d'entraînements res cursives chez et Techniques de et la Formation,

013). Apprendre ou tactiles dans -L. Kaiser & R. modèles à l'in--Solal.

016). Effectivegrade students urnal of Occu-, 176-184. doi.

2011). Efficacy r Skills, 112(2),

MARGOT, D. uction program of Educational

(2018). Impact ty among third 0.1007/s11145-

tween students nterventions on hildhood Edu-'9-y

ting: Working 8(3), 299-325.

Apprentissage les pratiques ? 2), 47-84.

ORISSET, P., of handwriting s. Frontiers in

agerie motrice

t (A.N.A.E.),

logy Review,

psychomotor 0.1016/0167-

rent types of Learning and .07.001

nt : apprentisdir.), *Psycho*aris : Presses

H, S. (2009), intervention ties. Occupa-8/15394492-

# Apprentissage statistique et orthographe

#### R. TREIMAN

PhD, Professeure titulaire en psychologie du développement, Laboratoire Reading and Language, Washington University, Saint-Louis, États-Unis.

Auteur de correspondance: Rebecca Treiman, Campus Box 1125, St.Louis MO 63130, USA.

Email: rtreiman@wustl.edu

Note: Cet article est une adaptation française de la publication de l'auteure, intitulée « Statistical Learning and Spelling », parue en 2018 dans la revue Language, Speech and Hearing Services in Schools (doi:10.1044/2018\_LSHSS-STLT1-17-0122), avec l'aimable autorisation de la revue.

Traduction de l'anglais pour A.N.A.E.: Marie-France Morin, Denis Alamargot & Santiago Perez-Bedoya, avec le soutien financier de la CREALEC (Chaire de recherche sur l'apprentissage de la lecture et de l'écriture chez le jeune enfant), Université de Sherbrooke, Québec, Canada.

Conflits d'intérêts : l'auteure déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt.

RÉSUMÉ : Apprentissage statistique et orthographe

L'objectif de cet article est d'expliciter la notion d'apprentissage statistique en précisant son rôle dans l'acquisition de l'orthographe et d'en présenter les implications pour l'enseignement. Il est ainsi montré que, si dès leur plus jeune âge, les enfants recourent à un apprentissage statistique pour identifier les caractéristiques visuelles des mots et établir des relations entre les unités visuelles (lettres) et linguistiques (sons), un enseignement structuré reste important.

Mots clés : Apprentissage statistique - Orthographe - Enseignement - Graphotactique -

Phonologie.

SUMMARY: Statistical learning and spelling

The purpose of this article is to provide a tutorial on statistical learning and its role in learning to spell, and discuss the implications of this research for educators. Even though children use their statistical learning skills from an early age to learn about the visual characteristics of written words and the relations between visual and linguistic units, structured instruction remains important.

Key words: Statistical learning - Spelling - Teaching - Graphotactics - Phonology.

RESUMEN: Aprendizaje estadístico y ortografía

El propósito de este artículo es explicar la noción de aprendizaje estadístico aclarando su papel en la adquisición de la ortografía, y presentar sus implicaciones a los maestros. Por lo tanto, se muestra que si desde una edad temprana, los niños recurren al aprendizaje estadístico para identificar las características visuales de las palabras y establecer relaciones entre las unidades visuales (letras) y lingüísticas (sonido), una enseñanza estructurada sigue siendo importante.

Palabras clave: Aprendizaje estadístico – Ortografía – Lenguaje – Grafotáctico – Fonología.

Pour citer cet article: TREIMAN, R. (2019). Apprentissage statistique et orthographe. A.N.A.E., 163, 739-749. Cet article est une adaptation française de la publication de l'auteure, intitulée « Statistical Learning and Spelling », parue en 2018 dans la revue Language, Speech and Hearing Services in Schools (doi:10.1044/2018\_LSHSS-STLT1-17-0122), avec l'aimable autorisation de la revue.

selon le contexte statistique propre au système d'écriture auquel ils sont exposés.

Comme mentionné précédemment, l'apprentissage statistique ne s'applique pas à tous les stimuli rencontrés (Turk-Browne et al., 2005), mais à ceux qui sont importants pour l'apprenant et qui attirent son attention. Sur ce point, il est important de noter que l'écriture ne revêt que peu d'importance pour les jeunes enfants d'âge préscolaire. Par exemple, lorsqu'un adulte lit un livre à un enfant, c'est le langage oralisé et les images du livre qui attirent le plus l'attention de cet enfant. L'examen du temps consacré par des enfants de 4 ans aux pages d'un livre, pendant une séance de lecture, montre que seulement 5 % de la durée de la séance est consacrée aux mots écrits, le reste du temps étant dédié à l'inspection des images (Evans & Saint-Aubin, 2005; Justice, Pullen & Pence, 2008). Cette difficulté de l'écriture à capter l'attention des enfants n'est pas surprenante car une trace écrite n'est pas particulièrement attrayante et la phylogenèse de l'espèce humaine n'a pas fait en sorte de susciter cet intérêt, comme cela a été en revanche le cas pour la parole. Ces faits contribuent probablement à expliquer pourquoi l'apprentissage statistique des patrons graphotactiques associés à des mots écrits commence plus tard chez les enfants, et prend plus de temps que l'apprentissage statistique de patrons phonotactiques associés à des mots parlés.

Bien que la trace écrite attire difficilement l'attention des enfants, elle peut tout de même le faire dans certaines situations. Ainsi, les enfants accordent généralement plus d'attention à leur prénom qu'à d'autres mots, non pas parce que celui-ci est intrinsèquement plus attrayant, mais parce qu'il est significatif pour eux. De plus, lorsque ces prénoms sont présents dans l'environnement, les adultes guident généralement l'attention des enfants sur ceux-ci en les désignant, en parlant à leur propos ou encore en les isolant du contexte. Pour ces raisons, entre autres, le prénom joue un rôle majeur dans le développement des premières acquisitions orthographiques et les jeunes enfants recourent fréquemment aux lettres de leurs prénoms lorsqu'ils tentent d'écrire d'autres mots (Bloodgood, 1999 ; Pollo et al., 2009 ; Zhang & Treiman, sous presse). De même, le fait que les adultes, en lisant à voix haute aux enfants, évoquent les caractéristiques des mots écrits ou encore pointent certains mots, permet aux enfants de prendre en compte les mots écrits là où ils ne le feraient pas autrement (Justice et al., 2008). Toutefois, même si les adultes adoptent ces comportements, les jeunes enfants continuent à consacrer plus de temps à regarder les images des livres d'histoires ou des livres électroniques (Skibbe, Thompson & Plavnick, 2017) que les mots.

