

LA SYLLABE DANS LA PRODUCTION ÉCRITE DE MOTS

[Solen Sausset](#), [Éric Lambert](#), [Thierry Olive](#)

NecPlus | « L'Année psychologique »

2016/1 Vol. 116 | pages 137 à 169

ISSN 0003-5033

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-l-annee-psychologique1-2016-1-page-137.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour NecPlus.

© NecPlus. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

La syllabe dans la production écrite de mots

Solen Sausset, Éric Lambert* et Thierry Olive

*Université de Poitiers et Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage
(CeRCA - CNRS UMR 7295), France*

RÉSUMÉ

Un faisceau d'arguments soutient l'hypothèse selon laquelle la syllabe constituerait une unité de traitement sublexicale en production écrite de mots. Nous passons en revue et discutons ces arguments, issus d'études de cas en neuropsychologie ou de données provenant de la psychologie expérimentale chez l'adulte et chez l'enfant, guidés par plusieurs questions : quelle est la nature de la syllabe impliquée dans la production écrite ? Est-elle de nature phonologique ou orthographique ? Les effets observés et attribués à la syllabe ne sont-ils pas en réalité liés à la redondance orthographique, c'est-à-dire à la fréquence de succession des lettres ? L'implication de la syllabe est-elle observée dans toutes les langues, quel que soit leur niveau de régularité orthographique ? Comment les traitements interviennent-ils au cours de l'apprentissage de l'écrit ? Le présent article propose d'apporter des éléments de réponses à ces questions à travers un état de l'art.

The syllable in the production of written words

ABSTRACT

It is now well documented that the syllable is a sublexical processing unit involved in writing words. In the present article, while reviewing the findings that support the role of syllable in writing in neuropsychological studies and in psycholinguistics experiments in adults and children, we address the following issues: Is the syllable involved in writing words phonological or orthographic? Could the outcomes attributed to the syllable be in fact linked to orthographic redundancy, in other words to the frequency of letters succession? Is involvement of the syllable observed in all languages, independently of their degree of orthographic regularity? How does syllable processing develop during literacy learning? The present article aims at providing answers to these questions through a state of the art.

*Correspondance : Éric Lambert, Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage (CeRCA - CNRS UMR 7295), Université de Poitiers, MSHS, TSA 21103, 86073 Poitiers Cedex 9, France. E-mail : eric.lambert@univ-poitiers.fr

1. INTRODUCTION : ÉLÉMENTS GÉNÉRAUX SUR LA SYLLABE

Que ce soit dans sa modalité orale ou écrite, dans son versant de production ou de perception, le langage est décomposable en différentes unités (phonèmes, morphèmes, syllabes, pour le langage oral, et lettres, graphèmes, morphèmes pour le langage écrit). Il n'est pas évident, pourtant, que chacune des unités décrites sur le plan structural ait une fonction particulière lors de la production ou de la compréhension du langage. Parmi les unités possibles, la syllabe a reçu une attention particulière et a été intégrée dans plusieurs modèles de réception du langage oral (Mehler, Dommergues, Frauenfelder, & Segui, 1981 ; Mehler, Dupoux, & Segui, 1990) et de production du langage oral (Dell, 1986 ; Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999). Depuis le début des années 1980, le rôle de la syllabe dans le langage écrit a également été étudié, et cette unité a été intégrée dans les modèles de reconnaissance de mots écrits (Conrad, Carreiras, Tamm, & Jacobs, 2009 ; Mathey, Zagar, Doignon, & Seigneuric, 2006). Le rôle de la syllabe dans la production écrite a été exploré plus récemment. Des données issues de travaux en neuropsychologie et de travaux expérimentaux chez l'adulte et chez l'enfant soutiennent l'hypothèse d'une unité syllabique fonctionnelle lors de la production orthographique (Caramazza & Miceli, 1990 ; Kandel, Peereman, Grosjacques, & Fayol, 2011).

Les implications d'une telle hypothèse sont multiples. D'une part, étudier le rôle de la syllabe dans la production écrite de mots suppose de se pencher sur la nature même de cette unité : parle-t-on d'une syllabe phonologique ou d'une syllabe orthographique ? D'autre part, supposer que la syllabe joue un rôle dans le système de production de l'écrit implique que des lettres soient regroupées en représentations symboliques, les syllabes, et non pas uniquement sur la base de la fréquence d'association, c'est-à-dire sur la base de la redondance orthographique. Les données actuelles permettent-elles cependant de totalement rejeter cette seconde hypothèse ? En outre, les travaux sur la syllabe lors de la production écrite ont été menés dans diverses langues. Peut-on envisager que la syllabe joue un rôle universel au cours de la production écrite quel que soit le système orthographique considéré ? Enfin, une grande partie des travaux portant sur la syllabe et la production écrite ont été menés chez l'adulte. Mais comment cette unité se construit-elle au cours de l'apprentissage et comment son utilisation se développe-t-elle ? Dans cette revue de question, nous tentons d'apporter des réponses à chacune de ces questions. Avant

cela, nous présentons dans la suite de cette introduction quelques éléments sur la syllabe et son rôle dans le langage oral.

La syllabe est une unité du langage oral, dont la nature peut être considérée comme articuloire (physique) et phonologique (psychologique) (Meynadier, 2001). Il s'agit d'une unité intermédiaire entre le phonème (unité minimale distinctive du langage) et le mot, et elle joue un rôle fondamental dans la structuration de la parole. La structure phonologique de la langue est une représentation non linéaire, dans laquelle les phonèmes sont organisés en structures hiérarchiques (Selkirk, 1982). Ainsi, la syllabe serait constituée d'une attaque et d'une rime, la rime étant elle-même composée d'un noyau et d'une coda (ex., Blevins, 1995 ; Selkirk, 1982).

Le processus de syllabation (ou syllabification), qui consiste à déterminer quelles sont les frontières syllabiques, est un processus complexe, et probablement non universel (Duchet, 1993 ; Meynadier, 2001). Pour répondre au problème de la syllabation, des principes généraux universels ont été élaborés¹, mais en réalité, « très peu de langues montrent une syllabation répondant exclusivement à ces principes universels » (Meynadier, 2001, p. 125), et ces principes sont le plus souvent complétés par des paramètres propres à chaque langue. Le français ou l'espagnol sont des langues relativement faciles à syllabifier, avec assez peu de situations d'ambissyllabité (estomac doit-il être segmenté e.stomac, es.tomac ?), tandis que l'anglais serait davantage rythmé sur l'accentuation que sur les syllabes (Cutler, Mehler, Norris, & Segui, 1986). En outre, il apparaît que la capacité à syllabifier pourrait être différente en fonction des locuteurs : les francophones ont ainsi une certaine facilité à syllabifier le français, mais également l'anglais, alors que les anglophones utilisent beaucoup moins la segmentation syllabique dans leur propre langue mais également en français (Cutler *et al.*, 1986).

La réalité psychologique de la syllabe a été démontrée par de très nombreuses études en psycholinguistique. Ainsi, la syllabe constituerait une unité de perception et de segmentation de la parole (ex., Cutler *et al.*, 1986 ; Mehler *et al.*, 1981 ; Sebastián-Gallés, Dupoux, Segui, & Mehler, 1992), mais également une unité de production de la parole (ex., Cholin, Dell, & Levelt, 2011 ; Ferrand & New, 2003 ; Levelt & Wheeldon, 1994). L'implication de la syllabe dans la production orale, et surtout sa place dans les modèles de production, a néanmoins été beaucoup questionnée et ne fait pas l'unanimité. De vifs débats ont émergé entre les auteurs défendant

¹ Par ex., le Principe de Cycle de Sonorité (Clements, 1990), le Principe d'Attaque Maximale (Clements & Keyser, 1983 ; Pulgram, 1970 ; Selkirk, 1982), ou les Principes de Marquage Syllabique Minimum, de Satisfaction de l'Attaque Minimale, ou de Coda Minimale et Attaque Maximale (Pulgram, 1970)

l'idée d'une syllabe récupérée lors de la production orale (voir les travaux de Ferrand et ses collaborateurs, de Cholin et ses collaborateurs), ce qui est justifié par l'effet d'amorçage syllabique (Ferrand, Segui, & Grainger, 1996 ; Ferrand, Segui, & Humphreys, 1997, effet toutefois non observé par Brand, Rey, & Peereman, 2003, ni Schiller, 1998, 1999, 2000 ; pour une revue, voir Perret, Bonin, & Méot, 2006) ou l'effet facilitateur de la fréquence syllabique (Cholin & Levelt, 2009 ; Cholin, Levelt, & Schiller, 2006), et les auteurs défendant l'idée d'une syllabe construite « en vol », sur la base des règles de syllabification (voir le modèle de Levelt *et al.*, 1999). En outre, la divergence des résultats a amené certains à penser que la diversité des langues, et plus particulièrement la structure phonologique de chaque langue peut expliquer que certains effets ne soient pas répliqués (Levelt *et al.*, 1999).

Depuis peu, les questions traitées à l'oral ont également été posées dans le contexte du langage écrit et a été suggérée l'existence d'une unité syllabique spécifique au langage écrit : l'orthosyllabe (Caramazza & Miceli, 1990 ; Ward & Romani, 2000). Celle-ci serait très proche de la syllabe orale en termes de frontière et d'organisation interne, mais serait cependant construite non pas autour du phonème comme la syllabe orale mais autour du graphème. Les questionnements autour de l'existence d'orthosyllabes ont émergé avec l'hypothèse de l'autonomie orthographique qui implique des unités orthographiques indépendantes des représentations phonologiques. Les travaux sur la syllabation ont aussi éclairé ces questions en montrant que le découpage syllabique d'un mot pouvait être différent à l'oral ou à l'écrit. Les questions soulevées par l'existence d'une syllabe spécifique à l'écrit seront traitées plus précisément dans la Partie 3.1 de cet article.

2. LA SYLLABE COMME UNITÉ DE TRAITEMENT DE LA PRODUCTION ÉCRITE

Deux types de travaux ont étudié l'intervention des syllabes dans la production verbale écrite : des études de patients atteints d'une lésion cérébrale ayant provoqué une perturbation de la production écrite, et des études de psychologie expérimentale chez l'adulte et l'enfant sains. Les études neuropsychologiques sont orientées sur le produit : grâce à l'analyse des erreurs de production des patients cérébrolésés, et en vertu du principe de dissociation, il est possible de supposer quels processus sont nécessaires et présentement lésés dans le système de production. Les

études de psycholinguistique sont quant à elles davantage orientées sur les processus : l'analyse du tracé, enregistré pendant l'écriture, permet d'étudier la dynamique des traitements et de vérifier si les propriétés syllabiques affectent cette dynamique (cf. Partie 2.2 pour une description plus détaillée).

2.1. Données issues de la neuropsychologie

L'étude des patients cérébrolésés souffrant de troubles de la production verbale écrite, dysgraphies ou agraphies, a permis d'élaborer un modèle de la production écrite de mots sous dictée (pour une revue, voir Tainturier & Rapp, 2002). Ce modèle identifie plusieurs processus indépendants (voir Figure 1).

