d'utilisation et efficace dans la présentation des résultats. Deux types d'approches sont envisagés. Pour une approche normative, la lecture de graphiques, suite à la passation d'une (ou des) tâche(s), permettra de situer les performances obtenues par rapport à des normes de référence. Par ailleurs, les activités de remédiation pourront s'appuyer sur les résultats spécifiques aux tâches.

Approche normative

Deux cas peuvent se présenter : le sujet testé est un enfant de primaire (CE1, CE2, CM1 ou CM2). Dans ce cas (n°1), en se référant au graphique GraPrim, l'analyse des performances de l'enfant pourra être réalisée en référence aux normes obtenues lors de l'étalonnage. Dans le cas (n°2) où un enfant de 11 ans⁷ ou plus, un adolescent ou un adulte, est testé, 4 graphiques sont disponibles, un par niveau scolaire/âge chronologique, pour examiner ses performances. Là, il est possible de situer le sujet testé dans les 5 tâches par rapport à un niveau scolaire ou âge chronologique choisi par l'examineur.

Cas n°1: La récupération automatique des résultats est possible sur un graphique (voir Figure 2). Les scores z (centrés-réduits⁸) en ordonnée donnent d'emblée les écarts à la norme pour un enfant. Les écarts inférieurs à 1.65 écart-type (ligne en grands pointillés) et inférieurs à 2.58 écart-types constituent deux repères clairs. La première limite représente des scores appartenant aux 5% des scores les plus faibles dans la population de référence et la seconde 1% (zone rouge). Sur l'exemple (Figure 2), les scores de Julie montrent l'absence de scores déficitaires sauf en décodage avec un score z négatif indiquant des difficultés sur cette épreuve. *Remarque* : le graphique GraPrim a une présentation identique pour les 4 niveaux scolaires puisqu'il est tenu compte des seuls scores z .

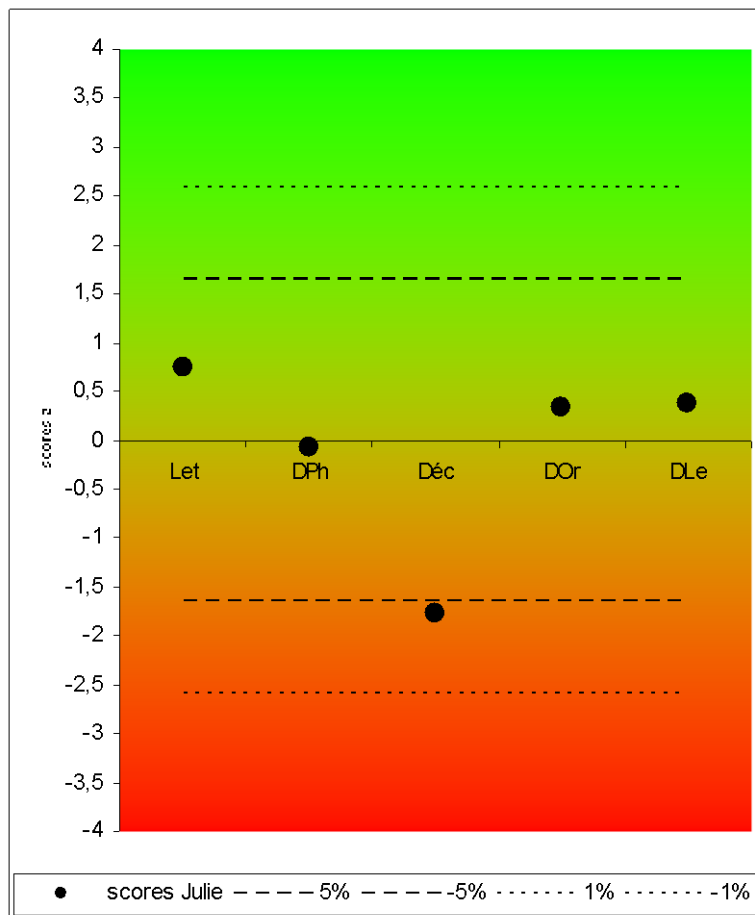


Figure 2. Présentation des résultats pour les enfants de primaire après passation (GraPrim).

⁷ Qui devrait normalement être scolarisé en 6^{ème}.

⁸ La formule est $z = (x-m)/\sigma$ où x est le score brut, m la moyenne de l'échantillon et σ l'écart-type de l'échantillon.

