

La sémantique, la lecture de mots irréguliers et les lobes temporaux antérieurs

Sabryna Bergeron ^{1,2}, Dominique Pichette ³, Gabrielle Ciquier ¹, Catherine Dubé ⁴,
Simona M. Brambati ^{1,2}, Maximiliano A. Wilson ^{3,4*}

¹ Centre de Recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal, Montréal, Québec, ² Département de Psychologie, Université de Montréal, Montréal, Québec, ³ Département de réadaptation, Université Laval, Québec, Québec, ⁴ Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale de Québec (CRIUSMQ), Québec, Québec

Bergeron, S., Pichette, D., Ciquier, G., Dubé, C., Brambati, S. M., & Wilson, M. A. (2014). La sémantique, la lecture de mots irréguliers et les lobes temporaux antérieurs [Semantics, irregular word reading and the anterior temporal lobes]. *Rééducation Orthophonique*, 260, 83-102.

* Auteur de correspondance :

Maximiliano A. Wilson,

Département de Réadaptation, Faculté de Médecine - Pavillon Ferdinand-Vandry,

1050, Avenue de la Médecine, Bureau 4483,

Université Laval,

Ville de Québec, Québec G1V 0A6,

Canada.

E-mail: maximiliano.wilson@fmed.ulaval.ca

Résumé :

Dans cette recension des écrits nous présentons les résultats d'études comportementales et de neuroimagerie mettant en rapport la sémantique et la lecture de mots irréguliers, ainsi que la sémantique et les lobes temporaux antérieurs (LTA). Plus particulièrement, nous nous concentrons sur l'atteinte de la lecture à voix haute de mots irréguliers, soit la dyslexie de surface, chez la variante sémantique de l'Aphasie Primaire Progressive (vsAPP). Cette maladie neurodégénérative débute par l'atrophie des lobes temporaux antérieurs et touche d'abord la mémoire sémantique. À partir des études comportementales, il est possible de conclure que la dyslexie de surface est très souvent observée chez des patients atteints de vsAPP. Ceci semble mettre en avant le rapport entre la dyslexie de surface et la dégradation de la mémoire sémantique chez ce type de patients. De plus, la nature neurodégénérative de la vsAPP a permis d'établir le rapport entre l'atteinte sémantique et les LTA. Les études de neuroimagerie menées auprès des participants sains ont aussi mis en évidence le rôle des LTA lors du traitement sémantique et lors de la lecture de mots irréguliers. Le rôle des LTA en lecture de mots irréguliers semblerait être celui de la sémantique, plutôt que celui de la lecture elle-même. En somme, les modèles théoriques et computationnels qui postulent l'activation sémantique pour la lecture de mots irréguliers permettraient d'expliquer le profil de lecture et l'atteinte sémantique trouvés en vsAPP, ainsi que le réseau de lecture de mots irréguliers qui inclut le LTA gauche.

Mots-clés : lecture, sémantique, variante sémantique de l'Aphasie Primaire Progressive, lobes temporaux antérieurs, neuroimagerie, maladie dégénérative.

Titre en anglais : **Semantics, irregular word reading and the anterior temporal lobes**

Abstract:

This review presents the results of behavioural and neuroimaging studies that address the relationship between semantics, irregular word reading and the anterior temporal lobes (ATLs). In particular we focused on acquired surface dyslexia, i.e., irregular word reading impairment, in patients suffering from the semantic variant of primary progressive aphasia (svPPA). svPPA is a neurodegenerative disease that occurs following the atrophy of the ATLs. This disease is early characterized by semantic memory impairments. Taken together, behavioural studies show that svPPA patients often suffer from acquired surface dyslexia. This pattern highlights the relationship between acquired surface dyslexia and semantic knowledge degradation in svPPA. Moreover, the neurodegenerative nature of svPPA has pointed out to the relationship between semantic impairment and the ATLs. Neuroimaging studies in healthy participants have also provided evidence of the role of the ATLs in semantic processing and irregular word reading. The ATLs seem to be related to semantic processing in irregular word reading, more than to irregular word reading itself. In sum, the results of the studies reviewed here provide evidence for theoretical and computational models that predict semantic activation during irregular word reading. This semantic contribution can explain the profile of surface dyslexia in svPPA, as well as the brain network that sustains the processing of this type of words and that includes the left ATL.