Le traitement orthographique des mots familiers est principalement réalisé via la voie lexicale ; ces mots sont stockés en mémoire à long terme dans le lexique orthographique. La voie non lexicale est activée lors de la production de mots inconnus ou de non-mots, par des procédures de conversion phono-graphémique. Elle peut être également activée lors de la production de mots connus mais de faible fréquence (Bonin, Peereman, & Fayol, 2001). La représentation orthographique qui émerge des traitements de ces deux voies converge vers la mémoire de travail orthographique, ou *buffer* graphémique, qui assure le maintien des composants graphémiques d'un mot afin qu'ils soient produits dans le bon ordre sans recours à une nouvelle récupération orthographique durant l'écriture du mot (Buchwald & Rapp, 2009). Ce maintien est rendu nécessaire par la différence de taille des unités traitées par deux processus consécutifs. Le lexique orthographique traite des unités mots, voire des unités morphémiques (Badecker, Hillis, & Caramazza, 1990 ; Kandel, Álvarez, & Vallée, 2008 ; Orliaguet & Boë, 1993 ; Weingarten, Nottbusch, & Will, 2004), tandis que l'unité du système de production motrice est sans doute la lettre (Teulings, Thomassen, & van Galen, 1983 ; van Galen, Smyth, Meulenbroek, & Hylkema, 1989). Ainsi, le *buffer* graphémique est nécessaire pour interfacer ces deux systèmes et maintenir temporairement les représentations orthographiques abstraites, qui seront utilisées ensuite pour la sélection de la forme des lettres (allographe) ou pour la sélection du nom des lettres dans le cas d'une tâche d'épellation orale (Buchwald & Rapp, 2006). Une analyse des erreurs du patient italien LB (Caramazza & Miceli, 1990 ; déjà étudié dans Caramazza, Miceli, Villa, & Romani, 1987) a montré que les représentations graphémiques seraient organisées en une structure multidimensionnelle dans le *buffer* et non pas sous

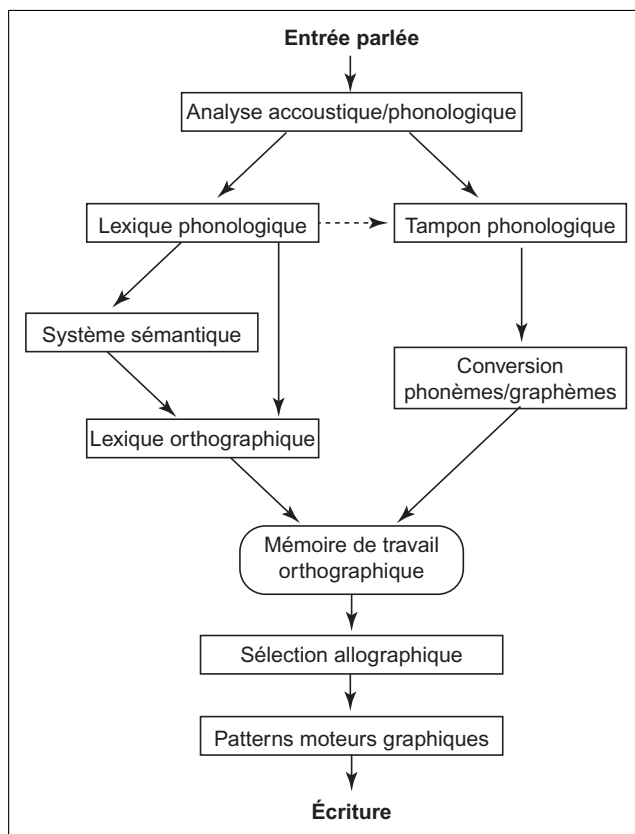


Figure 1. Architecture fonctionnelle du système d'écriture lors d'une production sous dictée (d'après Tainturier & Rapp, 2002).

Figure 1. Functional architecture of the spelling system in a writing from dictation task (adapted from Tainturier & Rapp, 2002).

la forme d'une suite linéaire. Quatre dimensions ont ainsi été mises en évidence (voir Figure 2) : l'identité des graphèmes, leur nombre (une lettre doublée ne serait représentée que par un élément), leur statut consonne ou voyelle (C/V), ainsi que la structure syllabique (Buchwald & Rapp, 2006 ; Caramazza & Miceli, 1990 ; Fischer-Baum, McCloskey, & Rapp, 2010 ; Tainturier & Caramazza, 1996 ; Venneri, Cubelli, & Caffara, 1994).

Une dimension de la structure du *buffer* graphémique concerne donc l'organisation syllabique. L'analyse des erreurs de LB a révélé peu d'erreurs sur les syllabes simples de type CV, alors qu'elles étaient nombreuses sur

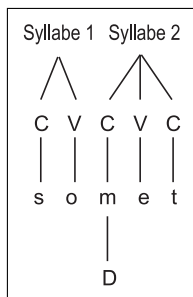


Figure 2. Structure multidimensionnelle de la représentation graphémique du mot « sommet », d'après Caramazza et Miceli (1990). C : consonne. V : voyelle. D : indice de doublement.

Figure 2. Multidimensional structure of the graphemic representation of the word “sommet” (adapted from Caramazza & Miceli, 1990). C: consonant. V: vowel. D: index of doubling.

les syllabes complexes. Ces erreurs entraînaient dans la plupart des cas des simplifications syllabiques (ex., *presso*→*presso*, *cipria*→*ciria*). De plus, dans le cas de groupes consonantiques, les délétions étaient plus nombreuses sur la coda d'une syllabe complexe (consonne C₂ pour une syllabe C₁VC₂) (ex., *aperto*→*appeto*) que sur la première consonne d'une attaque syllabique (consonne C₁ pour une syllabe C₁C₂V) (ex., *aprire*→*arire*). Enfin, les permutations de lettres apparaissaient toujours systématiquement à l'intérieur d'une même syllabe (ex., *svolta*→*svlota*, *tornava*→*tronava*, mais jamais *svolta*→*stolva*, ni *tornava*→*tarnova*). L'analyse des erreurs de ce patient italien a donc montré une influence de la structure et de la complexité syllabiques (voir également Schonauer & Denes, 1994).

Deux autres patients anglophones, HE (Badecker, 1996) et BA (Ward & Romani, 2000), ont montré une préservation de la segmentation en syllabes des mots dans le cadre d'un trouble du *buffer* graphémique. Ainsi, dans 99 % des cas d'erreurs produites par HE, une segmentation syllabique légale est possible, malgré les nombreuses omissions de lettres. Pour les productions erronées de la patiente BA, la segmentation en syllabes était également possible ; les analyses ont toutefois montré qu'il n'y avait pas d'influence de la complexité syllabique, comme cela avait été observé pour le patient LB. Le fait que BA soit anglophone et LB italoophone pourrait expliquer les différences de comportements dans le cadre du même trouble. Cette question de la syllabe face à la diversité des langues est traitée dans la Partie 4.

L'étude des patients cérébrolésés apporte donc des éléments en faveur d'une structure syllabique codée dans le *buffer* graphémique, révélée par le fait que même lorsqu'un patient présente une atteinte du *buffer* graphémique entraînant une perturbation dans le maintien de l'ordre ou de l'identité des lettres, les unités syllabiques sont respectées. Le *buffer* graphémique contiendrait donc une dimension qui spécifie les frontières syllabiques. Cependant, ces données issues d'études de cas pathologiques ne permettent pas de généraliser l'hypothèse d'une unité syllabique fonctionnelle lors de la production écrite de mots chez l'adulte sain. Des études expérimentales ont donc exploré plus avant la question.

2.2. Données expérimentales

L'approche expérimentale de l'écriture s'appuie sur les postulats de la chronométrie mentale pour analyser les caractéristiques spatio-temporelles de la trace écrite. Des outils de recueil et d'analyse (Ductus de Guinet & Kandel, 2010 ; Eye and Pen de Chesnet & Alamargot, 2006 ; MovAlyzeR® de la Société Neuroscript LLC) permettent d'étudier avec précision certains des traitements cognitifs à l'œuvre au cours de l'écriture. Ainsi, la trace écrite est enregistrée en temps réel, c'est-à-dire pendant l'écriture, puis différents paramètres relatifs à la vitesse et aux trajectoires sont calculés et analysés. Par exemple, il est possible d'analyser la durée des pauses entre les mots, à l'intérieur des mots, la durée et la longueur des trajectoires tracées, ou encore la fluence des traits, c'est-à-dire le nombre d'accélération effectuées lors du traçage d'un trait d'une lettre. Globalement, l'interprétation de ces variables repose sur l'idée que plus l'écriture est fluente (pauses courtes, peu d'interruptions), moins il y a de traitements sous-jacents ou moins ces traitements sont coûteux. Ainsi, une augmentation de la latence précédant l'écriture d'un mot par rapport à une autre refléterait une augmentation du nombre de traitements nécessaires (par ex. par ex., le traitement d'un nombre différent de syllabes) ou des traitements plus coûteux (des syllabes moins fréquentes). De même, une pause plus grande entre deux unités linguistiques identifiées (par ex., la syllabe), plutôt qu'à l'intérieur d'une même unité, indiquerait la présence d'une unité psychologique (pour une revue des méthodes d'études de la production écrite, voir Bonin, 2013 ; Olive, 2002, 2010).

Des travaux expérimentaux ont testé l'hypothèse de l'intervention de la syllabe en production écrite de mots grâce à la manipulation de différentes variables syllabiques, telles que la structure syllabique, le nombre de syllabes des mots, ou la fréquence syllabique. Ces études d'analyse en temps réel ont porté aussi bien chez des adultes lettrés que chez des apprentis scripteurs.

2.2.1. Effet de la structure syllabique

Plusieurs études ont montré que la structure syllabique du mot joue un rôle dans le déroulement temporel de la production écrite de mots. Un effet de frontière syllabique a été mis en évidence lors de tâches d'écriture manuscrite, dans lesquelles les participants écrivent en majuscules, en levant le stylo entre chaque lettre, ce qui permet l'analyse de la durée des intervalles inter-lettres. Les résultats montrent que l'intervalle de temps entre deux lettres formant une frontière syllabique (ex., *ar* dans *pa.rent*) est en moyenne plus long que celui entre deux lettres situées à l'intérieur d'une même syllabe (ex., *ar* dans *par.don*). Ce résultat a été mis en évidence avec une tâche de dictée de mots et de dénomination écrite d'images en espagnol en majuscules (Álvarez, Cottrell, & Afonso, 2009). Pour ces deux tâches, les auteurs ont recueilli des intervalles intersyllabiques d'environ 150 ms en moyenne, tandis que les intervalles inter-lettres intrasyllabiques sont plus courts d'environ 10 ms. Le même pattern de résultats a été observé avec une tâche de copie de mots en français et en espagnol (Kandel, Álvarez, & Vallée, 2006), et avec une tâche de copie de mots en français (Sausset, Lambert, Olive, & Larocque, 2012). De plus, lorsque des participants bilingues français-espagnol (Kandel *et al.*, 2006, Expérience 3) copient des mots dont l'orthographe est identique dans les deux langues (ex., *magnolia*), ou proche, (ex., *pigment* et *pigmento*) et dont la frontière syllabique est différente en français et en espagnol (en français, *ma.gnolia*, en espagnol, *mag.nolia*), la pause la plus longue est observée à la frontière syllabique de chaque langue. L'effet de structure syllabique a également été observé sur les durées d'écriture même des lettres en minuscules. Bogaerts, Meulenbroek et Thomassen (1996) ont ainsi montré qu'en néerlandais la durée de mouvement et la longueur de la trajectoire du tracé sont plus longues pour la première lettre des deux premières syllabes que pour les lettres 2 et 4 pour les mots CV (ex., *mo.raal*, *pa.prika*), ou que pour les lettres 2 et 3 pour les mots CVC (ex., *gas.lek*, *da.kloos*). Un résultat similaire a été observé en français : dans une tâche de copie de mots réalisée par des adultes, il a été montré que la lettre suivant la première frontière syllabique (ex., *b* dans *tri.bunal*) présentait une augmentation de la durée d'écriture, de la longueur de trajectoire, et de la fluence, par rapport à la lettre précédant la frontière (ex., *i* dans *tri.bunal*) (Sausset, Lambert, & Olive, 2013).