Cas n°2 : Les performances du sujet testé sont reportées sur un graphique où les "histogrammes suspendus" représentent les scores autour de la moyenne ± 1 écart-type dans les 5 tâches. Les 4 graphiques (jaunes) de référence seront proposés au professionnel qui, in fine, choisira celui qui lui convient en fonction du niveau moyen obtenu dans les différentes tâches par le sujet testé, GraCE1 (Figure 3), GraCE2 (Figure 4), GraCM1 (Figure 5), GraCM2 (Figure 6). *Remarque* : compte tenu d'une forte hétérogénéité dans les performances d'un sujet, la lecture de plusieurs graphiques peut s'avérer utile pour situer le niveau du sujet par rapport à un groupe d'âge.

A noter que le test peut être utilisé partiellement, le professionnel proposant la (ou les) tâche(s) qui lui convien(nen)t. Par exemple à l'issue d'une période de remédiation ciblée sur le décodage, la tâche Déc est seulement utilisée avant et après cette période pour juger des progrès (éventuels) via un rapprochement de l'IVP vers la norme.

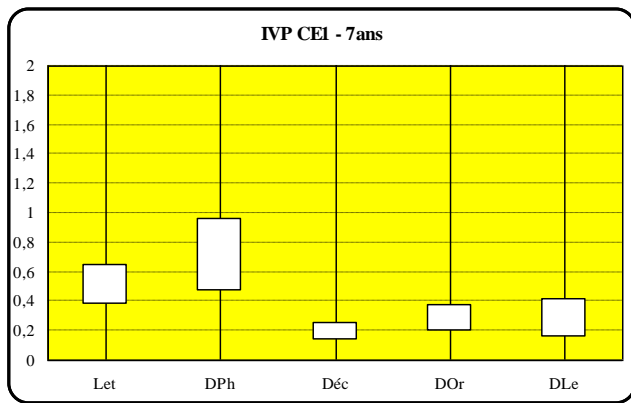


Figure 3. Scores par tâche au CE1 (GraCE1)

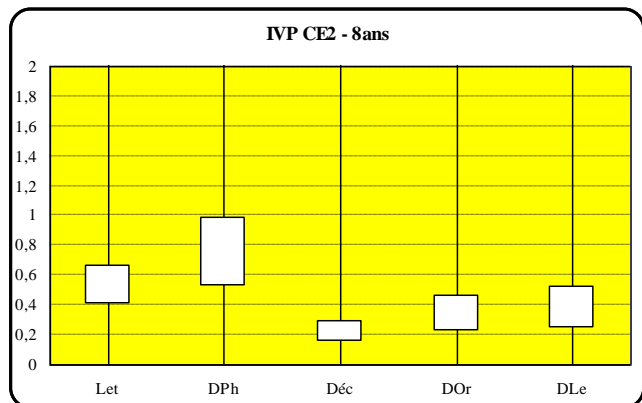


Figure 4. Scores par tâche au CE2 (GraCE2)

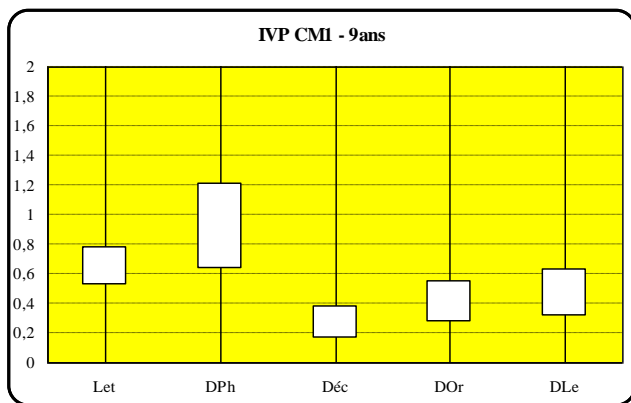


Figure 5. Scores par tâche au CM1 (GraCM1)