Keywords : reading, semantics, semantic variant of primary progressive aphasia, anterior temporal lobes, neuroimaging, degenerative disease

De nos jours, il n'y a pas d'accord entre les modèles computationnels de lecture concernant le rôle de nos connaissances du monde, dite mémoire sémantique, et la lecture de mots d'exception ou irréguliers. Depuis les dernières décennies, les chercheurs ont montré beaucoup d'intérêt pour une maladie neurodégénérative, la variante sémantique de l'Aphasie Primaire Progressive (vsAPP), qui *commence par* l'atrophie des lobes temporaux antérieurs (LTA). La vsAPP, autrefois connue sous le nom de démence sémantique, est traditionnellement reconnue comme un syndrome clinique caractérisé par une atteinte relativement sélective de la mémoire sémantique *qui serait* restreinte au début de la maladie aux concepts et connaissances du monde. La plupart des patients atteints de la vsAPP développent des troubles de lecture de mots irréguliers, soit une dyslexie de surface. Cette maladie a donc permis d'étudier le lien entre la sémantique, la lecture de mots irréguliers et les LTA.

Sur le plan du langage, l'atteinte sémantique de la vsAPP entraîne une anomie importante de même qu'une altération de la compréhension des mots (Gorno-Tempini et al., 2011; Hodges, Martinos, Woollams, Patterson, & Adlam, 2008; Mesulam, Grossman, Hillis, Kertesz, & Weintraub, 2003). Quant à l'expression spontanée, les mots moins fréquents sont substitués par des mots plus familiers, généralement ceux de la catégorie superordonnée (par exemple, « animal » au lieu de « chat »). De plus, un nombre important de paraphasies sémantiques sont décelables. Les déficits de la mémoire sémantique mènent aussi à une reconnaissance déficitaire des objets au niveau de différentes modalités, notamment les modalités visuelle, tactile, olfactive et même gustative (Adlam et al., 2006; Bozeat, Lambon Ralph, Patterson, Garrard, & Hodges, 2000; Hodges, Patterson, Oxbury, & Funnell, 1992; Luzzi et al., 2007; Snowden,

Goulding, & Neary, 1989). La capacité d'identifier correctement des objets est fortement dépendante de facteurs tels que le type de matériel (objet réel versus une représentation picturale), la familiarité de l'objet ainsi que sa typicalité (Hodges & Patterson, 2007; Mayberry, Sage, & Ralph, 2011). De plus, la difficulté à reconnaître les visages connus peut être présente (Blazely, Coltheart, & Casey, 2005; Hodges et al., 1992). Toutefois, le langage reste fluent, bien que vide, et la phonologie et la syntaxe demeurent adéquates (Blazely et al., 2005). Les habiletés non verbales de résolution de problèmes, les habiletés perceptuelles ainsi que la mémoire épisodique sont préservées (Blazely et al., 2005; Hodges et al., 1992).

Les objectifs de cet article sont de : 1) présenter l'état des connaissances actuelles sur la lecture en vsAPP, tout en soulignant brièvement les répercussions de ces données sur la conceptualisation des processus impliqués dans la lecture à voix haute; et 2) évaluer le rôle des LTA au niveau du système sémantique à partir des résultats provenant de la vsAPP et de la neuroimagerie.

La sémantique et la lecture de mots irréguliers

Dès les premières descriptions de la vsAPP, des particularités sont notées quant à la lecture à voix haute de ces patients. Warrington (1975) remarque déjà que les patients éprouvent davantage de difficulté à lire les mots divergeant des règles phonémiques habituelles de l'anglais. De plus, compte tenu de l'atteinte relativement sélective de la mémoire sémantique, la vsAPP constitue, selon plusieurs, une opportunité unique d'étudier l'implication de la sémantique dans différents processus cognitifs, dont la lecture à voix haute (McKay, Castles, Davis, & Savage, 2007; Patterson et al., 2006).