L'influence de la structure syllabique a également été examinée chez les apprentis scripteurs. Ainsi, Kandel et Valdois (2006a, 2006b) ont analysé la durée moyenne d'écriture des lettres chez les élèves d'école primaire au cours de tâches de copie de mots. Cela a permis de montrer que dans

des mots bisyllabiques, l'enfant met comparativement plus de temps pour écrire la première lettre de la seconde syllabe que pour écrire les autres lettres du mot. Ce résultat est en accord avec ceux de Bogaerts *et al.* (1996), et de Sausset *et al.* (2013). Ainsi la programmation de la première syllabe du mot serait-elle effectuée avant le début de l'exécution graphomotrice du mot, et la durée de production plus longue indiquerait la programmation du mouvement pour écrire la seconde syllabe pendant l'écriture de la première lettre de cette syllabe. Ce pattern de résultats a été obtenu chez les enfants de CE2, CM1 et CM2 (Kandel, Hérault, Grosjacques, Lambert, & Fayol, 2009).

Cette augmentation de temps de pause à la frontière syllabique ou de durée d'écriture des lettres initiales de syllabes suggère qu'un traitement supplémentaire y est effectué : la syllabe serait ainsi programmée avant d'être écrite, ou pendant l'écriture de sa première lettre. Cette interprétation suppose donc un traitement relativement parallèle permettant, pendant l'exécution graphomotrice d'une lettre, de traiter la séquence orthographique de la syllabe suivante. Service et Turpeinen (2001) proposent que l'effet de structure syllabique traduise le chargement ou le rafraîchissement des unités graphémiques dans la mémoire orthographique à court terme.

Ces études mettent donc en évidence l'importance de la structure syllabique du mot pour le décours temporel de l'écriture : le mot n'est pas une simple succession linéaire de lettres car les frontières syllabiques modulent la dynamique de l'écriture. Ces études montrent aussi que la syllabe serait traitée juste avant son exécution, ou au tout début de son exécution graphomotrice, et ce aussi bien chez l'adulte que chez l'enfant. Ce deuxième point a cependant été remis en question par les études portant sur l'effet du nombre de syllabes.

2.2.2. Effet du nombre de syllabes

L'implication de la syllabe lors de la production écrite de mots a également été mise en évidence par un effet du nombre de syllabes sur la latence précédant l'écriture d'un mot (Lambert, Kandel, Fayol, & Espéret, 2008 ; Sausset *et al.*, 2012 ; Sausset *et al.*, 2013). Un tel effet avait déjà été observé en production orale, lors d'une tâche de dénomination de mots (en anglais : Jared & Seidenberg, 1990 ; en français : Ferrand, 2000 ; Ferrand & New, 2003 ; en allemand : Stenneken, Conrad, & Jacobs, 2007). Toutefois, cet effet n'a pas été systématiquement observé (Bachoud-Lévi, Dupoux, Cohen, & Mehler, 1998). En production écrite, l'effet a été obtenu lors d'une tâche de copie multiple (sur la tâche de copie multiple, voir Lambert, Alamargot,

& Fayol, 2012 et pour une méthodologie similaire en dictée, voir Delattre, Bonin, & Barry, 2006). Cette tâche, qui consiste à copier plusieurs fois de suite un mot, permet de recueillir deux types de latences : une latence avant le début de la première copie qui contient la reconnaissance visuelle du mot à copier, sa programmation orthographique et graphomotrice, et une seconde (la latence entre les différentes copies) qui ne contient pas de processus de reconnaissance du mot (le modèle et les mots précédemment écrits sont cachés au fur et à mesure). Cette dernière est particulièrement intéressante dans le cadre de l'étude de la production écrite de mots car son analyse permet de s'affranchir de tout processus qui n'est pas directement lié à la production écrite. Dans ce cadre, l'effet du nombre de syllabes a été observé sur ces latences inter-copies : plus le mot contient de syllabes, plus cette latence est longue. Lorsque cet effet du nombre de syllabes est observé, les effets psycholinguistiques habituellement observés sur des latences de production, c'est-à-dire effet de fréquence ou de lexicalité, sont absents. Ainsi, Lambert *et al.* (2008) observent un effet de lexicalité (différence mots/pseudo-mots) et de fréquence sur la première latence de copie, mais pas sur les latences inter-copies, où l'effet du nombre de syllabes apparaît. L'hypothèse avancée par Service et Turpeinen (2001) concernant le chargement et le rafraîchissement du *buffer* graphémique pourrait donc trouver un argument supplémentaire dans ce résultat. En effet, si les mots étaient traités au niveau du lexique orthographique avant chaque copie, des effets lexicaux devraient être observés sur chaque latence. L'absence de ces deux effets sur les latences inter-copies suggère qu'il n'y a pas de nouvelle activation du lexique orthographique. Lambert *et al.* (2008) ont proposé que les représentations orthographiques des mots soient maintenues dans le *buffer* graphémique après la première copie, permettant la réécriture du mot sans réactivation du lexique. L'effet du nombre de syllabes suggère que le maintien dans le *buffer* graphémique repose sur cette unité spécifique à l'écrit. Toutefois, des recherches complémentaires sont nécessaires pour confirmer cette interprétation d'une unité de rafraîchissement en mémoire à court terme orthographique. Ces études confirment donc par des analyses en temps réel les hypothèses formulées par les neuropsychologues sur le rôle de la syllabe au sein du *buffer* graphémique.

Cependant, l'effet du nombre de syllabes sur la latence d'écriture semble dépendre des caractéristiques de la tâche. Dans leur étude, Sausset *et al.* (2012) ont utilisé quatre conditions d'écriture différentes, de familières (écriture en minuscules) à très contraignantes (écriture en grandes lettres majuscules sans retour visuel). Lorsque la réalisation graphomotrice n'était pas contrainte, l'effet du nombre de syllabes apparaissait sur les latences inter-copies, à l'instar des résultats de Lambert *et al.* (2008). En revanche,

lorsque la réalisation graphomotrice était contrainte, cet effet disparaissait. Dans ces conditions, l'effet de frontière syllabique était renforcé, et ce d'autant plus que la réalisation graphomotrice était contraignante. Pour les auteurs, cela signifie que toutes les syllabes d'un mot peuvent être traitées de façon anticipée avant le début de l'écriture lorsque le coût de la réalisation graphomotrice n'est pas trop important (effet du nombre de syllabes sur les latences). En revanche, lorsque ce coût augmente, la période précédant l'écriture du mot est davantage dédiée à la préparation graphomotrice, et laisse peu de place au traitement syllabique. Dans ce cas, une seule syllabe serait traitée avant l'écriture, les autres étant traitées aux frontières syllabiques.

L'effet du nombre de syllabes avant l'écriture du mot et l'effet de frontière syllabique dans le mot ne seraient donc pas contradictoires, mais pourraient traduire une dynamique du traitement syllabique différente en fonction des contraintes graphomotrices, permettant un traitement syllabique en amont de leur transcription lorsque les demandes attentionnelles sont faibles, et un traitement au cours de la transcription lorsque les contraintes sont plus importantes.

2.2.3. Effet de la fréquence syllabique

La fréquence syllabique est une variable initialement étudiée dans le champ de la production orale. Le calcul de la fréquence syllabique repose sur le nombre d'occurrences où une syllabe apparaît dans une base lexicale. Bien que reliée à la fréquence des mots, la fréquence syllabique est toutefois relativement indépendante. Par exemple, un mot peut être fréquent et composé de syllabes relativement rares (ex : *maison*, fréquence lexicale : 461², fréquence de *mai* en initiale : 539, fréquence de *son* en finale : 1 006), et à l'opposé un mot rare peut être constitué de syllabes fréquentes (ex : *lavoir*, fréquence lexicale : 5, fréquence de *la* en initiale : 25 326, fréquence de *voir* en finale : 1 630) (Lexique 3.8, New, Pallier, Brysbaert, & Ferrand, 2004 ; InfoSyll, Chetail & Mathey, 2010). Lors de la production orale de mots, l'effet de fréquence syllabique a permis de mettre en évidence l'intervention des unités syllabiques, notamment au cours de la programmation phonologique. Cet effet de fréquence syllabique est un argument à l'oral en faveur de l'existence d'un syllabaire mental, qui consisterait en un répertoire dans lequel les syllabes seraient sélectionnées

²N.B. : Bien qu'une fréquence lexicale de 461 puisse paraître basse, la langue française comprend seulement 214 mots (dont seulement 38 bisyllabiques) de fréquence lexicale supérieure à 400 (Lexique 3.8, New, Pallier, Brysbaert, & Ferrand, 2004).

et récupérées pour programmer l'articulation des mots (Carreiras & Perea, 2004 ; Cholin, Dell, & Levelt, 2011 ; Cholin & Levelt, 2009 ; Levelt & Wheeldon, 1994). En production écrite, cet effet a également été étudié sans que des conclusions aussi nettes puissent en être tirées car les résultats restent contradictoires et trop peu nombreux.

Toutefois, quelques études ont mis en évidence un effet de fréquence syllabique dans des tâches de copie de mots, notamment en espagnol (Afonso & Álvarez, 2011 ; Álvarez, Baquero, Peralta, & Afonso, 2013 ; Gallo & Baquero, 2010). Dans ces études, les participants devaient copier en majuscules des mots comportant une deuxième syllabe de faible ou de forte fréquence, la première et la troisième syllabes étant identiques (ex., *capilla*, *canilla*). Les auteurs ont observé un intervalle plus court entre les deux lettres de la deuxième syllabe (ex. : *bat.ido*) pour les syllabes de forte fréquence que pour les syllabes de faible fréquence. De plus, la durée d'écriture de la première lettre de cette deuxième syllabe (ex., *batido*) était plus longue pour les syllabes de forte fréquence. Il semble donc que les lettres composant une syllabe de forte fréquence sont regroupées pour former un pattern moteur global facilement récupéré et programmé lors de l'écriture de la première lettre de cette syllabe. En revanche, ce regroupement n'existerait pas pour les syllabes de faible fréquence, qui seraient ainsi programmées lettre à lettre au niveau graphomoteur. Ces études suggèrent que la syllabe constituerait une unité de traitement graphomoteur, et que le système de programmation motrice stockerait les syllabes comme unités. Dans la mesure où un syllabaire nécessiterait le stockage de plusieurs milliers d'unités au lieu de quelques dizaines d'allographes, seules les syllabes les plus fréquentes (quelques centaines, selon Bogaerts *et al.*, 1996) seraient stockées, ce qui expliquerait les résultats observés dans les études en espagnol.

Ces résultats en espagnol restent cependant isolés. Étudiant les performances d'enfants du CP à la 6^e avec et sans pathologie du langage, dans une tâche d'épellation orale, Gastebois, Genoud et Perret (2012) ont observé une influence de la structure syllabique et de la fréquence lexicale sur le taux d'erreurs mais pas d'effet significatif de la fréquence syllabique sur ce même taux d'erreurs. Ils en concluent que lors de l'encodage orthographique, les orthosyllabes ne seraient pas encodées en tant qu'unités discrètes, mais c'est la structure syllabique globale du mot qui servirait d'appui à l'apprentissage de l'orthographe du mot. Enfin, bien que n'ayant pas directement manipulé la fréquence syllabique, Kandel *et al.* (2011) ont montré que la fréquence de la première syllabe impactait la durée du premier intervalle intersyllabique chez les enfants de CM1, mais pas chez les adultes, lors de la copie de mots en français.