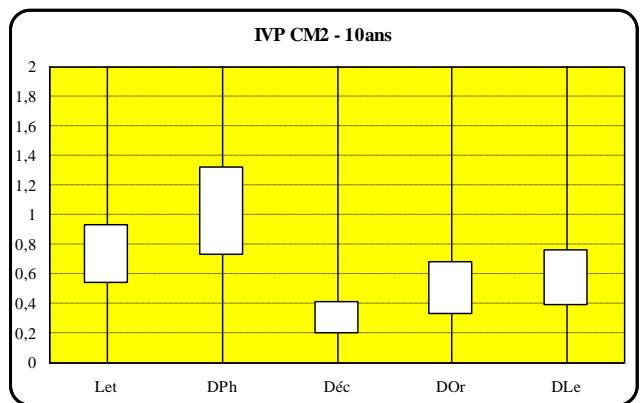


Figure 6. Scores par tâche au CM2 (GraCM2)

Approche qualitative et remédiation

Chaque score (très) faible laisse entrevoir la nécessité d'un renforcement du processus sous-jacent tant au niveau de la qualité représentationnelle des unités que de la vitesse d'accès à celles-ci. Pour l'épreuve "connaissance du son des lettres" échouée, une série de séances est nécessaire pour renforcer les appariements lettres-sons. Un score IVP faible dans l'épreuve "discrimination phonologique" nécessite des exercices relatifs aux habiletés phonologiques et à la capacité à distinguer rapidement des paires minimales. L'épreuve de décodage échouée renvoie à la voie non lexicale déficitaire dont on connaît l'importance dans les processus d'identification de mots écrits. Il est alors nécessaire de renforcer la capacité à apparier rapidement et précisément des séquences de lettres avec les sons correspondants en se basant sur les unités syllabiques (voir les travaux montrant en français l'importance de la syllabe en reconnaissance de mots écrits ; Chetail, Mathey, 2012 ; Doignon, Zagar, 2006 ; Ecalle et al., 2013 ; Maïonchi-Pino et al., 2010 ; Maïonchi-Pino et al., 2012).

Afin de poser une hypothèse sur l'origine d'un déficit d'IVP dans l'épreuve de discrimination orthographique, une épreuve examinant l'empan visuo-attentionnel pourrait être proposée : la comparaison des scores dans les deux épreuves fournira des éléments utiles. Enfin, l'épreuve de décision lexicale renvoie plutôt à l'étendue du lexique orthographique et à la vitesse d'accès aux représentations orthographiques. L'examen séparé des performances sur les mots réguliers comparées à celles des mots irréguliers permettra de préciser d'éventuelles différences de performances entre les deux séries de mots.

----- CONCLUSION -----

Les cadres théoriques proposés par les travaux de recherche fondamentale s'affinent dans le domaine de la lecture en dépassant d'une part, le modèle à double voie pour proposer un modèle à voies multiples où le développement de deux processus orthographiques se réalise en parallèle et d'autre part, en suggérant que le traitement phonologique des mots continuerait à être mis en œuvre lors de la reconnaissance des mots écrits au cours du développement. C'est à la lumière de ce type de travaux que ceux de recherche appliquée comme la construction de tests standardisés notamment, doivent s'inspirer.

L'introduction des nouvelles technologies constitue un autre enjeu dans les années à venir. Dans les pratiques des professionnels de la rééducation, l'ordinateur ou les tablettes tactiles sont déjà introduits massivement. La construction de logiciels d'évaluation et de logiciels de remédiation va s'amplifier. Dans cette perspective de renouvellement des outils, les études sur le développement des tests et des logiciels de remédiation (dont les serious games ; voir Girard et al., 2013) devront insister sur leur validité théorique et expérimentale.

Remerciements

Nous remercions Olivier Riera, informaticien, qui a développé le logiciel et les enseignants qui ont accepté le recueil des données dans leurs classes.

----- BIBLIOGRAPHIE -----

Chetail, F., Mathey, S. (2012). Effect of syllable congruency in sixth graders in the lexical decision task with masked priming. *Scientific Studies of Reading*, 16(6), 537-549. DOI: 10.1080/10888438.2011.607480

Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108, 204-256. Consulté le 10.10.2014 de Macquarie University Department of Cognitive Science: <http://www.cogsci.mq.edu.au/~ssaunder/files/DRC-PsychReview2001.pdf>

Cortese, M.J., Simpson, G.B. (2000). Regularity effects in word naming: What are they ? *Memory, Cognition*, 28(8), 1269-1276. Consulté le 10.10.2014 de Springer link : http://download.springer.com/static/pdf/127/art%253A10.3758%252FBF03211827.pdf?auth66=1413902000_e2960cf80c8832cc6aa4440579508b2b,ext=.pdf