Ainsi, bon nombre d'écrits se penchent sur la relation entre la vsAPP et la lecture (voir Coltheart, Saunders, & Tree, 2010 pour une recension). La majorité de ceux-ci pointent vers un profil de dyslexie de surface, c'est-à-dire, des difficultés en lecture de mots irréguliers ou d'exception avec une tendance à la régularisation de ce type de mots (par exemple, lire « orCHidée » en rimant avec « CHocolat »). Cependant, ce n'est pas le seul profil ayant été décrit en vsAPP, comme la dyslexie globale (McKay et al., 2007). D'ailleurs, quelques études de cas unique chez des patients vsAPP ont trouvé une lecture de mots irréguliers préservée en présence de déficits sémantiques (Carlomagno, Colombo, Lavarone, Buongiorno, & Parlato, 1989; Cipolotti & Warrington, 1995; Hosogi Senaha, Caramelli, Nitrini, Charchat-Fichman, & Weekes, 2006; Schwartz, Marin, & Saffran, 1979; Wilson & Martínez-Cuitiño, 2012).

Toutefois, à l'heure actuelle, le profil de lecture le plus souvent associé à la vsAPP dans la littérature demeure la dyslexie de surface. En effet, en anglais, plusieurs auteurs ont présenté des cas de patients atteints de vsAPP ayant : 1) une lecture des mots réguliers relativement préservée; 2) une lecture des mots irréguliers altérée; et 3) une tendance à commettre des erreurs de régularisation (Funnell, 1996; Graham, Hodges, & Patterson, 1994; Patterson & Hodges, 1992; Ward, Stott, & Parkin, 2000). Quant à Woollams, Lambon-Ralph, Plaut, & Patterson (2007), ils ont regroupé les observations en lecture de 51 patients atteints de vsAPP pour retrouver, de façon générale, le même profil. En plus de montrer un effet de régularité (avantage des mots réguliers par rapport aux mots irréguliers), ces études dénotent un effet de fréquence plus marqué pour les mots irréguliers. Qui plus est, Woollams et al. (2007) démontrent une corrélation entre le degré d'atteinte sémantique et la performance en lecture.

Plusieurs études s'intéressent également aux temps de latence en lecture en plus de la performance (Cumming, Patterson, Verfaellie, & Graham, 2006; Gold et al., 2005; McKay et al., 2007). Ces études démontrent des temps de latence significativement augmentés par rapport aux contrôles chez les patients avec vsAPP et dyslexie de surface. Ces patients ont aussi un effet de fréquence et un effet de longueur disproportionnés (Cumming et al., 2006; Gold et al., 2005). Cependant, les patients avec vsAPP sans dyslexie de surface (ou avec dyslexie globale) ont aussi des temps de latence augmentés (McKay et al., 2007). Cette augmentation des temps de latence survient même pour les mots réguliers. Ainsi, même si les patients réussissent à bien lire ce type de mots, cela leur coûte en efficacité car la lecture est plus lente (Gold et al., 2005).

Par ailleurs, des études sur la lecture en vsAPP ont aussi été menées dans des langues autres que l'anglais. L'importance des résultats provenant d'études translinguistiques est liée au fait que celles-ci permettent d'évaluer l'universalité du rapport, par exemple, entre l'atteinte sémantique de la vsAPP et la dyslexie de surface. En japonais, le système orthographique est considérablement différent de celui de l'anglais. En effet, pour lire, le lecteur doit se référer à deux codes écrits : le kana, utilisé pour les mots fonctionnels et les inflexions, et le kanji, utilisé pour les noms et les radicaux des verbes et adjectifs. L'orthographe des kana est régulière et chaque caractère correspond à un seul mora (unité phonologique). Les mots kanji, quant à eux, présentent une orthographe avec différents degrés de régularité. Certains sont consistants, c'est-à-dire, composés de caractères n'ayant qu'une seule prononciation, d'autres sont inconsistants-typiques, soit composés de caractères ayant plusieurs prononciations, mais dont la prononciation correcte dans ce mot domine, et enfin, d'autres sont inconsistants-