Au regard de ces résultats, l'effet de fréquence syllabique n'est pas encore confirmé. La diversité des langues dans lesquelles cet effet a été étudié (en français, en espagnol, mais également en allemand dans une tâche d'écriture au clavier, Weingarten *et al.*, 2004, ou en mandarin, Zhang & Wang, 2014), et l'importance relative de la syllabe dans chacune de ces langues peuvent en partie expliquer les divergences de résultats (*cf.* Partie 4 de cette revue). En outre, à cause de la diversité des tâches (tâches de copie, de dictée, d'épellation orale de mots, de dénomination d'images), des différentes populations d'étude (participants de 6 ans à 80 ans, avec ou sans pathologie), et des différentes méthodes de calcul de la fréquence syllabique, les conclusions sont, pour l'instant, difficiles à tirer. Il est pourtant nécessaire de poursuivre les recherches sur l'effet de fréquence syllabique à l'écrit de façon plus systématisée, tel que cela a pu être fait dans les travaux sur la production orale, afin de tester l'existence d'un éventuel syllabaire mental écrit (Cholin, 2008 ; Cholin, Levelt, & Schiller, 2006 ; Levelt & Wheeldon, 1994). Ainsi, la mise en évidence d'une production écrite plus rapide des syllabes de forte fréquence confirmerait l'hypothèse selon laquelle les syllabes orthographiques ne seraient pas construites au fur et à mesure de la production écrite mais bien stockées en tant qu'unités discrètes, récupérées d'autant plus rapidement qu'elles sont fréquemment écrites. Les comparaisons inter-langues seraient particulièrement pertinentes, de même que les recherches examinant plus précisément l'influence de la fréquence des syllabes orales, écrites, avec ou sans prise en compte de leur position dans les mots. En outre, il est nécessaire d'étudier l'effet de fréquence syllabique indépendamment des effets de fréquence de succession des lettres (voir Partie 3.2).

Pour conclure cette partie, il faut souligner que malgré les nombreux travaux de neuropsychologie ou expérimentaux qui soutiennent l'implication d'une unité syllabique en production manuscrite, de nombreuses questions subsistent, notamment en ce qui concerne sa nature. Cette question est traitée dans la partie qui suit.

3. NATURE DE L'UNITÉ SYLLABIQUE EN PRODUCTION ÉCRITE

Une question non encore résolue en production écrite de mots concerne le rôle de la phonologie dans l'activation des représentations orthographiques. Il s'agit de déterminer si, chez l'adulte, la

médiation phonologique est obligatoire ou simplement optionnelle. Les premières conceptions ont considéré que l'activation des représentations orthographiques est conditionnée par l'activation obligatoire au préalable des représentations phonologiques (pour une revue Zhang & Damian, 2010). Dans les années 1990, l'hypothèse de l'autonomie orthographique, c'est-à-dire d'une activation directe des représentations orthographiques sans médiation phonologique, est avancée. Cette hypothèse est soutenue, d'une part, par les études de patients ayant un accès lexical préservé à l'écrit malgré des troubles phonologiques (Hanley & McDonnell, 1997 ; Kemmerer, Tranel, & Manzel, 2005 ; Miceli, Benvegù, Capasso, & Caramazza, 1997 ; Rapp, Benzing, & Caramazza, 1997), et d'autre part, par des études expérimentales sur la production écrite (Bonin, Fayol, & Gombert, 1997 ; Bonin, Méot, Lagarrigue, & Roux, 2015 ; Shen, Damian, & Stadthagen-Gonzalez, 2013) qui suggèrent que les codes phonologiques n'interviennent pas obligatoirement ni systématiquement dans la sélection des codes orthographiques. Cependant, des résultats récents apportent des arguments nouveaux à l'hypothèse de médiation phonologique obligatoire. Ainsi, Damian, Dorjee, et Stadthagen-Gonzalez (2011) montrent, à travers une tâche d'amorçage croisé entre les modalités orale et écrite, que l'activation de la représentation orthographique d'un mot active systématiquement sa représentation phonologique. Cette étude se déroulait en deux phases : dans la première, les participants devaient produire un mot en réponse à une définition ; dans la seconde, ils devaient produire un mot à partir d'un dessin. Une partie des mots était identique entre les deux phases. Les phases 1 et 2 étaient réalisées à l'oral et à l'écrit (soit quatre expériences distinctes). Les résultats montrent que l'effet d'amorçage entre les deux phases est significatif pour toutes les conditions : plus précisément, lorsque la première réponse était à l'écrit, l'effet de facilitation était identique à l'écrit et à l'oral. Ce résultat semble donc être en faveur d'une activation systématique des codes phonologiques au cours de l'écriture du mot. Comment trancher entre l'hypothèse de médiation phonologique obligatoire, et l'hypothèse de l'autonomie orthographique, compte tenu des résultats contradictoires observés ? Une première possibilité serait d'examiner la question sous un angle inter-langues. En effet, il est envisageable que la diversité des langues et leur transparence orthographique relative jouent un rôle dans les mécanismes d'activation mutuelle entre phonologie et orthographe. Une réponse pourrait aussi être apportée en déterminant la nature de l'unité impliquée dans le traitement des mots en production écrite. Si l'hypothèse de l'autonomie orthographique est valide, alors cela implique l'existence d'une unité indépendante des représentations phonologiques

et donc spécifique à la production écrite (Shen *et al.*, 2013). Il est alors envisageable que la syllabe orthographique soit cette unité de traitement. Avant de décrire les travaux portant sur la syllabe orthographique en production écrite de mots, nous présentons les travaux portant sur la nature de la syllabe au cours de la reconnaissance de mots écrits.

3.1. Syllabe phonologique ou orthographique ?

Les résultats des nombreuses études qui ont montré l'influence d'une unité syllabique lors de la reconnaissance des mots écrits soulèvent la question de savoir si les effets syllabiques observés sont dus à la mobilisation d'un traitement phonologique ou orthographique (Álvarez, Carreiras, & Perea, 2004 ; Chetail & Content, 2013 ; Conrad, Grainger, & Jacobs, 2007 ; Prinzmetal, Treiman, & Rho, 1986 ; Taft, 1979).

Selon l'hypothèse de la médiation phonologique, la syllabe impliquée lors de la reconnaissance des mots écrits serait activée par le biais d'une conversion des graphèmes en phonèmes et d'un regroupement de ces phonèmes en syllabes. Les effets syllabiques en lecture seraient ainsi dus à l'activation des représentations phonologiques stockées en mémoire (voir également Ashby & Rayner, 2004 ; Conrad *et al.*, 2009 ; Conrad, Tamm, Carreiras, & Jacobs, 2010 ; Mathey *et al.*, 2006). Cette hypothèse a été remise en cause par Chetail et Content (2013). Les participants de leur étude devaient indiquer la frontière entre deux syllabes sur des mots contenant un schwa (ou *e* muet, ex., *samedi, valeise). La présence ou non d'un schwa est une spécificité de la langue française qui permet de distinguer la syllabe phonologique de la syllabe orthographique. En effet, dans les mots contenant un schwa, celui-ci n'est pas prononcé mais écrit afin de faire sonner la consonne qui le précède. Les auteurs ont montré que le nombre de syllabes indiqué par les participants pouvait être différent du nombre de syllabes phonologiques des mots. Par exemple, ils découpaient le mot « avenue » en 3 segments (*a|ve|nue*), plutôt qu'en 2 syllabes ([*av.ny*]) comme cela devrait être le cas si ce découpage était déterminé par des représentations phonologiques. Par ailleurs, une tâche de détection de lettres dans des mots écrits a permis de montrer que la consonne suivant le schwa (ex., *r* dans « biberon ») était traitée comme la première lettre d'une unité (c'est-à-dire, *ron*), et non pas comme une lettre comprise dans une attaque (c'est-à-dire, *beron*), alors que c'est le cas à l'oral, [*br ɔ*]. Le schwa serait ainsi considéré à l'écrit comme le noyau d'une syllabe. Ce résultat va à l'encontre de l'hypothèse selon laquelle les effets syllabiques observés lors de la reconnaissance des mots écrits sont la conséquence d'une conversion des*

unités graphémiques en syllabes phonologiques. Ces éléments suggèrent au contraire qu'il pourrait exister une syllabe spécifique à l'écrit basée sur les graphèmes des mots.

La nature phonologique ou orthographique de la syllabe a également été abordée dans le domaine de la production écrite (Kandel *et al.*, 2009 ; Lambert, Sausset, & Rigalleau, 2015). D'après Caramazza et Miceli (1990), il existerait une unité de traitement orthographique possédant une structure similaire à la structure des syllabes phonologiques, notamment en termes d'alternance de consonnes et de voyelles. Cette unité a été nommée graphosyllabe, ou orthosyllabe (Caramazza & Miceli, 1990 ; Ward & Romani, 2000). Caramazza et Miceli (1990) ont également supposé, en l'absence de preuves contraires, « la même hiérarchie dans la complexité des graphosyllabes que celle supposée pour les syllabes phonologiques » (p. 288, notre traduction), c'est-à-dire une structure de base CV, qui peut être complétée par l'ajout d'une coda ou par une complexification de l'attaque. Cette hypothèse a été testée en analysant les erreurs orthographiques du patient LB (Caramazza & Miceli, 1990, Caramazza *et al.*, 1987, voir Partie 2.1.). Quelques travaux expérimentaux ont ensuite investigué plus précisément la nature phonologique ou orthographique de la syllabe en production écrite de mots.