Cunningham, A.E., Perry, K.E., Stanovich, K.E., Share, D.L. (2002). Orthographic learning during reading: examining the role of self-teaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82, 185-199. Consulté le 10.10.2014 de University of California, Berkeley: http://vocserve.berkeley.edu/faculty/aecunningham/Orthographiclearningduringreading_Examiningtheroleofself-teaching.pdf

de Jong, P.F., Share, D.L. (2007). Orthographic learning during oral and silent reading. *Scientific Studies of Reading*, 11(1), 55-71. DOI:10.1080/10888430709336634

de Jong, P.F., Bitter, D.J., van Setten, M., Marinus, E. (2009). Does phonological recoding occur during silent reading and is it necessary for orthographic learning? *Journal of Experimental Child Psychology*, 104(3), 267-282. DOI: 10.1016/j.jecp.2009.06.002

Doignon, N., Zagar, D. (2006). Les enfants en cours d'apprentissage de la lecture perçoivent-ils la syllabe à l'écrit ? *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 60(4), 258-274. DOI: 10.1037/cjep2006024

Ecalte, J. (2010). L'évaluation de la lecture et des compétences associées. *Revue Française de Linguistique Appliquée*, XV(1), 105-120. Consulté le 10.10.2014 de CAIRN : http://www.cairn.info/zen.php?ID_ARTICLE=RFLA_151_0105

Ecalte, J., Magnan, A. (2006). Des difficultés en lecture à la dyslexie : problèmes d'évaluation et de diagnostic. *Glossa*, 97, 4-19. Consulté le 10.10.2014 de access-Lyon : http://acces.ens-lyon.fr/acces/ressources/neurosciences/archives-formation/neuro_apprentiss_2/dossier_magnan_ecalte/difficultes_lectur_dyslexie

Ecalte, J., Magnan, A. (2010). *L'apprentissage de la lecture et ses difficultés*. Paris : Dunod.

Ecalte, J., Kleinsz, N., Magnan, A. (2013). Computer-assisted learning in young poor readers: The effect of grapho-syllabic training on the development of word reading and reading comprehension. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1368-1376. DOI: 10.1016/j.chb.2013.01.041

Ecalte, J., Magnan, A., Gibert, F. (2006). Class size effects on literacy skills and literacy interest in first grade: A large-scale investigation. *Journal of School Psychology*, 44, 191-209. Consulté le 10.10.2014 de access-Lyon : http://acces.ens-lyon.fr/acces/ressources/neurosciences/archives-formation/neuro_apprentiss_2/dossier_magnan_ecalte/class-size-effect

- Ehri, L.C. (2005). Learning to read words: theory, findings, and issues. *Scientific Studies of Reading*, 9(2), 167-188. DOI: 10.1207/s1532799xssr0902_4
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K. Patterson, J. Marschall, M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia* (pp. 310-330). London: Erlbaum
- Girard, C., Ecalle, J., Magnan, A. (2013). Serious games as new educational tools: How effective are they ? A meta-analysis of recent studies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(3), 207-219. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2012.00489.x
- Grainger, J., Ziegler, J.C. (2011). A dual-route approach to orthographic processing. *Frontiers in Psychology*, 54(2), 1-13. Consulté le 10.10.2014 de Frontiers in Psychology : <http://journal.frontiersin.org/Journal/10.3389/fpsyg.2011.00054/full>
- Grainger, J., Lété, B., Bertrand, D., Dufau, S., Ziegler, J.C. (2012). Evidence for multiple routes in learning to read. *Cognition*, 123, 280-292. Consulté le 10.10.2014 de Université de Provence, LPC : http://gsite.univ-provence.fr/gsite/Local/lpc/dir/ziegler/2012_Grainger,al-Cognition.pdf
- Jacquier-Roux, M., Valdois, S., Zorman, M. (2005). *ODEDYS : Outil de dépistage des dyslexies*. Grenoble, Laboratoire Cogni-Sciences. Consulté le 10.10.2014 de Resodys : http://www.resodys.org/IMG/pdf/Odedys_2.pdf
- Jared, D. (2002). Spelling-sound consistency and regularity effects in word naming. *Journal of Memory and Language*, 46(4), 723-750. DOI: 10.0000/073135600268144
- Khomsî, A., Khomsî, J. (2002). *BLI : Batterie de lecture informatisée*. Paris : ECPA.
- Kyte, C.S., Johnson, C.J. (2006). The role of phonological recoding in orthographic learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93(2), 166-185. DOI: 10.1016/j.jecp.2005.09.003
- Lété, B., Sprenger-Charolles, L., Colé, P. (2004). MANULEX : A grade-level lexical database from French elementary-school readers. *Behavior Research Methods, Instruments, Computers*, 36(1), 156-166. Consulté le 10.10.2014 de Springer : http://download.springer.com/static/pdf/542/art%253A10.3758%252FBF03195560.pdf?auth66=1414341150_72fdb4fc5d63005e2b37e311e979e33,ext=.pdf
- Maïonchi-Pino, N., de Cara, B., Ecalle, J., Magnan, A. (2012). Do consonant sonority and status influence syllable-based segmentation strategies in a visual letter detection task? Developmental evidence in French children. *Scientific Studies of Reading*, 16(6), 550-562. DOI: 10.1080/10888438.2011.620672
- Maïonchi-Pino, N., Magnan, A., Ecalle, J. (2010). Syllable frequency effects in visual word recognition: developmental approach in French children. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 31(1), 70-82. Consulté le 10.10.2014 de Université de Clermont-Ferrand, LAPSCO : http://lapsco.univ-bpclermont.fr/sites/maionchi-pino/files/2013/03/2010.Maionchi-Pino.JADP_.pdf