Quand les enfants grandissent, ils doivent comprendre que les mots écrits ne sont pas seulement composés de patrons visuels, mais qu'ils représentent aussi le langage oral. Les enfants qui reçoivent un enseignement phonique (phonics instruction) apprennent de façon explicite comment des lettres et des groupes de lettres codent des sons spécifiques. Cependant, les enfants ne reçoivent généralement pas

d'enseignement explicite à propos des patrons graphotactiques. Il est en effet peu probable qu'un enseignant ou un parent enseigne à un enfant francophone que les lettres d et «s» sont susceptibles d'être plus fréquemment doublés que (j) et (c). De même, si les enfants francophones jugent que «oballi» ressemble davantage à un mot que «obacci, comme ils peuvent être amenés à le faire dès l'âge de 6-7 ans (Pacton, Perruchet Fayol & Cleeremans, 2001; Pacton, Sobaco, Fayol & Treiman, 2013), cette connaissance résulte davantage d'un apprentissage statistique implicite, basé sur la fréquence des différentes lettres pouvant être doublées, que sur un enseignement explicite. Sur ce point, les conclusions de Pacton et al. (2001) suggèrent que la préférence pour des items tels que «oballi, par rapport à des items comme «obacci», ne survient pas uniquement en raison de différences phonologiques.

Comme il a été évoqué plus haut, les enfants ont déja appris certains patrons graphotactiques simples avant que ne débute l'enseignement formel de l'écrit et ils vont continuer, pendant toute leur scolarité, à apprendre les patrons graphotactiques de leur système d'écriture. De fait, les patrons graphotactiques complexes prennent plus de temps pour être appris que les plus simples. Par exemple, si les élèves français scolarisés en troisième année du primaire (âgés de 8-9 ans) savent qu'une double consonne peut suivre une voyelle (comme dans messe) mais pas une consonne («melsse» n'est pas acceptable), cette connaissance relative à un patron, ici dépendant du contexte, reste moins ancrée que la connaissance de patrons plus simples comme dans le cas de «ll» qui est plus courant que iji (Pacton et al., 2013).

Jusqu'à lors, le propos a porté sur l'apparence visuelle de mots écrits et les études montrent que, dès leur plus jeune âge, les enfants utilisent leurs capacités visuelles associée à l'apprentissage statistique pour apprendre certaines des caractéristiques de l'écriture, comme par exemple le fui que certaines lettres ont, ou non, tendance à se suivre. Ces caractéristiques liées à la trace écrite peuvent être appréhendées dès le plus jeune âge car leur apprentissage ne suppose pas d'associer des éléments d'une modalité sensorielle (lettres) à des éléments d'une autre modalité (sons) En d'autres termes, l'apprentissage de patrons graphotatiques n'exige pas que les enfants comprennent que l'écriture représente la parole, ou encore que les mots à l'onl peuvent être décomposés en phonèmes, connaissances longues à acquérir. Apprendre des patrons graphotactiques est précieux, mais n'est toutefois pas suffisant. La façon dont les enfants découvrent l'autre dimension de l'écriture, c'est-à-dire comment l'écriture représente la langue orale est décrite dans la partie qui suit.

# Apprendre comment l'écriture représente la langue orale

Les enfants confrontés aux systèmes d'écriture alphabétique doivent apprendre que les lettres symbolisen les phonèmes et savoir comment appliquer cette relation. Beaucoup d'élèves bénéficient d'un enseignement explicite dances p ment pho est enseig (b). Toute mobiliser tistique p ment form

Dans une Snowling ont reçu u entre les relation er pas appris lettres et par exemp phier des ont obteni associées n'avaient le point in des enfan graphèmes statistique contenus d la fréquenc est plutôt é contiennen les mots co par exempl caractérisée les enfants étude mont qui, par le influence er

L'enseigner tion orthog Par exempl anglais est là de la tra dans l'ensei se caractéris dans le cas o digramme « toire de mot apparaître di son /E/ est st (tête), bread dans d'autre correspondar quelle transci menée avec Treiman et I plus souvent comme /glad /glep/. Ce rés implicite d'ur driven patteri ne sont géne rons graphotacnseignant ou un ue les lettres de mment doublés ophones jugent t que «obacci», e dès l'âge de emans, 2001; cette connaisage statistique érentes lettres ment explicite. al. (2001) sugs que «oballi». e survient pas ogiques.

ants ont déjà des avant que ils vont contire les patrons De fait, les blus de temps emple, si les du primaire onsonne peut tais pas une ette connaisontexte, reste blus simples, cant que (j)

visuelle des r plus jeune es associées ertaines des nple le fait suivre. Ces être appréntissage ne alité sensolité (sons). graphotacque l'écrits à l'oral naissances otactiques La façon l'écriture. gue orale.

#### ente la

e alphanbolisent ette relagnement explicite qui porte sur les règles régissant les correspondances phonèmes-graphèmes, souvent nommé enseignement phonique (phonics instruction). Par exemple, il leur est enseigné que le son /b/ est généralement représenté par b. Toutefois, différentes études montrent que les élèves mobilisent également leurs capacités d'apprentissage statistique pour renforcer ce qu'ils apprennent par enseignement formel.

Dans une étude menée par Caravolas, Kessler, Hulme et Snowling (2005), des enfants britanniques âgés de 5 à 6 ans ont reçu un enseignement explicite portant sur les relations entre les voyelles et leurs sons « courts », telles que la relation entre «e» et /ɛ/. En revanche, ces enfants n'avaient pas appris les relations entre une lettre ou un groupe de lettres et certains autres phonèmes vocaliques, comme par exemple /aʊ/. Lorsqu'on leur a demandé d'orthographier des mots contenant différentes voyelles, les enfants ont obtenu de meilleurs résultats pour les transcriptions associées aux voyelles enseignées que pour celles qui n'avaient pas fait l'objet d'un enseignement. Toutefois, le point important à noter ici est que les performances des enfants relatives aux correspondances phonèmesgaphèmes étaient également influencées par la distribution statistique des correspondances apparaissant dans les mots contenus dans leurs livres de lecture, comme par exemple, la fréquence d'apparition de la correspondance /E/ - «e» qui est plutôt élevée (la grande majorité des mots anglais qui contiennent /E/ sont orthographiés avec <e>, même si tous les mots contenant le son /E/ ne s'écrivent pas avec «e», par exemple : head - tête). Dans le cas de correspondances caractérisées par une fréquence d'apparition moins élevée, les enfants réussissaient moins bien. Les résultats de cette étude montrent l'importance de l'apprentissage implicite qui, par le biais d'une exposition à l'écrit, exerce une influence en arrière-plan de l'enseignement explicite.