atypiques, c'est-à-dire composés de caractères ayant plusieurs prononciations et dont l'un des caractères doit être prononcé selon une prononciation minoritaire (Fushimi, Komori, Ikeda, Lambon-Ralph, & Patterson, 2009). Ainsi, Fushimi et al. (2003), Sakurai et al. (2006) et Fushimi et al. (2009) décrivent plusieurs cas de patients atteints de vsAPP chez qui la lecture des kana est largement préservée, alors que celle des kanji est marquée par un effet significatif de fréquence, de consistance ainsi qu'une interaction entre ces deux variables. Moins les mots sont consistants plus les erreurs commises sont de type «LARC» (Legitimate Alternative Reading Component). Les erreurs de type «LARC» consistent à assigner à une composante une prononciation correcte dans un autre mot, mais inappropriée pour celui-ci. Ainsi, elles englobent les erreurs de régularisation tout en étant plus larges que celles-ci pour justifier que la consistance, à différence de la dichotomie régulier/irrégulier, est un continuum. Aussi, cette catégorie d'erreurs peut s'appliquer aisément aux systèmes orthographiques sans correspondances grapho-phonémiques (Fushimi et al., 2009; Wu, Liu, Sun, Chromik, & Zhang, 2014). Finalement, la performance en lecture de mots inconsistants, et surtout inconsistants-atypiques, est corrélée au degré d'atteinte sémantique (Fushimi et al., 2009). Les patients japonais atteints de vsAPP démontrent de façon soutenue un profil de dyslexie de surface.

En coréen, bien qu'un profil différent soit observé selon le type de matériel à lire - lecture des hangul (phonogrammes, comparables au kana en japonais) préservée, lecture des hanja (idéogrammes, comparables au kanji en japonais) altérée - une dyslexie de surface n'explique pas ce profil, selon Suh et al. (2010). En effet, il n'existe pas de règles qui permettent de lire les hanja, et la très grande majorité de ceux-ci n'ont qu'une seule prononciation même s'ils peuvent avoir plusieurs sens. Ainsi, les processus impliqués

dans la lecture des hanja ressembleraient davantage à ceux de la dénomination et requerraient d'emblée le passage par la sémantique (Suh et al., 2010).

Quant au chinois, une seule description détaillée de la lecture chez un patient atteint de vsAPP est répertoriée (Wu et al., 2014). Le système d'orthographe chinois est logographique, c'est-à-dire que les caractères représentent un concept plutôt que des phonèmes. Toutefois, un système de radicaux phonétiques permet de déterminer la prononciation des caractères à différents degrés. Ainsi, un caractère est considéré comme étant régulier si son radical phonétique a la même prononciation que le caractère comme un tout, et irrégulier si son radical phonétique n'a pas la même prononciation que le caractère comme un tout (Weekes & Chen, 1999). Pour ces caractères irréguliers il y a une correspondance imprévisible - qui ne suit aucune règle - entre les radicaux et la prononciation du caractère. Le patient de Wu et al. (2014) présente une difficulté particulière à lire les caractères irréguliers par rapport aux réguliers, et ce, de façon plus marquée pour les caractères de basse fréquence. Plusieurs de ses erreurs sont des LARC, bien que des erreurs visuelles soient aussi commises. Une erreur était de nature visuelle lorsque la prononciation pour un caractère présenté était celle d'un autre caractère visuellement similaire. Ce patient est également en mesure de lire des pseudocaractères en se basant sur les radicaux phonétiques. En somme, ce profil est compatible avec la dyslexie de surface (Wu et al., 2014).

Les multiples observations d'une cooccurrence entre la vsAPP et la dyslexie de surface ont mené plusieurs auteurs à proposer une relation causale entre ces deux entités ainsi qu'une hypothèse explicative (Funnell, 1996; Patterson & Hodges, 1992; Ward et al., 2000; Woollams et al., 2007). Pour tous ces auteurs, alors que les mots réguliers

peuvent être lus par des processus non lexicaux, les mots irréguliers nécessitent, d'une manière ou d'une autre, un apport de la sémantique.