Tout d'abord, des études portant sur l'implication de la syllabe dans la production écrite ont montré que le traitement syllabique au cours de l'écriture est au moins en partie indépendant de la phonologie. Ainsi, une tâche de suppression articuloire a été associée à une tâche d'écriture dans les expériences menées : les participants devaient prononcer à haute voix une séquence (ex., blablaba, patipata, ou comptage) afin d'empêcher l'activation éventuelle d'une représentation phonologique des mots à écrire. Les effets syllabiques ont été observés malgré la suppression articuloire (Kandel *et al.*, 2006 ; Service & Turpeinen, 2001 ; Weingarten *et al.*, 2004 ; Will, Weingarten, Nottbusch, & Albes, 2000). L'unité syllabique intervenant dans le système d'écriture serait donc une unité au moins en partie indépendante de la phonologie. D'autres travaux ont testé plus directement l'existence de syllabes orthographiques. Deux études ont utilisé des mots contenant un schwa (ex., *saleté*, *valise*) pour distinguer si les effets syllabiques étaient la conséquence de l'activation d'une syllabe de nature phonologique ou orthographique. En lecture, les travaux de Chetail et Content (2013) ont confirmé que lors de la segmentation de mots écrits, le *e* est considéré comme noyau de la syllabe qui le contient. Le schwa a donc comme conséquence de modifier le découpage entre syllabe et orthosyllabe (ex., [tabl] vs. *ta.ble*). Une première étude en production écrite de mots a comparé le traitement de mots contenant ou non un schwa

final (ex., *barque* vs. *balcon*) chez des enfants de CE2 au CM2 (8 à 10 ans) (Kandel *et al.*, 2009). Ceux-ci devaient copier des mots composés d'une ou deux syllabes phonologiques (ex., *barque* vs. *bal.con*), ou de deux syllabes orthographiques supposées (*bar.que* vs. *bal.con*). Si les syllabes phonologiques sont activées lors de la production écrite, les mots avec un schwa (ne contenant qu'une seule syllabe) devraient entraîner un pattern de résultats différent de celui des mots sans schwa (contenant deux syllabes). Les résultats ont montré que, dès le CE2, les enfants présentaient des résultats similaires pour les mots avec et sans schwa, ce qui traduisait leur utilisation de syllabes orthographiques pour copier les mots. Cette étude a ainsi confirmé que les effets syllabiques observés en production écrite ne sont pas la conséquence directe d'une conversion de syllabes phonologiques en syllabes orthographiques. Des mots avec ou sans schwa ont aussi été utilisés dans une étude chez l'adulte (Lambert *et al.*, 2015). Les participants réalisaient une tâche de triple copie. Le matériel était constitué de mots contenant le même nombre de lettres comportant soit trois syllabes phonologiques (ex., *lavabo* [la.va.bo]), soit deux syllabes phonologiques sans schwa (ex., *citron* [si.tr ɔ̃]), soit deux syllabes phonologiques et un schwa (final, ex., *culture* [cyl.tyr], ou interne, ex., *samedi* [sam.di]). Comme dans l'étude précédente, l'hypothèse était que si la production des mots à l'écrit est médiatisée par l'activation de syllabes phonologiques, le traitement des mots bisyllabiques comportant un schwa – qu'il soit final ou interne – devrait s'apparenter au traitement des mots bisyllabiques ne comportant pas de schwa (ex., samedi, segmenté en deux syllabes à l'oral : [sam.di], devrait être traité en deux segments à l'écrit : same.di). En revanche, si le traitement des mots à l'écrit implique le traitement de syllabes orthographiques, le traitement des mots bisyllabiques avec un schwa devrait s'apparenter au traitement des mots trisyllabiques (ex., samedi devrait être traité à l'écrit sa.me.di). Pour les mots contenant un schwa interne, un allongement significatif des latences comparativement aux bisyllabiques sans schwa ont été observés, sans différence significative avec les trisyllabiques. Ainsi, les mots bisyllabiques avec un schwa interne étaient traités comme des mots trisyllabiques (ex., *sa.me.di*), résultat qui pouvait être directement mis en lien avec celui de Kandel *et al.* (2009) mais aussi avec celui de Chetail et Content (2013) : le schwa à l'écrit serait traité comme le noyau d'une syllabe, montrant une divergence de segmentation entre l'oral et l'écrit. Les mots bisyllabiques comportant un schwa final ont toutefois donné lieu à des résultats plus mitigés (latences significativement plus longues que les bisyllabiques mais significativement plus courtes que les trisyllabiques), de sorte que le schwa pourrait ne pas constituer *systématiquement* un noyau vocalique à part entière. Globalement, ces

résultats mettent ainsi en évidence le fait que l'unité utilisée lors de la production écrite serait une syllabe orthographique différente de la syllabe phonologique. Toutefois, l'indépendance orthographique ou phonologique éventuelle de la syllabe est une hypothèse qui devra être confrontée à la diversité des langues et de leur transparence orthographique relative car les résultats actuels ne portent que sur le français. Cette question sera développée dans la Partie 4.

3.2. Syllabe ou redondance orthographique ?

Selon les théories connexionnistes, si les résultats précédents indiquent bien l'intervention d'une unité symbolique de traitement, ces effets seraient attribués à tort au traitement de syllabes. Ils pourraient en effet être la conséquence d'une segmentation effectuée sur la base de la redondance orthographique. Les auteurs des modèles connexionnistes privilégient une approche statistique, sans représentations orthographiques sublexicales, mais selon laquelle les lecteurs seraient sensibles à la fréquence de succession des lettres, c'est-à-dire à la redondance orthographique (Adams, 1979, 1981 ; Seidenberg & McClelland, 1989). La redondance orthographique désigne le fait que les combinaisons de lettres ne sont pas aléatoires, certaines seulement sont possibles, et parmi celles-ci, certaines sont plus fréquentes que d'autres. De ce fait, les bigrammes³ constituant les frontières syllabiques sont le plus souvent constitués de deux lettres peu fréquemment associées ; *a contrario*, les bigrammes à l'intérieur des syllabes sont plus fréquents. Par exemple, dans le mot *tarzan*, les bigrammes *ar* et *za* sont plus fréquents que le bigramme *rz*⁴. Un bigramme de faible fréquence entouré de deux bigrammes plus fréquents, comme dans la séquence *arza*, est appelé trou bigrammique (Adams, 1981). Lors des traitements des mots, les lecteurs/scripteurs seraient sensibles implicitement à ces données statistiques portant sur les cooccurrences de lettres (Treiman & Zukowski, 1988 ; Perruchet & Pacton, 2006). Lors de la lecture ou de l'écriture d'un mot, les bigrammes les moins fréquents seraient activés plus lentement, ce qui peut potentiellement engendrer des effets de frontière. Les effets liés à la structure syllabique des mots pourraient ainsi être expliqués simplement par un effet de fréquence de succession de lettres.

³Un bigramme est un groupe de deux lettres adjacentes. Le mot « syllabe » est constitué de 6 bigrammes : sy, yl, ll, la, ab, be. Un trigramme est un groupe de trois lettres adjacentes. Le mot « syllabe » est constitué de 4 trigrammes : syl, yll, lla, abe.

⁴Fréquence Token de *ar* = 15 812, *rz* = 5, *za* = 35 (d'après Surface 2.10, <http://www.lexique.org/public/surface.php>)

Des travaux en reconnaissance de mots ont tenté de confirmer l'idée selon laquelle les unités syllabiques ont une réalité psychologique indépendante de la redondance orthographique (pour une revue, voir Chetail, 2012). Par exemple, Rapp (1992) a montré que l'intervention de la syllabe persistait en l'absence de trou bigrammique. Dans son étude, des participants devaient effectuer une tâche de décision lexicale utilisant le paradigme de conjonction illusoire (Prinzmetal *et al.*, 1986)⁵ : l'expérience comportait des mots avec un trou bigrammique à la frontière syllabique, ou sans trou bigrammique à la frontière. Les résultats ont montré que les participants ne se comportaient pas différemment face à ces deux types de mots, montrant ainsi que la reconnaissance visuelle des mots implique l'analyse d'une structure syllabique, que la frontière soit marquée ou non par un trou bigrammique (voir également Conrad *et al.*, 2009). Cependant, si la redondance orthographique ne semble pas pouvoir expliquer tous les résultats montrant des effets liés à la syllabe, elle apparaît jouer un rôle important dans la reconnaissance des mots écrits. La syllabe et la fréquence bigrammique pourraient ainsi être toutes deux impliquées au cours du traitement des mots écrits. En effet, dans d'autres études manipulant la présence/absence du trou bigrammique, l'effet des syllabes est amoindri en l'absence de trou bigrammique (Chetail & Mathey, 2009 ; Doignon & Zagar, 2005, 2006 ; Mathey *et al.*, 2006), ce qui laisse penser que les effets liés aux syllabes dépendent aussi en partie des informations orthographiques telles que la fréquence de succession des lettres.

En production écrite, cette question de la redondance orthographique lors de la production écrite a été d'abord soulevée dans le cadre des travaux analysant la production d'erreurs de patients cérébrolésés présentant des troubles du langage écrit (Ward & Romani, 2000) et de personnes sourdes (Olson & Caramazza, 2004). Ces dernières pourraient se montrer plus sensibles que les entendants à la fréquence de succession des lettres du fait d'un déficit du traitement phonologique. Dans ces deux études, les auteurs envisagent l'hypothèse de la redondance orthographique en suggérant que les erreurs de production pourraient être plus nombreuses sur des bigrammes de faible fréquence, qui seraient potentiellement substitués à d'autres bigrammes plus fréquents. Ward et Romani (2000) ont donc calculé la fréquence des bigrammes et trigrammes des mots cibles et des réponses erronées produites par la patiente BA. Ils montrent que ses

⁵Le paradigme de la conjonction illusoire consiste en une combinaison perceptive incorrecte entre une forme et une couleur présentées brièvement : par ex., des mots sont écrits avec deux couleurs distinctes, la frontière entre les deux couleurs étant positionnée soit à la frontière syllabique (ex., **AL**.BUM), soit entre les deux lettres précédent ou suivant la frontière syllabique (ex., **AL**.BUM).

réponses sont en général composées de bigrammes de plus faible fréquence que les mots cibles. En outre, Olson et Caramazza (2004) ont montré que lorsque les personnes sourdes produisent des erreurs phonologiquement non plausibles (le mot écrit ne correspond pas sa forme phonologique) (ex., *melon* → *melan*), la fréquence des bigrammes produits est soit plus faible, soit identique. La fréquence de succession des lettres ne semble donc pas pouvoir expliquer les erreurs produites par les patients cérébrolésés et les personnes sourdes. À notre connaissance, une seule étude expérimentale avec des participants sans pathologie s'est penchée spécifiquement sur la controverse syllabe vs. redondance en production écrite (Kandel *et al.*, 2011). Dans cette étude, les auteurs ont fait copier des mots à des enfants de CE2 et de CM1 (8 et 9 ans) et à des adultes. Dans une condition, la frontière syllabique et le trou bigrammique coïncidaient (ex., *vi.lain*, *vi* et *la* étant plus fréquents que *il*, ce dernier bigramme constitue donc un trou bigrammique) ; dans une autre, le trou bigrammique précédait la frontière syllabique (ex., *vo.leur*, *vo* est moins fréquent que *ol* et constitue donc le trou bigrammique). Les analyses portaient sur les durées de lettre à la frontière syllabique et à l'emplacement du trou bigrammique. Les résultats ont montré que les enfants de CE2 et CM1 utilisaient les unités syllabiques pour produire les mots à l'écrit, sans influence du trou bigrammique car les durées d'écriture étaient plus longues à la frontière syllabique indépendamment de la position du trou bigrammique. Chez les adultes, il est apparu que la fréquence bigrammique influençait la production indépendamment de la frontière syllabique car un effet à l'emplacement du trou bigrammique apparaissait. En outre chez l'adulte, des effets liés au traitement des syllabes ont été observés lorsque le trou bigrammique précédant la frontière syllabique était de fréquence relativement élevée, alors que l'effet syllabique disparaissait si le trou bigrammique était de fréquence faible. Autrement dit, lorsque les mots présentent des enchaînements de lettres relativement fréquents, les mots pourraient être produits selon une segmentation syllabique. En somme, même si les lettres sont regroupées en unités syllabiques au cours de la production écrite, la redondance orthographique joue également un rôle. Les résultats en production écrite sont donc cohérents avec ceux obtenus en lecture (Doignon & Zagar, 2005).

Les résultats actuels concernant le débat entre unité symbolique et redondance orthographique dans la production écrite sont encore trop peu nombreux pour permettre de trancher. Les données suggèrent l'existence d'une unité syllabique structurant les représentations orthographiques, mais l'importance du rôle de cette unité reste à définir en regard des effets de fréquence distributionnelle.

4. TRAITEMENT SYLLABIQUE EN PRODUCTION ÉCRITE DE MOTS ET DIVERSITÉ DES LANGUES

Les études présentées ci-dessus ont montré un effet des syllabes dans la production écrite de mots en français, espagnol, italien, allemand, finnois, néerlandais et anglais. Ces études constituent un faisceau d'arguments suggérant que la syllabe est une unité fonctionnelle au moins dans les langues avec une écriture alphabétique. Dans le même sens, en mandarin, un effet d'amorçage syllabique est montré avec l'écriture phono-alphabétique (zhuyin) mais pas avec l'écriture idéographique (Chen & Chen, 2013).