L'enseignement phonique met l'accent sur la transcription orthographique la plus fréquente pour chaque son. Par exemple, la transcription la plus courante de /E/ en anglais est «e», comme dans hen (poule), et il s'agit bien li de la transcription orthographique qui est travaillée dans l'enseignement phonique. Cependant, certains mots se caractérisent par une autre transcription de /ɛ/, comme dans le cas de «ea» dans head (tête). Les mots contenant le digramme (ea) ne constituent pas un sous-ensemble aléatoire de mots comportant le son /ε/; en effet, «ea» tend à apparaître dans certains contextes, notamment lorsque le son /E/ est suivi du son /d/, comme par exemple pour head (tête), bread (pain) et instead (plutôt). Dans ce cas, comme dans d'autres, la prise en compte du contexte (ici de la correspondance au sein du mot) aide l'enfant à déterminer quelle transcription orthographique utiliser. Dans une étude menée avec des élèves états-uniens âgés de 8 à 10 ans, Treiman et Kessler (2006) montrent que «ea» est utilisé plus souvent pour orthographier /ɛ/ dans des pseudomots comme /glEd/ en comparaison à des pseudomots comme glEp/. Ce résultat suggère la présence d'une connaissance implicite d'un patron qui dépend du contexte (contextuallydriven pattern). Dans le cas, entre autres, de /ɛ/, les élèves ne sont généralement pas soumis à un enseignement

traitant de l'influence du contexte du mot dans le choix entre différentes transcriptions orthographiques. Il est alors probable que les élèves découvrent par eux-mêmes les patrons en s'appuyant sur leurs capacités d'apprentissage statistique. Dans l'étude de Treiman et Kessler (2006), si les élèves âgés de 8-10 ans font varier la transcription orthographique des voyelles en fonction des consonnes qui les suivent, les élèves âgés de 6-7 ans ne sont pas encore en mesure de le faire. Un résultat similaire a été trouvé avec des enfants britanniques âgés de 5 à 6 ans (Caravolas et al., 2005). Cela signifie que les patrons qui nécessitent une prise en compte du contexte sont plus difficiles à apprendre que ceux qui ne le requièrent pas, ce d'autant plus que le contexte affecte la transcription orthographique de différentes manières pour différents phonèmes et que le nombre de mots associé à chaque contexte est restreint.

L'anglais comporte de nombreux cas pour lesquels la transcription d'une voyelle est systématiquement influencée par la consonne qui la suit, comme illustré dans les exemples précédents. Il existe également d'autres cas pour lesquels la consonne qui précède la voyelle peut exercer une influence (Kessler & Treiman, 2001). L'un de ces cas concerne la voyelle /a/. Celle-ci est souvent transcrite par «o», comme dans les mots pond (étang) et lot (beaucoup) et cette transcription «o» de /a/ est travaillée dans l'enseignement phonique. Cependant, /a/ est souvent transcrit par <a> quand il suit /w/, comme dans wand (baguette) et squat (s'accroupir). Dans une étude menée par Treiman et Kessler (2006), il est montré que les enfants testés utilisaient plus fréquemment «a» pour orthographier des pseudomots comme /kwap/ que pour orthographier des pseudomots tels que /blap/. Ce résultat suggère que les enfants ont préalablement appris ce patron. La connaissance d'un patron dépendant du contexte (comme ici la connaissance d'un patron orthographique prenant en compte les consonnes qui suivent) augmente avec la pratique de l'orthographe.

Jusqu'à présent, les exemples montrant une prise en compte du contexte dans le cas de la langue anglaise impliquaient des voyelles. Dans cette langue, comme dans d'autres systèmes d'écriture, il existe des cas où les transcriptions orthographiques des consonnes sont également systématiquement influencées par le contexte. Les élèves deviennent de plus en plus sensibles à ces patrons au cours de leur scolarisation. Par exemple, Juul (2005) a montré que des élèves danois âgés de 11-12 ans utilisaient le contexte de certains phonèmes vocaliques et consonantiques pour choisir parmi différentes transcriptions orthographiques possibles.

Les enfants qui sont soumis à un enseignement explicite des correspondances phonèmes-graphèmes les plus fréquentes de leur système d'écriture peuvent aussi utiliser leurs capacités d'apprentissage statistique pour compléter cet enseignement, en apprenant les patrons orthographiques les plus rares, ainsi que le contexte dans lequel ils se produisent. Toutefois, cet apprentissage statistique va devoir jouer un rôle plus important chez les enfants qui ne sont pas ou peu soumis à un enseignement explicite

des correspondances phonèmes-graphèmes. Tel est le cas d'enfants néo-zélandais qui, depuis les années 60, sont principalement soumis à une approche globale de la langue (whole-language) dont le principe est de limiter l'enseignement explicite des correspondances phonèmes-graphèmes, même si les noms associés aux lettres sont apprises par les enfants. Il s'avère que cette approche est moins efficace que celle basée sur un enseignement explicite des correspondances phonèmes-graphèmes (cf. Butyniec-Thomas & Woloshyn, 1997). De ce fait, les enfants qui bénéficient de cette approche globale doivent utiliser plus fortement leurs capacités d'apprentissage statistique pour compenser dans une certaine mesure. Ainsi et par exemple, les enfants de Nouvelle-Zélande vont devoir mobiliser la connaissance du fait que la lettre «v» est nommée /vi/, pour déduire que cette lettre «v» peut être utilisée pour transcrire le son /v/, premier son du nom de cette lettre (Thompson, Fletcher-Flinn & Cottrell, 1999).

Jusqu'ici, l'utilisation du contexte du mot pour sélectionner l'une des transcriptions possibles d'un phonème a été envisagée à un niveau phonologique. Dans certains systèmes d'écriture, incluant le français et l'anglais, la prise en compte de la morphologie peut également représenter une aide à la sélection. Par exemple, en français, la séquence de phonèmes /Et/ peut être transcrite de différentes façons : «aite», «ette», «ête» et «ète». Pour choisir parmi ces options, il s'avère pertinent de considérer le statut morphologique de /Et/. Lorsque /Et/ correspond à un suffixe associé à un diminutif, comme dans les mots fillette ou cigarette, il est toujours transcrit «ette». La transcription «ette» est parfois utilisée lorsque /Et/ est un suffixe non diminutif, comme dans le mot gazette, mais d'autres transcriptions s'avèrent plus probables dans ce cas. De même, le son /o/ est pratiquement toujours orthographié (eau) quand il est placé en fin de mot et qu'il est associé à un diminutif, comme c'est souvent le cas pour les jeunes animaux comme lapineau. Lorsque /o/ n'est pas un diminutif, il peut se transcrire aussi bien «eau» qu'autrement. Comme l'ont montré Pacton, Fayol et Perruchet (2005), vers la deuxième année du primaire, les élèves français (âgés de 7-8 ans) privilégient la transcription (ette) lorsqu'ils orthographient des pseudomots qui se terminent par /Et/ et qui leur sont présentés comme des diminutifs (e.g., il est dit aux élèves que /soBivEt/ est le petit du /souiv/ et leur est demandé d'écrire /souivEt/), en comparaison aux mêmes pseudomots qui ne sont pas présentés comme des diminutifs. Ce phénomène apparaît environ un an plus tard dans le cas de la transcription du /o/. Ce décalage entre /o/ et /Et/ peut, en partie, être expliqué par le fait que la proportion de mots qui ne sont pas des diminutifs mais impliquent la transcription (eau) pour /o/ est supérieure à celle des mots qui ne sont pas des diminutifs et qui nécessitent (ette) pour transcrire /Et/. En d'autres termes, la relation statistique entre les transcriptions orthographiques particulières - «ette» ou «eau» - et leur statut de diminutif est plus faible dans le cas du «eau» que dans le cas du «ette». Il est important de noter qu'il n'est généralement pas enseigné explicitement aux élèves français que /Et/ et /o/ ont des transcriptions orthographiques prédictibles lorsqu'ils réfèrent à des diminutifs.