Par exemple, pour Funnell (1996), des connaissances sémantiques résiduelles sur le mot irrégulier à lire sont nécessaires pour faire pencher le choix vers l'entrée lexicale activée (prononciation irrégulière) plutôt que la réponse générée par la voie non lexicale (prononciation régularisée), ce qui constitue un biais lexical. Pour Ward et al. (2000), tenants de l'hypothèse de la sommation des sources (Hillis & Caramazza, 1991; Miceli, Capasso, & Caramazza, 1994), l'information des voies lexico-sémantique et non lexicale s'additionne afin de sélectionner la représentation lexicale à produire. En effet, Hillis et Caramazza (1991) ont postulé que la lecture correcte de mots irréguliers peut être faite par l'interaction entre les voies lexico-sémantique et non lexicale. L'intégration de ces deux sources pourrait donc amener à la lecture correcte de mots irréguliers. Finalement, l'hypothèse qui découle des modèles connexionnistes de lecture (Plaut, McClelland, Seidenberg, & Patterson, 1996) qui est reprise dans plusieurs écrits, notamment Fushimi et al. (2009), stipule trois composantes intimement inter-reliées impliquées dans la lecture : la phonologie (P), l'orthographe (O) et la sémantique (S). Afin de maximiser son efficacité, le système de lecture développe la division du travail suivante : la voie O→P se spécialise pour les correspondances fréquentes et consistantes entre les formes orthographiques et phonologiques qu'elle apprend via l'exposition, tandis que la voie O→S→P supporte la lecture des mots irréguliers et encore plus ceux de basse fréquence (Woollams et al., 2007). Ainsi, une atteinte de la sémantique déstabilise la voie O→S→P et fait reposer la lecture davantage sur la voie O→P, créant ainsi le profil de dyslexie de surface. Les variations interindividuelles dans la division prémorbide du travail

expliquent, selon Woollams et al. (2007), les quelques observations d'atteinte de la sémantique sans dyslexie de surface. Selon Woollams et al. (2007), alors que la sémantique continue de se dégrader, notamment en vsAPP, un profil de dyslexie de surface devrait invariablement apparaître.

Toutefois, les défenseurs du modèle Dual-Route-Cascaded (DRC) (Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001) proposent une tout autre explication à cette association fréquente entre la dyslexie de surface et la vsAPP (Blazely et al., 2005; Coltheart et al., 2010). Selon eux, l'association de ces deux entités est secondaire à la contiguïté neuroanatomique des régions soutenant les processus sémantiques et les processus de lecture. Selon le modèle DRC, la lecture à voix haute s'effectue via deux voies : la voie non lexicale basée sur les correspondances graphophonémiques et la voie lexicale non sémantique basée sur des représentations orthographiques globales des mots qui activent leurs contreparties phonologiques (Coltheart et al., 2010). Bien qu'une voie lexicale sémantique soit aussi proposée, son apport à la lecture à voix haute est traditionnellement jugé minimal, d'où le «dual» du DRC (McKay et al., 2007). Ainsi, Coltheart et al. (2010) revisitent les données de Woollams et al. (2007) en leur donnant un tout autre éclairage. Pour eux, les résultats des patients de ce groupe suggèrent plutôt trois phases distinctes dans la lecture en vsAPP : la lecture intacte, la dyslexie de surface et finalement la dyslexie globale où tous les types de mots et non-mots sont atteints. Ces phases témoigneraient de la progression de la maladie aux diverses composantes du système de lecture. Initialement, seul le système sémantique est atteint et, en accord avec le DRC, la lecture à voix haute demeure intacte. Par la suite, la voie lexicale non sémantique est atteinte, ce qui cause la dyslexie de surface. Finalement, une atteinte de la

voie non lexicale se surajoute occasionnant une dyslexie globale (Coltheart et al., 2010). En accord avec cette explication, dans le groupe de Woollams et al. (2007) ainsi que dans plusieurs autres études, on retrouve des patients qui, lorsque considérés individuellement, ne se conforment pas au profil de dyslexie de surface pure, soit parce qu'ils ont une lecture intacte malgré l'atteinte sémantique (Blazely et al., 2005; Cipolotti & Warrington, 1995; M. Wilson & Martínez-Cuitino, 2012), soit parce que la lecture des mots réguliers et/ou des non-mots est également altérée (Graham et al., 1994; Graham, Patterson, & Hodges, 2000; McKay et al., 2007; Noble, Glosser, & Grossman, 2000).

Si, comme le suppose le modèle connexionniste, l'atteinte sémantique cause la dyslexie de surface, alors tous les patients ayant une atteinte sémantique, notamment en vsAPP, devraient avoir ce profil. Or plusieurs études décrivent, tant en anglais (Blazely et al., 2005; Cipolotti & Warrington, 1995) que dans d'autres langues, dont l'espagnol (M. Wilson & Martínez-Cuitino, 2012), des patients ayant une atteinte sémantique substantielle sans dyslexie. À l'encontre de l'hypothèse de sommation des sources (Hillis & Caramazza, 1991) ou de celle de biais lexical (Coltheart et al., 2010), ces patients n'arrivent pas à démontrer de connaissances sémantiques résiduelles pour de nombreux mots irréguliers qu'ils lisent pourtant correctement (Blazely et al., 2005; M. Wilson & Martínez-Cuitino, 2012). Ces dissociations semblent donc témoigner de l'indépendance de la lecture à voix haute par rapport à la sémantique et sont un argument de poids pour l'existence d'une voie lexicale directe entre l'orthographe et la phonologie (Blazely et al., 2005; M. Wilson & Martínez-Cuitino, 2012).