Pourtant, le rôle de la syllabe n'apparaît pas identique dans toutes les langues. Ainsi, l'effet de complexité syllabique relevé chez le patient italien LB (Caramazza & Miceli, 1990) n'a pas été retrouvé chez les patients anglophones (HE : Badecker, 1996 ; AS : Jónsdóttir, Shallice, & Wise, 1996 ; John : Kay & Hanley, 1994 ; BA : Ward & Romani, 2000). Pour ces patients souffrant également d'un trouble du buffer graphémique, aucune différence n'a été relevée entre les syllabes simples et les syllabes complexes en termes de taux d'erreurs ou de types d'erreurs. L'analyse des erreurs de AS et de BA a même mis en évidence plus d'erreurs sur les mots composés de syllabes simples que sur les mots contenant des syllabes complexes. Pour les auteurs, l'effet de complexité syllabique observé chez les patients italiens proviendrait du fait qu'ils s'appuient davantage sur la phonologie lors de la production écrite de mots, l'orthographe italienne étant transparente. En revanche, l'anglais étant une langue dont l'orthographe est opaque, la phonologie serait moins utilisée car moins informative lors de la production écrite. Cette critique de Jónsdóttir *et al.* (1996) apporte donc un contre-argument à l'hypothèse d'un effet de complexité syllabique en production écrite, mais surtout s'oppose à l'hypothèse fondamentale de Caramazza et Miceli (1990), pour qui la structuration syllabique au sein du buffer graphémique est de nature strictement orthographique, sans influence phonologique.

Dans ce cadre, le cas du mandarin est intéressant. Zhang et Wang (2014) démontrent un effet de fréquence syllabique en mandarin dans une tâche de dénomination écrite d'images alors que dans cette langue les caractères écrits apportent essentiellement des informations sémantiques. Ce résultat pose la question d'une interprétation des différents résultats pour les langues alphabétiques, basée uniquement sur les relations entre phonologie et orthographe. La divergence des résultats selon les orthographes pourrait aussi provenir des différences de saillance des syllabes selon les langues. Par

exemple, en italien ou en espagnol, la localisation des frontières syllabiques est nette, alors qu'en anglais, les frontières sont plus difficiles à établir car elles sont souvent ambiguës. Cette variation des effets syllabiques selon la saillance des frontières syllabiques demande à être étudiée de manière plus approfondie.

Ward et Romani (2000) apportent une autre explication à l'absence d'effet significatif de complexité syllabique chez les patients anglais : les syllabes simples CV sont 3 à 4 fois plus nombreuses en italien qu'en anglais. Cet effet de complexité ne peut donc pas être considéré identiquement dans toutes les langues et la différence des résultats entre les patients des deux langues pourrait davantage provenir de la fréquence de patterns orthographiques que d'une différence d'influence de la phonologie. Il n'en demeure pas moins que les erreurs des patients souffrant d'un trouble du *buffer* graphémique ne présentent pas les mêmes caractéristiques en fonction des langues, au moins au niveau des erreurs concernant les structures syllabiques.

L'effet de structure syllabique du mot a également été exploré dans différentes langues chez l'enfant. Kandel et ses collègues ont ainsi analysé les traitements syllabiques dans des tâches de copie chez des enfants français, espagnols et catalans (Kandel & Soler, 2009 ; Kandel & Valdois, 2006a, 2006b ; Soler & Kandel, 2009 ; Soler & Kandel, 2012). Dans certaines de ces études (Kandel & Valdois, 2006a ; 2006b), le mot ou le texte à copier restait affiché, ce qui permettait aux enfants de relire le mot à copier, et aux chercheurs d'observer les processus de prise d'information, c'est-à-dire à quel(s) moment(s) l'enfant avait besoin de retourner au modèle. Ces auteurs ont montré qu'en français, les prises d'information des enfants lors de la copie mettent en évidence un découpage syllabique des mots à partir du CP et jusqu'en CE1, stratégie qui n'est ensuite plus nécessaire, car les enfants ne lisent le mot qu'une seule fois (Humblot, Fayol, & Lonchamp, 1994 ; Kandel & Valdois, 2006a, 2006b ; Rieben, Meyer, & Perregaux, 1991 ; Transler, Leybaert, & Gombert, 1999). Toutefois, la prise d'information du modèle aux frontières syllabiques pourrait aussi résulter d'une perception du mot basée sur la syllabe orale au début de l'apprentissage du langage écrit. L'analyse de la dynamique de l'écriture suggère toutefois que cet effet est bien la conséquence, au moins en partie, d'un traitement syllabique à l'écrit. Comme cela a été exposé plus haut, chaque syllabe serait traitée pendant la réalisation graphomotrice de la première lettre de cette syllabe (Kandel *et al.*, 2009 ; Kandel & Valdois, 2006a, 2006b). La comparaison des stratégies graphomotrices des enfants français et espagnols montre cependant un effet de la langue maternelle et de la structure syllabique : en espagnol, la durée d'écriture de la première

lettre des syllabes n'augmente pas comme c'est le cas en français. Ceci indique que chez les enfants hispanophones, la deuxième syllabe serait programmée soit avant l'exécution motrice du mot, soit de façon continue pendant la production de la première syllabe. Lorsque la même tâche de copie de mots est demandée à des enfants bilingues franco-espagnols, les stratégies de copie diffèrent en fonction de la langue dans laquelle ils copient les mots : de globale en espagnol, les enfants passent à une stratégie de découpage syllabique en français.

Ces deux langues sont différentes du point de vue de la transparence phono-graphémique, le français étant plus opaque que l'espagnol. Selon la théorie de la médiation phonologique (Share, 1995, 1999), cela signifierait qu'en espagnol les relations directes entre les lettres et les sons faciliteraient le recodage phonologique et pourraient permettre aux enfants d'encoder davantage d'informations orthographiques en mémoire. En d'autres termes, l'encodage phonologique leur permettrait de mémoriser les phonèmes du mot entier. Cela ne serait pas possible en français du fait de l'opacité des relations phono-graphémiques ; les stratégies seraient alors basées sur des unités de taille plus petite, telles que les syllabes. Un argument en faveur de cette hypothèse provient de l'effet de fréquence lexicale qui apparaît plus tôt chez les élèves espagnols que chez les élèves français, traduisant un accroissement du lexique orthographique plus précoce dans les langues à orthographe transparente (Carrillo, Alegría, & Marín, 2013). Ainsi, la construction de la syllabe comme unité de traitement de la production orthographique semble dépendre de la transparence orthographique des langues.

Pour finir par le français, une langue à l'orthographe irrégulière mais avec une segmentation syllabique relativement claire, de nombreux résultats démontrent l'intervention de la syllabe lors de la production écrite et ceci dès la 3^e année d'apprentissage du langage écrit. Les futures recherches pourront donc opposer au français des langues à orthographe régulière et avec une saillance syllabique non ambiguë comme l'italien et des langues à orthographe irrégulière avec des frontières syllabiques ambiguës comme l'anglais.

5. CONCLUSION

Depuis une dizaine d'années, plusieurs études de psycholinguistique ont montré que la syllabe est une candidate privilégiée comme unité de traitement pour les processus de production écrite de mots (Kandel *et al.*, 2006 ; Kandel *et al.*, 2009 ; Lambert *et al.*, 2008 ; Afonso & Álvarez, 2011 ;

Lambert *et al.*, 2015 ; Sausset *et al.*, 2012 ; Ward & Romani, 2000). En effet, la structure syllabique des mots module la dynamique de leur traitement, soit de façon anticipée, c'est-à-dire avant l'écriture du mot, soit pendant l'écriture du mot. Des études portant sur l'écriture dactylographiée, dans lesquelles l'analyse de la dynamique des frappes au clavier permet d'isoler facilement les durées des pauses entre les lettres, montrent également le même type de résultats, avec un effet de frontière syllabique (en français, Zesiger, Orliaguet, Boë, & Mounoud, 1994 ; en allemand, Weingarten *et al.*, 2004 ; en finnois, Service & Turpeinen, 2001 ; en anglais, Kreiner, Price, & Gross, 2008). Cette dynamique de traitement des mots au cours de la production écrite est également observée chez les apprentis scripteurs (Kandel & Valdois, 2006a, 2006b). Dès le CE2, les enfants seraient sensibles aux orthosyllabes (Kandel *et al.*, 2009), de la même façon que les adultes (Lambert *et al.*, 2015).

Les recherches de psycholinguistique expérimentale corroborent des résultats observés lors d'études de cas de neuropsychologie (Caramazza & Miceli, 1990 ; Ward & Romani, 2000). Cependant, bien que les travaux récents de neuroimagerie et neurophysiologie chez le sujet sain contribuent à mieux connaître le fonctionnement cérébral de l'activité de production écrite (Perret & Laganaro, 2012 ; Jucla, Dufor, Planton, & Demonet, 2012 pour une revue en français ; Purcell, Turkeltaub, Eden, & Rapp, 2011 pour une méta-analyse portant sur les réseaux corticaux impliqués dans le processus de production orthographique), aucun ne porte précisément sur les traitements syllabiques lors de l'écriture des mots (pour une étude de neuroimagerie sur le traitement de la syllabe à l'oral, voir Bohland & Guenther, 2006).

Comme nous l'avons développé, la syllabe pourrait être considérée comme une unité intermédiaire entre les traitements orthographique et graphomoteurs. L'écriture étant une activité relativement lente, pour garder une relative fluidité dans le geste et éviter une nouvelle récupération des lettres qui compose les mots, il est nécessaire de maintenir actives les représentations orthographiques le temps nécessaire à leur transcription. Dans ce cadre, à l'instar de la boucle phonologique pour la mémoire de travail, un système de maintien actif peut être envisagé, et la syllabe servirait d'unité de rafraîchissement de la représentation orthographique au sein de la mémoire de travail orthographique. Si un tel système existe, alors des tâches qui interfèrent avec le rafraîchissement des syllabes devraient entraver le maintien des représentations orthographiques, entraînant à la fois une augmentation du nombre d'erreurs et une disparition des effets syllabiques sur la dynamique de l'écriture. Pour être validée, cette hypothèse exige donc des recherches supplémentaires. En outre, selon les études, la redondance orthographique, qui pourrait expliquer certains résultats

attribués à la syllabe, n'apparaît pas influente (Olson & Caramazza, 2004 ; Ward & Romani, 2000), ou bien joue un rôle important (Kandel *et al.*, 2011). L'existence d'une unité symbolique indépendante des configurations statistiques des regroupements de lettres devra donc être confirmée.

Enfin, si l'on admet, après cet état de l'art, que la syllabe est une unité de traitement impliquée lors de la production écrite, sa nature phonologique ou orthographique a été relativement peu étudiée. Répondre à cette question permettrait d'apporter de nouveaux éléments en faveur, ou non, d'une médiation phonologique en production écrite. En effet, si les traitements orthographiques s'appuient sur une unité indépendante des contraintes phonologiques, cela suppose que les représentations orthographiques peuvent être activées directement. La mise en évidence d'une orthosyllabe serait donc un argument fort en faveur de l'hypothèse de l'autonomie orthographique. Dans ce sens, les résultats actuels soutiennent plutôt l'existence d'une unité orthographique, c'est-à-dire d'une syllabe organisée autour de graphèmes et non de phonèmes comme à l'oral (Lambert *et al.*, 2015).