Les élèves semblent l'apprendre progressivement en recourant à leurs capacités d'apprentissage statistique, de nature implicite.

Pour résumer les résultats décrits dans cette partie, les enfants recourent bien à leurs capacités d'apprentissage statistique lorsqu'ils apprennent les relations entre les unités de l'oral et de l'écrit. Ce faisant, ils parviennent à détecter des associations qui n'ont pas été explicitement enseignées. Certains patrons statistiques, qui relient les phonèmes à des graphèmes, sont plus complexes que d'autres et leur possibilité d'être détectés varie. Ces phénomènes contribuent à expliquer pourquoi certaines caractéristiques de l'orthographe sont maîtrisées plus tard ou plus difficilement que d'autres par les enfants.

### AUTRES PERSPECTIVES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ORTHOGRAPHE

L'apprentissage statistique, considéré ici comme l'un des facteurs de développement de l'orthographe, contraste avec d'autres perspectives théoriques (Pollo, Treiman & Kessler, 2008). Une théorie alternative, influente, nommée « théorie par phases » (phase theory) et développée par Ehri (2000), considère le développement orthographique comme dépendant de la capacité progressive des enfants associer des sons aux lettres. Pendant la phase dite préalphabétique (prealphabetic phase), les enfants n'utilisent pas encore les lettres selon leurs caractéristiques sonores Lorsqu'il leur est demandé d'écrire des mots, ces enfants gribouillent ou produisent des chaînes de lettres aléatoires. Par la suite, généralement avec leur entrée à l'école, ces enfants deviennent peu à peu capables d'associer à des lettres certains des sons contenus dans les mots. Au cour de cette phase dite alphabétique partielle (partial alphabetic phase), les enfants ne sont toutefois pas encore a mesure de transcrire l'intégralité des sons composant le mot à orthographier. Par exemple, ils peuvent produir (lde) pour le mot lady (dame). Plus tard, au cours de la phase dite alphabétique (full alphabetic phase), la enfants peuvent représenter tous les phonèmes d'un mo lorsqu'ils l'orthographient. La quatrième et dernière phas du développement de l'orthographe, selon cette théorie est la phase dite alphabétique consolidée (consolidate) alphabetic phase). Les enfants commencent alors à traite les séquences de lettres courantes comme des unités sur ordonnées (chunks) et à utiliser les patrons graphotactiques relatifs à leur système d'écriture.

La théorie par phases (Ehri, 2000) rend compte de caractéristiques importantes du développement de l'orthographique, comme notamment le fait qu'apprendre à orthographier implique bien plus qu'une simple mémorisation visuelle de séquences de lettres. La théorie attire également l'attention sur les connaissances phonologiques acquises par les enfants et leur utilisation pour sélectionner les lettres. Toutefois, la théorie par phases accorde per de place aux connaissances non phonologiques, comme les connaissances morphologiques et graphotactiques, ou

ençore au (context-s menées d montrent un rôle im De même relatifs à même que des associgraphotac avancée o soutient la

#### **IMPLI**

Après une pective de ment de l' de classe partie qui seignemen

Une appro est de ne ju dite d'app important of des enfant patrons gra les relation tiques (Kra (whole-lan sur cette h cet article compétenc certain nor l'exposition recherches à orthograp enseigneme n'en recoiv de fait, les sur l'apprei graphe aux

Si un ense fique (cf. & Simardméthode à encourager en son entie s'explique e dances pho trop d'exce élèves qui r par exemple semaine en hebdomadai d'un thème parce qu'ils classe. Bien ivement en atistique, de

e partie, les pprentissage is entre les arviennent à eplicitement relient les aplexes que Ces phénones caractétard ou plus

# LE RAPHE

ne l'un des , contraste Treiman & e, nommée loppée par ographique s enfants à dite préaln'utilisent es sonores. ces enfants aléatoires. 'école, ces cier à des . Au cours tial alphaencore en nposant le t produire cours de hase), les d'un mot ière phase e théorie, rsolidated s à traiter inités surotactiques

ompte de de l'orprendre à le mémoprie attire ologiques ectionner orde peu la comme iques, ou concore aux patrons phonologiques dépendants du contexte context-sensitive phonological patterns). Les études menées dans la perspective de l'apprentissage statistique montrent que ces différentes connaissances jouent pourtant m'ôle important dans le développement de l'orthographe. De même, l'apprentissage de patrons graphotactiques relatifs à un système d'écriture commence tôt, et ce avant même que les enfants ne soient encore en mesure d'établir des associations phonèmes-graphèmes. L'apprentissage graphotactique ne se limite ainsi pas à la phase la plus avancée du développement de l'orthographe, comme le soutient la théorie par phases.

## IMPLICATIONS POUR LES ENSEIGNANTS

Après une présentation des arguments en faveur de la perspective de l'apprentissage statistique pour le développement de l'orthographe, sa mise en œuvre dans un contexte de classe ou un contexte clinique est envisagée dans la partie qui suit. En premier lieu, différentes méthodes d'enseignement de l'orthographe sont décrites.

Une approche possible de l'enseignement de l'orthographe est de ne justement pas l'enseigner. Selon cette perspective, die d'apprentissage naturel (natural learning), le plus important est que les enfants lisent beaucoup. L'exposition des enfants aux mots lus leur permettrait d'apprendre les patrons graphotactiques inhérents aux mots écrits ainsi que les relations entre les unités orthographiques et linguistiques (Krashen, 1989). L'approche globale de la langue (whole-language), évoquée précédemment, est fondée sur cette hypothèse. De fait, les études présentées dans cet article prouvent que les enfants utilisent bien leurs compétences d'apprentissage statistique pour acquérir un certain nombre de connaissances orthographiques et que l'exposition à des mots écrits est importante. Toutefois, les recherches montrent également que les enfants apprennent i orthographier plus efficacement lorsqu'ils reçoivent un enseignement systématique de l'orthographe plutôt que n'en reçoivent pas (Graham & Santangelo, 2014). Ainsi et de fait, les enseignants ne doivent pas s'appuyer seulement sur l'apprentissage statistique pour faire apprendre l'orthographe aux élèves.

Si un enseignement explicite de l'orthographe est bénéfique (cf. l'article de Nootens, Doyen, Noyer-Martin & Simard-Dupuis, dans ce numéro), quelle est alors la méthode à privilégier ? Une première approche consiste à encourager les enfants à mémoriser l'orthographe du mot en son entier. Cette pratique est fréquente en anglais, ce qui s'explique en partie par le fait que les règles de correspondances phonèmes-graphèmes de cette langue comportent trop d'exceptions pour être véritablement utiles. Les élèves qui reçoivent un enseignement de ce type doivent, par exemple, mémoriser une liste de mots durant chaque semaine en vue de la préparation d'un test d'orthographe hebdomadaire. Les mots peuvent être choisis en fonction d'un thème traité en classe, tel que des vacances à venir, ou parce qu'ils sont fréquents dans les livres présents dans la classe. Bien souvent, les mots ne sont pas vraiment choisis

en fonction de la similitude de leur structure orthographique ou linguistique.