- Mathey, S., Rativeau, S., Jourdain, C., Zagar, D. (2000). L'évaluation des compétences en lecture des enfants : utilisation de mesures chronométriques. *Revue de Psychologie de l'Education*, 1, 1-17.
- Mousty, P., Leybaert, J. (1999). Evaluation des habiletés de lecture et d'orthographe au moyen de la BELEC : données longitudinales auprès d'enfants francophones testés en 2^{ème} et 4^{ème} années. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 49(4), 325-342.
- Mousty, P., Leybaert, J., Alegria, J., Content, A., Morais, J. (1994). BELEC : une batterie d'évaluation du langage écrit et de ses troubles. In J. Grégoire, B. Piérart (Eds), *Evaluer les troubles de la lecture. Les nouveaux modèles théoriques et leurs implications diagnostiques* (pp. 127-145). Bruxelles : De Boeck.
- Rocher, T. (2008). Que nous apprennent les évaluations internationales sur le fonctionnement des systèmes éducatifs ? Une illustration avec la question du redoublement. *Education, Formations*, 78, 63-68. Consulté le 10.10.2014 de education.gouv.fr : http://cache.media.education.gouv.fr/file/revue_78/58/1/4_38581.pdf
- Share, D.L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55(2), 151-218. DOI: 10.1016/0010-0277(94)00645-2
- Singleton, C., Horne, J., Simmons, F. (2009). Computerized screening for dyslexia in adults. *Journal of Research in Reading*, 32(1), 137-152. DOI: 10.1111/j.1467-9817.2008.01386.x
- Singleton, C. (2001). Computer-based assessment in education. *Educational and Child Psychology*, 18(3), 58-74.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Béchenec, D., Kipffer-Piquard, A. (2005). French normative data on reading and related skills: from 7 to 10 year-olds. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 55(3), 157-186. Consulté le 10.10.2014 de HAL, archives ouvertes : <https://hal.inria.fr/hal-00733575/document>
- Sprenger-Charolles, L., Siegel, L.S., Béchenec, D. (1998). Phonological mediation and semantic and orthographic factors in silent reading. *Scientific Study of Reading*, 2(1), 3-29. Consulté le 10.10.2014 de HAL, archives ouvertes : https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/733578/filename/Sprenger-Charolles_Siegel_Bechenec_1998_SSSR_PP.pdf
- Wang, S., Jiao, H., Young, M.J., Brooks, T., Olson, J. (2008). Comparability of computer-based and paper-and-pencil testing in K-12 reading assessments. A meta-analysis of testing mode effects. *Educational and Psychological Measurement*, 68(1), 5-24. DOI: 10.1177/0013164407305592
- Ziegler, J.C., Bertrand, D., Lété, B., Grainger, J. (2014). Orthographic and phonological contributions to reading development: Tracking developmental trajectories using masked priming. *Developmental Psychology*, 50(4), 1026-1036. DOI: 10.1037/a0035187