Une dernière question sur l'implication de la syllabe à l'écrit concerne son universalité et son rôle au sein des différentes langues. La diversité et les désaccords des résultats en fonction des langues laisse penser que les traitements syllabiques dépendent fortement des caractéristiques de l'orthographe des langues et qu'il pourrait ne pas s'agir d'un mécanisme commun et universel du système de production écrite. L'importance du rôle de la syllabe pourrait donc dépendre de la transparence de l'orthographe, c'est-à-dire du niveau de régularité entre phonologie et orthographe.

Reçu le 22 mai 2015.

Révision acceptée le 5 octobre 2015.

BIBLIOGRAPHIE

Adams, M. J. (1979). Models of word recognition. *Cognitive Psychology*, 11, 133-176.

Adams, M. J. (1981). What good is orthographic redundancy? In O. J. L. Tzeng & H. Singer (Eds.), *Perception of print: Reading research in experimental psychology* (pp. 197-221). Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum.

Afonso, O., & Álvarez, C. J. (2011). Syllable frequency effects in Spanish handwriting production. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 31, 33-38.

Álvarez, C. J., Baquero, S., Peralta, J., & Afonso, O. (2013, mars). *Alzheimer disease, phonology and handwriting: effects*

- of the frequency of sublexical units using on-line measures. Communication affichée présentée au 11th Symposium of Psycholinguistics, Tenerife, Espagne.
- Álvarez, C. J., Carreiras, M., & Perea, M. (2004). Are syllables phonological units in visual word recognition? *Language and Cognitive Processes*, 19, 427-452.
- Álvarez, C. J., Cottrell, D., & Afonso, O. (2009). Writing dictated words and picture names: Syllabic boundaries affect execution in Spanish. *Applied Psycholinguistics*, 30, 205-223.
- Ashby, J., & Rayner, K. (2004). Representing syllable information during silent reading: Evidence from eye movements. *Language and Cognitive Processes*, 19, 391-426.
- Bachoud-Lévi, A. C., Dupoux, E., Cohen, L., & Mehler, J. (1998). Where is the length effect? A cross-linguistic study of speech production. *Journal of Memory and Language*, 39, 331-346.
- Badecker, W. (1996). Representational properties common to phonological and orthographic output systems. *Lingua*, 99, 55-83.
- Badecker, W., Hillis, A., & Caramazza, A. (1990). Lexical morphology and its role in the writing process: Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Cognition*, 35, 205-243.
- Blevins, J. (1995). The syllable in phonological theory. In A. D. Goldsmith (Ed.), *The Handbook of Phonological Theory* (pp. 206-244). Cambridge: Blackwell.
- Bogaerts, H., Meulenbroek, R. G. J., & Thomassen, A. (1996). *The possible role of the syllable as a processing unit in handwriting*. In M. L. Simner, C. G. Leedham, & A. J. W. M. Thomassen (Eds.), *Handwriting and drawing research: Basic and applied issues* (pp. 115-126). Amsterdam: IOS Press.
- Bohland, J. W., & Guenther, F. H. (2006). An fMRI investigation of syllable sequence production. *Neuroimage*, 32, 821-841.
- Bonin, P. (2013). *Psychologie du langage: la fabrique des mots : approche cognitive*. 2ème édition. Bruxelles : De Boeck Université.
- Bonin, P., Fayol, M., & Gombert, J. E. (1997). Role of phonological and orthographic codes in picture naming and writing: An interference paradigm study. *Current Psychology of Cognition*, 16, 299-320.
- Bonin, P., Fayol, M., & Peereman, R. (1998). Masked form priming in writing words from pictures: Evidence for direct retrieval of orthographic codes. *Acta Psychologica*, 99, 311-328.
- Bonin, P., Méot, A., Lagarrigue, A., & Roux, S. (2014). Written object naming, spelling to dictation, and immediate copying: Different tasks, different pathways? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, (ahead-of-print), 1-27.
- Bonin, P., Peereman, R., & Fayol, M. (2001). Do phonological codes constrain the selection of orthographic codes in written picture naming? *Journal of Memory and Language*, 45, 688-720.
- Brand, M., Rey, A., & Peereman, R. (2003). Where is the syllable priming effect in visual word recognition? *Journal of Memory and Language*, 48, 435-443.
- Buchwald, A., & Rapp, B. (2006). Consonants and vowels in orthographic representations. *Cognitive Neuropsychology*, 23, 308-337.
- Buchwald, A., & Rapp, B. (2009). Distinctions between orthographic long-term memory and working memory. *Cognitive Neuropsychology*, 26, 724-751.
- Caramazza, A., & Miceli, G. (1990). The structure of graphemic representations. *Cognition*, 37, 243-297.
- Caramazza, A., Miceli, G., Villa, G., & Romani, C. (1987). The role of the graphemic buffer in spelling: Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Cognition*, 26, 59-85.
- Carrillo, M. S., Alegría, J., & Marín, J. (2013). On the acquisition of some

- basic word spelling mechanisms in a deep (French) and a shallow (Spanish) system. *Reading and Writing*, 26, 799-819.
- Chen, J. Y., & Chen, T. M. (2013). Word form encoding in mandarin chinese type-written word production. *Acta Psychologica*, 142, 148-153.
- Alamargot, D., Chesnet, D., Dansac, C., & Ros, C. (2006). Eye and pen: A new device for studying reading during writing. *Behavior Research Methods*, 38, 287-299.
- Chetail, F. (2012). *La syllabe en lecture : rôle et implications chez l'adulte et chez l'enfant*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Chetail, F., & Content, A. (2013). Segmentation of written words in French. *Language and Speech*, 56, 125-144.
- Chetail, F., & Mathey, S. (2009). The syllable frequency effect in visual recognition of French words: A study in skilled and beginning readers. *Reading and Writing*, 22, 955-973.
- Chetail, F., & Mathey, S. (2010). InfoSyll: A syllabary providing statistical information on phonological and orthographic syllables. *Journal of psycholinguistic research*, 39, 485-504.
- Chesnet, D., & Alamargot, D. (2005). Analyses en temps réel des activités oculaires et graphomotrices du scripteur : intérêt du dispositif 'Eye and Pen'. *L'Année Psychologique*, 105, 477-520.
- Cholin, J., Dell, G. S., & Levelt, W. J. M. (2011). Planning and articulation in incremental word production: Syllable-frequency effects in English. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 109.
- Cholin, J., & Levelt, W. J. M. (2009). Effects of syllable preparation and syllable frequency in speech production: Further evidence for syllabic units at a post-lexical level. *Language and Cognitive Processes*, 24, 662-684.
- Cholin, J., Levelt, W., & Schiller, N. (2006). Effects of syllable frequency in speech production. *Cognition*, 99, 205-235.
- Clements, G. N. (1990). The role of the sonority cycle in core syllabification. *Papers in Laboratory Phonology*, 1, 283-333.
- Clements, G. N., & Keyser, S. J. (1983). *CV Phonology. A Generative Theory of the Syllable*. Cambridge: MIT Press.
- Conrad, M., Carreiras, M., Tamm, S., & Jacobs, A. M. (2009). Syllables and bigrams: Orthographic redundancy and syllabic units affect visual word recognition at different processing levels. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35, 461-479.
- Conrad, M., Grainger, J., & Jacobs, A. M. (2007). Phonology as the source of syllable frequency effects in visual word recognition: Evidence from French. *Memory & Cognition*, 35, 974-983.
- Conrad, M., Tamm, S., Carreiras, M., & Jacobs, A. M. (2010). Simulating syllable frequency effects within an interactive activation framework. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22, 861-893.
- Cutler, A., Mehler, J., Norris, D., & Segui, J. (1986). The syllable's differing role in the segmentation of French and English. *Journal of memory and language*, 25, 385-400.
- Damian, M. F., Dorjee, D., & Stadthagen-Gonzalez, H. (2011). Long-term repetition priming in spoken and written word production: Evidence for a contribution of phonology to handwriting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 813.
- Delattre, M., Bonin, P., & Barry, C. (2006). Written spelling to dictation: Sound-to-spelling regularity affects both writing latencies and durations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 1330-1340.
- Dell, G. S. (1986). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, 93, 283-321.
- Doignon, N., & Zagar, D. (2005). Illusory

- conjunctions in French: The nature of sublexical units in visual word recognition. *Language and Cognitive Processes*, 20, 443-464.
- 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/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 60, 258-274.
- Duchet, J. L. (1993). La coupe syllabique en anglais. In D. Buschinger et W. Spiewok (Eds.), *Études de linguistique et de littérature en l'honneur d'André Crépin*, (pp 137-145). Greifswald : Reineke Verlag.
- Ferrand, L. (2000). Reading aloud polysyllabic words and nonwords: The syllabic length effect reexamined. *Psychonomic Bulletin Review*, 7, 142-148.
- Ferrand, L., & New, B. (2003). Syllabic length effects in visual word recognition and naming. *Acta Psychologica*, 113, 167-184.
- Ferrand, L., Segui, J., & Grainger, J. (1996). Masked priming of word and picture naming: The role of syllabic units. *Journal of Memory and Language*, 35, 708-723.
- Ferrand, L., Segui, J., & Humphreys, G. W. (1997). The syllable's role in word naming. *Memory & Cognition*, 25, 458-470.
- Fischer-Baum, S., McCloskey, M., & Rapp, B. (2010). Representation of letter position in spelling: evidence from acquired dysgraphia. *Cognition*, 115, 466-90.
- Gallo, A., & Baquero, S. (2010). Procesamiento de la palabra escrita en la vejez normal. *Forma y Función*, 23, 71-87.
- Gastebois, C., Genoud, L., & Perret, C. (2012). Le rôle de la fréquence et de la structure syllabique dans la production de mots isolés chez l'enfant avec ou sans pathologie. In E. Lederlé (Ed.), *Les troubles du langage écrit: Regards Croisés. Actes des XIèmes Rencontres d'Orthophonie 2011*. Isbergues: Orthoédition.
- Guinet, E., & Kandel, S. (2010). Ductus : A software package for the study of handwriting production. *Behavior Research Methods*, 42, 326-332.
- Hanley, J. R., & McDonnell, V. (1997). Are reading and spelling phonologically mediated? Evidence from a patient with a speech production impairment. *Cognitive Neuropsychology*, 14, 3-33.
- Houghton, G., & Zorzi, M. (2003). Normal and impaired spelling in a connectionist dual-route architecture. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 115-162.
- Humblot, L., Fayol, M., & Lonchamp, K. (1994). La copie de mots en CP et CE1. *Repères*, 9, 47-60.
- Jared, D., & Seidenberg, M. S. (1990). Naming multisyllabic words. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 16, 92.
- Jónsdóttir, M. K., Shallice, T., & Wise, R. (1996). Phonological mediation and the graphemic buffer disorder in spelling: cross-language differences? *Cognition*, 59, 169-197.
- Jucla, M., Dufor, O., Planton, S., & Demonet, J.-F. (2012). Les bases neurophysiologiques de la production écrite. *ANAE. Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 118, 287-294.
- Kandel, S., Álvarez, C. J., & Vallée, N. (2006). Syllables as processing units in handwriting production. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 18-31.
- Kandel, S., Álvarez, C. J., & Vallée, N. (2008). Morphemes also serve as processing units in handwriting production. In M. Baciú (Ed.), *Neuropsychology and cognition of language: Behavioural, neuropsychological and neuroimaging studies of spoken and written language* (pp. 87-100). Kerala, India: Signpost.
- Kandel, S., Hérault, L., Grosjacques, G., Lambert, E., & Fayol, M. (2009). Orthographic vs. phonologic syllables in