La méthode phonique est une autre approche pour enseigner l'orthographe et la lecture. Comme il a été évoqué, cet enseignement porte principalement sur les correspondances phonèmes-graphèmes les plus fréquentes d'une langue, tels que l'association entre «o» et /u/ qui apparaît dans les mots anglais pot (pot) et stop (arrêt). Ces correspondances sont enseignées comme des règles qui doivent toujours être respectées. L'enseignement phonique aborde également un nombre restreint de règles de transcription dépendantes du contexte (context-dependant rules) basées sur la phonologie. Par exemple, certains programmes phoniques en anglais prônent l'enseignement de la règle selon laquelle les consonnes doivent être doublées dans les mots bisyllabiques lorsque la première voyelle est courte et accentuée. Cette règle explique le doublement des consonnes au sein de mots comme muffin (gâteau) et hammer (marteau). Toutefois, l'enseignement phonique met davantage l'accent sur la traduction des formes orthographiques en sons - activité caractéristique du décodage en lecture -, plutôt que sur la transcription des phonèmes en formes orthographiques - activité caractéristique de l'écriture. De même, parce qu'il n'aborde que les patrons les plus simples du système d'écriture, l'enseignement phonique, tel que pratiqué dans les pays anglo-saxons, est généralement limité à la première ou aux deux premières années du primaire. De plus, cet enseignement ne porte pas sur les connaissances graphotactiques et n'envisage que très peu de cas, sur l'ensemble des transcriptions possibles d'un phonème qui peuvent varier en fonction de sa position dans un mot ou encore de son statut morphologique. Par exemple, cet enseignement ne permet pas aux enfants d'apprendre que le son /a/ tend à être transcrit par «a> plutôt que par «o» dans des mots comme squat (s'accroupir) et wand (baguette) lorsque /w/ précède cette voyelle. Il ne leur est pas non plus enseigné que les consonnes ne sont généralement pas doublées dans un mot finissant par «ic», comme dans panic (panique) et comic (comique). Les mots pour lesquels les règles de correspondances phonèmesgraphèmes ne peuvent s'appliquer sont généralement enseignés comme des mots à mémoriser globalement (sight words). Étant donné que ces mots échappent aux règles de correspondance phonèmes-graphèmes, il est alors supposé qu'ils ne suivent aucun autre patron et ne peuvent être que mémorisés individuellement. En anglais, un grand nombre de mots se retrouvent ainsi regroupés dans cette

La synthèse des résultats de recherche présentée dans cet article montre que les enfants apprennent des patrons orthographiques dépendant du contexte, sous l'influence de caractéristiques morphologiques et graphotactiques, alors que ces patrons ne sont pas enseignés explicitement. Pourtant, un programme d'enseignement adapté pourrait accélérer ce processus d'apprentissage, en travaillant d'abord des patrons qui s'appliquent au plus grand nombre de mots ainsi qu'aux mots les plus fréquemment utilisés. Un enseignement de ce type ne doit toutefois pas se restreindre à ces seuls patrons et devra également aborder d'autres

types de patrons. Dans le cas de l'anglais, il est ainsi possible d'enseigner le fait que le son /a/ est souvent transcrit par «a» plutôt que par «o» lorsqu'il est précédé de /w/ (ex.: wand et squat); que les consonnes sont rarement doublées après des voyelles consécutives (par exemple, «beall» et «beallage» seraient des mots très improbables en anglais), ou encore que certaines consonnes sont plus fréquemment doublées avant certaines séquences de lettres (e.g., «er» en fin de mot) que d'autres (e.g., «ic» en fin de mot). De tels enseignements portant sur ces patrons permettraient d'éviter des erreurs orthographiques telles que la production de (wond) pour le mot wand (baguette), (deaff) (sourd) pour le mot deaf (sourd) et «pannic» (panique) pour le mot panic. Cela pourrait aussi encourager les élèves à rechercher des patrons supplémentaires dans les mots qu'ils rencontrent.

Si l'enseignement de l'orthographe doit aborder davantage de caractéristiques de la langue écrite qu'il ne le fait actuellement, il devient alors nécessaire de lui consacrer plus de temps chaque jour à l'école ou de le poursuivre pendant un nombre plus important d'années. Cette seconde option est certainement la meilleure. Ne consacrer quotidiennement, en classe, qu'un temps limité à l'apprentissage de l'orthographe tire profit du fait que l'apprentissage est meilleur lorsqu'il est distribué plutôt que massé (Seabrook, Brown & Solity, 2005). De plus, l'enseignement de l'orthographe ne doit pas nécessairement être réalisé isolément et peut être combiné à l'enseignement du vocabulaire. Par exemple, en langue anglaise, les élèves plus âgés peuvent renforcer leurs connaissances à propos de la racine bene-, dont l'orthographe, comme la signification, est stable dans les mots benefit (avantage), benevolent (bienveillant) et beneficial (bénéfique).

L'approche de l'apprentissage naturel (natural learning) considère que les enfants seront attentifs à l'orthographe des mots qu'ils voient, qu'il s'agisse des mots contenus dans les livres qui leur sont lus ou qu'ils lisent eux-mêmes. Ce postulat n'est pas forcément vrai. L'apprentissage statistique et l'apprentissage par enseignement explicite sont tous les deux plus efficaces lorsque les apprenants focalisent leur attention sur l'objet à apprendre et qu'ils ont besoin d'incitation pour observer l'orthographe des mots. Il n'est pas réaliste de penser que les jeunes enfants réalisent des apprentissages orthographiques importants seulement en lisant des livres d'histoires ou en regardant des livres électroniques. Les enfants accordent en réalité plus d'attention à l'histoire et aux illustrations qu'aux mots écrits, même lorsque les adultes décident de suivre les mots avec leurs doigts (Evans & Saint-Aubin, 2005; Justice et al., 2008). De la même manière, les enfants plus âgés comme les adultes, Jorsqu'ils lisent, accordent plus d'attention aux idées véhiculées qu'aux caractéristiques orthographiques, ce qui limite de fait les apprentissages orthographiques qu'ils peuvent faire en lisant. En contexte de lecture, l'apprentissage de l'orthographe est également limité par le fait que les lecteurs sont souvent en mesure de comprendre un mot sans avoir à traiter précisément toutes les lettres de ce mot. Par exemple, pour comprendre le mot crocodile (crocodile) dans une histoire, un lecteur

français ou anglais n'a pas besoin de s'interroger sur le fait que la deuxième voyelle du mot est «o» et non pas «D. Présenter des mots écrits de manière isolée et discuter à propos de leur orthographe permet en revanche aux élèves de se centrer sur les caractéristiques orthographiques, tout comme le fait d'encourager les élèves à se souvenir des caractéristiques de ces mots et de tester ensuite la qualité de cette mémorisation.