- handwriting production. *Cognition*, 110, 440-444.
- Kandel, S., Peereman, R., Grosjacques, G., & Fayol, M. (2011). For a psycholinguistic model of handwriting production: Testing the syllable-bigram controversy. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37, 1310-1322.
- Kandel, S., & Soler, O. (2009). Differential syllable effects when learning to write French and Catalan words. *Current Psychology Letters*, [En ligne], 25, en ligne depuis le 8 juillet 2010.
- Kandel, S., & Valdois, S. (2006a). French and Spanish-speaking children use different visual and motor units during spelling acquisition. *Language and Cognitive Processes*, 21, 531-561.
- Kandel, S., & Valdois, S. (2006b). Syllables as functional units in a copying task. *Language and Cognitive Processes*, 21, 432-452.
- Kay, J., & Hanley, R. (1994). Peripheral disorders of spelling: The role of the graphemic buffer. In G. D. A. Brown & N. C. Ellis (Eds.), *Handbook of spelling: Theory, process and intervention* (p. 295-315). Chichester: John Wiley & Sons.
- Kemmerer, D., Tranel, D., & Manzel, K. (2005). An exaggerated effect for proper nouns in a case of superior written over spoken word production. *Cognitive Neuropsychology*, 22, 3-27.
- Kreiner, D. S., Price, R. Z., & Gross, A. M. (2008). Linguistic boundaries as predictors of the time between letters in oral and typed spellings. *The Journal of General Psychology*, 135, 117-132.
- Lambert E., Alamargot D., & Fayol M. (2012). Why use a copy task to study spelling in handwriting? In M. Fayol, D. Alamargot, & V. Berninger (Eds.), *Written Translation of Thought to Written Text While Composing: Advancing Theory, Knowledge, Research Methods and Tools, and Applications* (pp. 339-356). NY: Psychology Press.
- Lambert, E., Kandel, S., Fayol, M., & Espéret, E. (2008). The effect of the number of syllables on handwriting production. *Reading and Writing*, 21, 859-883.
- Lambert, E., Sausset, S., & Rigalleau, F. (2015). The ortho-syllable as a processing unit in handwriting: The mute e effect. *Reading and Writing*, 28, 683-698.
- Levelt, W. J. M., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 1-38.
- Levelt, W. J. M., & Wheeldon, L. (1994). Do speakers have access to a mental syllabary? *Cognition*, 50, 239-269.
- Mathey, S., Zagar, D., Doignon, N., & Seigneuric, A. (2006). The nature of the syllabic neighbourhood effect in French. *Acta Psychologica*, 123, 372-393.
- Mehler, J., Dommergues, J. Y., Frauenfelder, U., & Segui, J. (1981). The syllable's role in speech segmentation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 298-305.
- Mehler, J., Dupoux, E., & Segui, J. (1990). Constraining models of lexical access: The onset of word recognition. In G. T. Altmann (Ed.), *Cognitive models of speech processing: Psycholinguistic and computational perspectives* (p. 236-262). Cambridge, MA: MIT Press.
- Meynadier, Y. (2001). La syllabe phonétique et phonologique: une introduction. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 20, 91-148.
- Miceli, G., Benvegnù, B., Capasso, R., & Caramazza, A. (1997). The independence of phonological and orthographic lexical forms: Evidence from aphasia. *Cognitive Neuropsychology*, 14(1), 35-69.
- Neuroscript, MovAlyzeR, <http://www.neuroscript.net/movalyzer.php> (dernier accès en septembre 2015).
- New, B., Pallier, C., Brysbaert, M., & Ferrand, L. (2004). Lexique 2: A new French lexical database. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 516-524.

- Olive, T. (2002). La gestion en temps réel de la production verbale : méthodes et données. In M. Fayol (Ed.), *Traité des Sciences Cognitives : Production du langage* (pp. 131-147). Paris : Hermès.
- Olive, T. (2010). Methods, tools and techniques for the on-line study of the writing process. In N. L. Mertens (Ed.), *Writing: Processes, tools and techniques* (pp. 1-18). NY: Nova Publishers.
- Olson, A. C., & Caramazza, A. (2004). Orthographic structure and deaf spelling errors: Syllables, letter frequency, and speech. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *57*, 385-417.
- Olson, A. C., & Nickerson, J. F. (2001). Syllabic organization and deafness: Orthographic structure or letter frequency in reading? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, *54*, 421-438.
- Orliaguët, J.-P., & Boë, L. J. (1993). The role of linguistics in the speed of handwriting movements: Effects of spelling uncertainty. *Acta Psychologica*, *82*, 103-113.
- Perret, C., Bonin, P., & Méot, A. (2006). Syllabic priming effects in picture naming in French: Lost in the sea! *Experimental Psychology*, *53*, 95-104.
- Perret, C., & Laganaro, M. (2012). Comparison of electrophysiological correlates of writing and speaking: A topographic ERP analysis. *Brain Topography*, *25*, 64-72.
- Perruchet, P., & Pacton, S. (2006). Implicit learning and statistical learning: One phenomenon, two approaches. *Trends in Cognitive Sciences*, *10*, 233-238.
- Prinzmetal, W., Treiman, R., & Rho, S. H. (1986). How to see a reading unit. *Journal of Memory and Language*, *25*, 461-475.
- Pulgram, E. (1970). *Syllable, word, nexus, cursus* (Vol. 81). The Hague: Mouton.
- Purcell, J. J., Turkeltaub, P. E., Eden, G. F., & Rapp, B. (2011). Examining the central and peripheral processes of written word production through meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, *2*, 239.
- Rapp, B. (1992). The nature of sublexical orthographic organization: The bigram trough hypothesis examined. *Journal of Memory and Language*, *31*, 33-53.
- Rapp, B., Benzing, L., & Caramazza, A. (1997). The autonomy of lexical orthography. *Cognitive Neuropsychology*, *14*, 71-104.
- Rieben, L., Meyer, A., & Perregaux, C. (1991). Individual differences and lexical representations: How five 6-year-old children search for and copy words. In L. Rieben, & C. Perfetti (Eds.), *Learning to read: Basic research and its implications* (pp. 85-101). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sausset, S., Lambert, E., & Olive, T. (2013). Flexibility of orthographic and graphomotor coordination during a handwritten copy task: Effect of time pressure. *Frontiers in Psychology*, *4*, 866.
- Sausset, S., Lambert, E., Olive, T., & Larocque, D. (2012). Processing of syllables during handwriting: Effects of graphomotor constraints. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *65*, 1872-1879.
- Schiller, N. O. (1998). The effect of visually masked syllable primes on the naming latencies of words and pictures. *Journal of Memory and Language*, *39*, 484-507.
- Schiller, N. O. (1999). Masked syllable priming of English nouns. *Brain and Language*, *68*, 300-305.
- Schiller, N. O. (2000). Single word production in English: The role of subsyllabic units during phonological encoding. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *26*, 512.
- Schonauer, K., & Denes, G. (1994). Graphemic Jargon: A Case Report. *Brain and Language*, *47*, 279-299.
- Sebastián-Gallés, N., Dupoux, E., Segui, J., & Mehler, J. (1992). Contrasting syllabic effects in Catalan and Spanish. *Journal of Memory and Language*, *31*, 18-32.
- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, *96*, 523-568.

- Selkirk, E. O. (1982). The Syllable. In H. van der Hulst & N. Smith (Eds.), *The Structure of Phonological Representations* (pp. 337-383). Dordrecht, the Netherlands: Foris.
- Service, E., & Turpeinen, R. (2001). Working memory in spelling: Evidence from backward typing. *Memory*, 9, 395-421.
- Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: *sine qua non* of reading acquisition. *Cognition*, 55, 151-218.
- Share, D. L. (1999). Phonological recoding and orthographic learning: A direct test of the self-teaching hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 72, 95-129.
- Shen, X. R., Damian, M. F., & Stadthagen-Gonzalez, H. (2013). Abstract graphemic representations support preparation of handwritten responses. *Journal of Memory and Language*, 68, 69-84.
- Soler, O., & Kandel, S. (2009). Linguistic factors on stroke programming in children's writing: The importance of syllabic structure. *Infancia y Aprendizaje*, 32, 189-198.
- Soler, O., & Kandel, S. (2012). A longitudinal study of handwriting skills in pre-schoolers: The acquisition of syllable oriented programming strategies. *Reading and Writing*, 25, 151-162.
- Stenneken, P., Conrad, M., & Jacobs, A. M. (2007). Processing of syllables in production and recognition tasks. *Journal of Psycholinguistic Research*, 36, 65-78.
- Taft, M. (1979). Lexical access-via an orthographic code: The basic orthographic syllabic structure (BOSS). *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 21-39.
- Tainturier, M. J., & Caramazza, A. (1996). The status of double letters in graphemic representations. *Journal of Memory and Language*, 35, 53-73.
- Tainturier, M. J., & Rapp, B. (2002). The spelling process. In B. Rapp (Ed.), *The handbook of cognitive neuropsychology: What deficits reveal about the human mind* (pp. 263-289). Philadelphia: Psychology Press.
- Teulings, H. L., Thomassen, A. J. W. M., & van Galen, G. P. (1983). Preparation of partly precued handwriting movements: The size of movement units in handwriting. *Acta Psychologica*, 54, 165-177.
- Transler, C., Leybaert, J., & Gombert, J. (1999). Do deaf children use phonological syllables as reading units? *Journal of deaf studies and deaf education*, 4, 124-143.
- Treiman, R., & Zukowski, A. (1988). Units in reading and spelling. *Journal of Memory and Language*, 27, 466-477.
- Van Galen, G. P., Smyth, M. M., Meulenbroek, R. G. J., & Hylkema, H. (1989). The role of short-term memory and the motor buffer in handwriting under visual and non-visual guidance. In R., Plamondon, C. Y., Suen, & M. L. Simner, (Eds.), *Computer recognition and human production of handwriting* (pp. 253-271). Singapore: World Scientific Publishing Company.
- Venneri, A., Cubelli, R., & Caffara, P. (1994). Perseverative dysgraphia: A selective disorder in writing double letters. *Neuropsychologia*, 32, 923-931.
- Ward, J., & Romani, C. (2000). Consonant-vowel encoding and orthosyllables in a case of acquired dysgraphia. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 641-663.
- Weingarten, R., Nottbusch, G., & Will, U. (2004). Morphemes, syllables, and graphemes in written word production. *Trends in Linguistics Studies and Monographs*, 157, 529-572.
- Will, U., Weingarten, R., Nottbusch, G., & Albes, C. (2000). Linguistic units, hierarchies and dynamics of written language production. (dernier accès en septembre 2015)
- Zhang, Q., & Damian, M. F. (2010). Impact of phonology on the generation of handwritten responses: Evidence from picture-word interference tasks. *Memory & cognition*, 38, 519-528.

Zhang, Q., & Wang, C. (2014). Syllable frequency and word frequency effects in spoken and written word production in a non-alphabetic script. *Frontiers in Psychology*, 5, 120.

Zesiger, P., Orliaguet, J.-P., Boë, L. J., & Mounoud, P. (1994). The influence of syllabic structure in handwriting and typing production. *Les Cahiers de l'ICP. Rapport de recherche*, 4, 77-87.