Fournir aux élèves des occasions structurées propices à la découverte des patrons orthographiques dans les mots écrits leur permet non seulement d'apprendre ces patrons, mais également d'augmenter leur intérêt à comprendre pourquoi les mots sont ainsi orthographiés. Par exemple, les élèves peuvent apprendre que le mot anglais have (avoir) est une exception à la règle, selon laquelle /æ est généralement transcrit «a» sans «e» à la fin d'un mot, mais que cette exception a une explication. En effet, la raison que les enfants peuvent être amenés à découvrir, est associée au fait que le « final empêche ici le mot de se terminer par <v>, terminaison très rare à la fin des mots en anglais. Cela se produit aussi pour d'autres mots comme give (donner), live (vivre) et glove (gant). Les élèves pourront ainsi et également découvrir que les produits commerciaux voient parfois leurs noms se terminer par seulement «v» afin d'attirer l'attention des acheteurs. Si l'orthographe est traitée comme un objet d'investigation, il peut être attendu que les élèves lui trouvent davantage d'intérêt, lui prêtent plus d'attention et apprennent davantage. Acquérir des connaissances à propos des mots peut devenir aussi intéressant qu'à propos des fusées ou de la météorologie.

Pour dispenser un enseignement de qualité, les enseignants doivent posséder eux-mêmes de bonnes connaissances sur l'orthographe et bien connaître son développement chez l'enfant. Bien que les enseignants soient de bons scripteurs et de bons lecteurs, leur connaissance à propos de certains patrons orthographiques de leur système d'écriture, comme par exemple la contrainte graphotactique, en français, empêchant le doublement «ss» après une consonne, peut être resté implicite chez eux. La prise de conscience de ce patron, et de bien d'autres, peut aider les enseignants à planifier leur enseignement, à utiliser des programmes du commerce pour l'enseignement de l'orthographe de façon plus critique et non pas simplement applicative, ainsi qu'à fournir aux élèves des commentaires utiles lorsqu'ils orthographient mal certains mots. De plus, les opportunités pour apprendre les systèmes d'écriture et le développement de l'orthographe chez l'enfant ne sont pas si fréquentes dans le cursus de formation des enseignants. Il est nécessaire de renforcer cet aspect (Moats, 2014).

# POINTS COMMUNS ET DIFFÉRENCES ENTRE LES ÉLÈVES

Les principes de l'apprentissage statistique attirent l'attention sur les différences entre les mots et les patrons orthographiques. Par exemple, comme mentionné plus haut, la plupart des enfants francophones découvrent le diminutif «ette» dans les mots plus tôt qu'ils n'apprennent le statut du diminutif existe ent d'exposit «eau» (Pa apprend d l'apprenti explication enfant a l exposé, p lapineau nombreux

Pour le c celui d'au seulement apprenant enfants p apprennen développe pour diffe similaires et dont les la moyenn produites et ceux pr très simila enfants à d Pollo & K ven, 2012 mbakas & I'hypothès mêmes mé Ces mécan cacement c mais ils ne qualitatif.

De nombre différences cité de l'ap différences graphe, en et non ling si d'autres réplicabilité 2017), que spécifique o vement à de évaluant l'a auditifs (G: Boersma, \ Powers, Gil lationnelles difficultés d des problèm tâches chez quant aux c développer de montrer les performa Dans l'une d oger sur le ion pas «u», discuter à aux élèves tiques, tout ouvenir des e la qualité

propices à s les mots es patrons, omprendre r exemple, glais have quelle /æ/ d'un mot, n effet, la couvrir, est mot de se es mots en ots comme èves pours commerseulement thographe peut être intérêt, lui . Acquérir enir aussi orologie.

nseignants sances sur nent chez scripteurs le certains re, comme français, nne, peut cience de nseignants ogrammes graphe de tive, ainsi lorsqu'ils portunités oppement réquentes est néces-

#### CES

nt l'attenons orthois haut, la diminutif e statut du timinutif (eau), en partie en raison du lien statistique qui existe entre le statut de diminutif et le fait que la fréquence d'exposition est plus élevée dans le cas de (ette) que de eau (Pacton et al., 2005). Si un enfant en particulier apprend ces patrons dans l'ordre inverse, les principes de l'apprentissage statistique encouragent à rechercher une explication à travers la fréquence d'exposition dont cet enfant a bénéficié. Par exemple, ce dernier peut avoir été exposé, plus fortement qu'à l'habitude, à des mots comme lupineau et éléphanteau au cours de la lecture de ses aombreux livres.

Pour le développement de l'orthographe, comme pour ælui d'autres compétences, il existe des différences non sulement entre les contenus, mais également entre les apprenants. Par exemple, les enfants dyslexiques et les enfants présentant une trouble spécifique du langage apprennent plus lentement à orthographier que les enfants à léveloppement typique. Toutefois, ces enfants témoignent, pour différents types de mots, de performances assez similaires à celles observées chez les enfants plus jeunes et dont les apprentissages orthographiques se situent dans a moyenne. De même, les types d'erreurs orthographiques produites par les enfants plus âgés atteints de dyslexie e ceux présentant un trouble spécifique du langage sont rès similaires aux types d'erreurs produites par les jeunes enfants à développement typique (Cassar, Treiman, Moats, Pollo & Kessler, 2005; Cordewener, Bosman & Verhoeven, 2012; Protopapas, Fakou, Drakopoulou, Skaloumbakas & Mouzaki, 2013). Ces similitudes confirment l'hypothèse selon laquelle tous les enfants possèdent les mêmes mécanismes d'apprentissage statistique et explicite. Ces mécanismes fonctionnent plus rapidement et plus efficacement chez certains enfants en comparaison à d'autres, mais ils ne se mettent pas œuvre différemment sur le plan qualitatif.

De nombreux chercheurs ont tenté de documenter les différences interindividuelles quant à la vitesse et l'efficacité de l'apprentissage statistique, en se demandant si ces différences étaient associées aux performances en orthographe, en lecture ou encore à d'autres tâches linguistiques et non linguistiques. Certaines études ont montré, même si d'autres chercheurs se sont interrogés sur la force et la réplicabilité de ces résultats (Schmalz, Altoè & Mulatti, 2017), que des enfants atteints de dyslexie ou d'un trouble spécifique du langage réussissaient moins bien, comparativement à des enfants à développement typique, des tâches évaluant l'apprentissage statistique de patrons visuels et auditifs (Gabay, Thiessen & Holt, 2015; Lammertink, Boersma, Wijnen & Rispens, 2017; Obeid, Brooks, Powers, Gillespie-Lynch & Lum, 2016). Des études corrélationnelles ne permettent toutefois pas de montrer que des difficultés d'apprentissage statistique constituent la cause des problèmes en orthographe, en lecture ou pour d'autres tâches chez ces enfants. La meilleure façon de conclure quant aux causes et aux effets est d'amener les enfants à développer leurs capacités d'apprentissage statistique et de montrer que ce développement, en retour, améliorent les performances à des tâches d'orthographe, entre autres. Dans l'une des rares études menées à ce jour et implémen-

tant un tel entraînement, Smith, Conway, Bauernschmidt et Pisoni (2015) ont testé l'effet d'une tâche qui visait à améliorer la capacité d'adultes à détecter des régularités dans la façon dont des cercles s'illuminaient sur un écran d'ordinateur. L'entraînement à cette tâche n'a toutefois pas permis d'améliorer la capacité de ces mêmes participants à utiliser le contexte d'une phrase pour percevoir les mots oralisés dans de mauvaises conditions d'écoute. Dans la perspective où l'apprentissage statistique pourrait être entraîné et que cet entraînement favoriserait en retour les processus langagiers, ce résultat n'est de fait pas encourageant. Il est à noter que des résultats similaires ont été constatés lorsqu'il s'agit d'entraîner une autre capacité générale comme la mémoire de travail. Bien qu'un tel entraînement améliore les capacités mémorielles visées, cet effet ne semble pas se transférer vers d'autres compétences telles que la lecture (Melby-Lervåg, Redick & Hulme, 2016).

La meilleure façon d'améliorer les performances des enfants dans une habileté - ici orthographique - est de se concentrer directement sur cette habileté. Comme le montrent les études mentionnées précédemment, tenter d'améliorer une capacité générale d'apprentissage chez les enfants et espérer que cette amélioration se transfère à l'orthographe est une proposition plutôt risquée. Comme McArthur et Castles (2017, p. 3) le suggèrent lorsqu'ils abordent les types d'intervention à privilégier pour de faibles lecteurs, « plus une intervention tient compte, au plus proche, de la difficulté du lecteur, plus elle a de chances d'être efficace »2. Il en est de même pour l'orthographe. Les interventions qui se concentrent directement sur l'orthographe sont plus susceptibles d'être bénéfiques pour le développement de cette habileté que celles se concentrant sur d'autres habiletés.

Les pistes proposées dans cet article à propos de l'enseignement de l'orthographe sont basées sur les résultats de la recherche à propos de l'apprentissage statistique et des autres formes d'apprentissage, en ciblant les compétences orthographiques spécifiques que les enfants doivent acquérir. Ces méthodes apparaissent efficaces pour la majorité des enfants, y compris les apprenants plus rapides ou plus lents. Bien que le rythme de l'enseignement doive être adapté selon les enfants, les principes de base de l'enseignement à dispenser sont les mêmes.

#### CONCLUSION

Apprendre à orthographier correctement les mots est une compétence importante qui facilite l'activité tant de lecture que de production écrite (Ouellette, Martin-Chang & Rossi, 2017). Les élèves qui parviennent à orthographier correctement et sans trop d'efforts peuvent se concentrer sur les idées qu'ils souhaitent exprimer au cours d'une rédaction. Leurs lecteurs peuvent en retour comprendre ces idées sans être distraits par des erreurs orthographiques. Même si apprendre à orthographier peut être

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> The 'closer' the intervention is to an impaired reading behaviour, the more likely it is to be effective (McArthur & Castles, 2017, p. 3).

difficile, cet apprentissage s'avère incontournable. Dans cet article, nous avons voulu montrer comment les enfants utilisent leurs compétences d'apprentissage statistique pour apprendre à orthographier. Toutefois, si l'apprentissage statistique implicite joue bien un rôle dans l'apprentissage de l'orthographe, cela n'est pas suffisant. Un enseignement structuré s'avère également nécessaire pour que les élèves apprennent à orthographier avec efficience et efficacité.

#### RÉFÉRENCES

ASLIN, R.N. (2017). Statistical learning: A powerful mechanism that operates by mere exposure. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, 8, 1-7. doi:10.1002/wcs.1373

BLOODGOOD, J.W. (1999). What's in a name? Children's name writing and literacy acquisition. *Reading Research Quarterly*, 34, 342-367. doi:10.1598/RRQ.34,3.5

BUTYNIEC-THOMAS, J. & WOLOSHYN, V.E. (1997). The effects of explicit-strategy and whole-language instruction on students' spelling ability. *Journal of Experimental Education*, 65, 293-302. doi:10.1080/00 220973.1997.10806605

CARAVOLAS, M., KESSLER, B., HULME, C. & SNOWLING, M. (2005). Effects of orthographic consistency, frequency, and letter knowledge on children's vowel spelling development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 92, 307-321. doi:10.1016/j.jecp.2005.08.001

CASSAR, M., TREIMAN, R., MOATS, L.C., POLLO, T.C. & KESSLER, B. (2005). How do the spellings of children with dyslexia compare with those of nondyslexic children? *Reading and Writing*, 18, 27-49. doi:10.1007/s11145-004-2345-x

CHAMBERS, K.E., ONISHI, K.H. & FISHER, C. (2011). Representations for phonotactic learning in infancy. *Language Learning and Development*, 7, 287-308. doi:10.1080/15475441.2011.580447

CORDEWENER, K.A.H., BOSMAN, A.M.T. & VERHOEVEN, L. (2012). Specific language impairment affects the early spelling process quantitatively but not qualitatively. *Research in Developmental Disabilities*, 33, 1041-1047. doi:10.1016/j.ridd.2012.01.011

EHRI, L.C. (2000). Learning to read and learning to spell: Two sides of a coin. *Topics in Language Disorders*, 20, 19-36. doi:10.1097/00011363-200020030-00005

EVANS, M.A. & SAINT-AUBIN, J. (2005). What children are looking at during shared storybook reading: Evidence from eye movement monitoring. *Psychological Science*, 16, 913-920. doi:10.1111/j.1467-9280.2005.01636.x

GABAY, Y., THIESSEN, E.D. & HOLT, L.L. (2015). Implicit statistical learning in developmental dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58, 934-945. doi:10.1044/2015

GEBHART, A.L., NEWPORT, E.L. & ASLIN, R.N. (2009). Statistical learning of adjacent and nonadjacent dependencies among nonlinguistic sounds. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16, 486-490. doi:10.3758/PBR.16.3.486

GRAHAM, S. & SANTANGELO, T. (2014). Does spelling instruction make students better spellers, readers, and writers? A meta-analytic review. *Reading and Writing*, 27, 1703-1743. doi:10.1007/s11145-014-9517-0

JUSTICE, L.M., PULLEN, P.C. & PENCE, K. (2008). Influence of verbal and nonverbal references to print on preschoolers' visual attention to print during storybook reading. *Developmental Psychology*, 44, 855-866. doi:10.1037/0012-1649.44.3.855

JUUL, H. (2005). Knowledge of context sensitive spellings as a component of spelling competence: Evidence from Danish. Applied Psycholinguistics, 26, 249-265. doi:10.1017/S0142716405050162

KESSLER, B., POLLO, T.C., TREIMAN, R. & CARDOSO-MARTINS, C. (2013). Frequency analyses of prephonological spellings as predictor of success in conventional spelling. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 252-259. doi:10.1177/0022219412449440

KESSLER, B. & TREIMAN, R. (2001). Relationships between sounds and letters in English monosyllables. *Journal of Memory and Language*, 44, 592-617. doi:10.1006/jmla.2000.2745

KRASHEN, S. (1989). We acquire vocabulary and spelling by reading Additional evidence for the input hypothesis. *Modern Language Journal* 73, 440-464. doi:10.1111/j.1540-4781.1989.tb05325.x

LAMMERTINK, I., BOERSMA, P., WIJNEN, F. & RISPENS, J. (2017). Statistical learning in specific language impairment: a meta-analysis. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 1-13. doi:10.1044/2017\_JSLHR-L-16-0439

MCARTHUR, G. & CASTLES, A. (2017). Helping children with reading difficulties: Some things we have learned so far. *Npj Science of Learning*. 2. doi:10.1038/s41539-017-0008-3

MELBY-LERVÅG, M., REDICK, T. S. & HULME, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of "far transfer": Evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Sciences*, 11, 512-534. doi:10.1177/1745691616635612

MOATS, L. (2014). What teachers don't know and why they aren't learning it: Addressing the need for content and pedagogy in teacher education. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 19, 75-91. doi:10.1080/19404158.2014.941093

OBEID, R., BROOKS, P.J., POWERS, K.L., GILLESPIE-LYNCH, K.& LUM, J.A.G. (2016). Statistical learning in specific language impairment and autism spectrum disorder: A meta-analysis. *Frontiers in Psycholog.* 7. doi:10.3389/fpsyg.2016.01245

OUELLETTE, G., MARTIN-CHANG, S. & ROSSI, M. (2017). Leaning from our mistakes: Improvements in spelling lead to gains in reading speed. *Scientific Studies of Reading*, 21, 350-357. doi:10.1080/1088818.2017.1306064

PACTON, S., FAYOL, M. & PERRUCHET, P. (2005). Children's implist learning of graphotactic and morphological regularities. *Child Development*, 76, 324-339. doi:10.1111/j.1467-8624.2005.00848.x

PACTON, S., PERRUCHET, P., FAYOL, M. & CLEEREMANS, A (2001). Implicit learning out of the lab: The case of orthographic replarities. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 401-426 doi:10.1037//0096-3445.130.3.401

PACTON, S., SOBACO, A., FAYOL, M. & TREIMAN, R. (2013). How does graphotactic knowledge influence children's learning of new spellings? Frontiers in Psychology, 4. doi:10.3389/fpsyg.2013.00701

POLLO, T.C., KESSLER, B. & TREIMAN, R. (2009). Statistical patterns in children's early writing. *Journal of Experimental Child Psycholog*, 104, 410-426. doi:10.1016/j.jecp.2009.07.003

POLLO, T.C., TREIMAN, R. & KESSLER, B. (2008). Three perspectives on spelling development. In E. J. Griogorenko et A. Naples (dital Single-word reading: Cognitive, behavioral, and biological perspective (pp. 175-189). Mahwah, NJ: Erlbaum.

PROTOPAPAS, A., FAKOU, A., DRAKOPOULOU, S., SKALOUM-BAKAS, C. & MOUZAKI, A. (2013). What do spelling errors tell us? Classification and analysis of errors made by Greek schoolchildren with and without dyslexia. *Reading and Writing*, 26, 615-646. doi:10.1007 s11145-012-9378-3

SAFFRAN, J.R., ASLIN, R.N. & NEWPORT, E.L. (1996). Statistical learning by eight-month-old infants. *Science*, 274, 1926-1928 doi:10.1126/science.274.5294.1926

SCHMALZ, X., ALTOÈ, G. & MULATTI, C. (2017). Statistical learning and dyslexia: A systematic review. *Annals of Dyslexia*, 67, 147-162 doi:10.1007/s11881-016-0136-0

SEABROOM and massed Psychology,

SKIBBE, L. lers' visual different typ doi:10.1007/

SMITH, G.N D.B. (2015). the direct annal model. P

THOMPSON (1999). Learn explicit instr S0142716499

TORO, J.M., mentation by 25-34. doi:10

TREIMAN, I B. (2019). I lian prephonition.2018.08. s as a compoed Psycholin-

D-MARTINS, as predictors sabilities, 46,

tween sounds and Language,

g by reading: uage Journal,

RISPENS, J. ent: a metasearch, 1-13.

with reading of Learning,

(2016). Wormeasures of from a meta-11, 512-534.

they aren't y in teacher 5-91. doi:10.

YNCH, K. & impairment Psychology,

7). Learning s in reading 080/1088843

en's implicit ild Develop-

EMANS, A. raphic regu-

(2013). How of new spel-0701

Psychology,

ree perspeclaples (dir.), perspectives

KALOUMrors tell us? hildren with doi:10.1007/

96). Statis-1926-1928.

7, 147-162.

SEABROOK, R., BROWN, G.D.A. & SOLITY, J.E. (2005). Distributed and massed practice: From laboratory to classroom. *Applied Cognitive Psychology*, 19, 107-122. doi:10.1002/acp.1066

SKIBBE, L.E., THOMPSON, J.L. & PLAVNICK, J.B. (2017). Preschooles' visual attention during electronic storybook reading as related to different types of textual supports. *Early Childhood Education Journal*. doi:10.1007/s10643-017-0876-4

SMITH, G.N.L., CONWAY, C.M., BAUERNSCHMIDT, A. & PISONI, BB. (2015). Can we improve structured sequence processing? Exploring for direct and indirect effects of computerized training using a mediational model. *PLoS ONE*, 10. doi:10.1371/journal.pone.0127148

THOMPSON, G.B., FLETCHER-FLINN, C.M. & COTTRELL, D.S. (1999). Learning correspondences between letters and phonemes without explicit instruction. *Applied Psycholinguistics*, 20, 21-50. doi:10.1017/s0142716499001022

TORO, J.M., SINNETT, S. & SOTO-FARACO, S. (2005). Speech segmentation by statistical learning depends on attention. *Cognition*, 97, 534. doi:10.1016/j.cognition.2005.01.006

TREIMAN, R., CARDOSO-MARTINS, C., POLLO, T.C. & KESSLER, B. (2019). Statistical learning and spelling: Evidence from Brazilian prephonological spellers. *Cognition*, 182, 1-7. doi:10.1016/j.cognition.2018.08.016

TREIMAN, R. & KESSLER, B. (2006). Spelling as statistical learning: Using consonantal context to spell vowels. *Journal of Educational Psychology*, 98, 642-652. doi:10.1037/0022-0663.98.3.642

TREIMAN, R. & KESSLER, B. (2014). How children learn to write words. New York, NY: Oxford University Press.

TREIMAN, R., KESSLER, B., BOLAND, K., CLOCKSIN, H. & CHEN, Z. (2018). Statistical learning and spelling: Older prephonological spellers produce more wordlike spellings than younger prephonological spellers. *Child Development*. One-line first doi:10.1111/cdev.12893

TURK-BROWNE, N.B., JUNGÉ, J. & SCHOLL, B.J. (2005). The automaticity of visual statistical learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 552-564. doi:10.1037/0096-3445.134.4.552

ZHANG, L. & TREIMAN, R. (2015). Writing dinosaur large and mosquito small: Prephonological spellers' use of semantic information. *Scientific Studies of Reading*, 19, 434-445. doi:10.1080/10888438.2015.1072820

ZHANG, L. & TREIMAN, R. (in press). Learning to spell phonologically: Influences of children's own names. *Scientific Studies of Reading*. doi:10.1080/1088438.2019.1662027