Par ailleurs, en examinant de plus près les résultats de plusieurs études, on remarque que la performance en lecture de mots réguliers et de non-mots est parfois

altérée (Graham et al., 1994; N. L. Graham et al., 2000; McKay et al., 2007; Noble et al., 2000). Cette atteinte, bien que souvent de moindre importance que celle des mots irréguliers, ne peut s'expliquer dans aucun modèle par une atteinte de la sémantique seule. Ainsi, il appert que d'autres composantes du système de lecture sont atteintes en vsAPP (Graham et al., 1994; McKay et al., 2007).

Deux autres observations viennent à nouveau appuyer la thèse de l'implication de la sémantique en lecture à voix haute. Il s'agit de l'effet item-spécifique (Funnell, 1996; Graham et al., 1994), ainsi que du profil d'atteinte similaire à travers différentes tâches aux composantes non sémantiques diverses (Patterson et al., 2006). L'effet item-spécifique consiste à constater une corrélation entre les items réussis/manqués entre les tâches de lecture et celles de compréhension, et suggère une relation fonctionnelle entre la compréhension et la lecture. En effet, il est difficile d'expliquer que les mêmes mots soient atteints dans les deux types de tâches si la sémantique n'est pas impliquée dans la lecture (McKay et al., 2007). Or les études de Graham et al. (1994) et de Funnell (1996) observent toutes deux un effet item-spécifique pour les mots irréguliers, tandis que McKay et al. (2007) observent des effets item-spécifique pour certains patients sur les mots réguliers et irréguliers quant aux latences, et sur les mots irréguliers quant à la performance.

Par ailleurs, Patterson et al. (2006) démontrent que plusieurs tâches généralement considérées comme «présémantiques» partagent le même type d'atteinte que la lecture à voix haute en vsAPP. Bien qu'elles impliquent des processus hautement différents, l'étude de la lecture, l'écriture sous dictée, la décision lexicale, la décision d'objet, le dessin et la génération d'inflexion verbale montrent toutes le patron suivant : 1) une

atteinte prédominante aux items atypiques (par exemple, un mot irrégulier qui ne suit pas la règle de la langue ou un singe avec les oreilles de grande taille, qui est inusitée car la plupart des singes et des animaux ont des petits oreilles) par rapport aux typiques (par exemple, un mot régulier qui suit les règles de la langue ou un éléphant avec des grandes oreilles, qui est typique puisque ce trait est caractéristique des éléphants), plus marquée pour ceux de basse fréquence (interaction entre typicalité et fréquence), 2) une tendance (dans les tâches expressives) à produire les items atypiques selon une forme plus typique (par exemple, un éléphant avec des petits oreilles, comme la plupart des animaux), erreur similaire aux LARC, 3) et une performance sur les items irréguliers ou atypiques corrélée au degré d'atteinte sémantique (Patterson et al., 2006). Il apparaît difficile de réconcilier ces données avec l'hypothèse que la lecture est atteinte par contigüité anatomique en vsAPP. Expliquer que ces six tâches, dont les processus non sémantiques sont distribués à travers différentes régions cérébrales, aient parallèlement le même patron d'atteinte nécessite un rôle de la sémantique et donc une influence de sa dégradation dans ces tâches (Patterson et al., 2006).

En somme, les études comportementales montrent que bien que la dyslexie de surface soit très fréquemment observée chez des patients atteints de vsAPP, et ce, dans plusieurs langues, d'autres profils de lecture demeurent possibles. En effet, certains patients semblent conserver une lecture intacte malgré une importante atteinte sémantique, alors que d'autres présentent rapidement une atteinte plus généralisée des processus de lecture. Ces observations, sans nier l'implication possible de la sémantique en lecture à voix haute, suggèrent qu'elle n'est pas indispensable pour la lecture des mots,

mêmes irréguliers, chez certains, et que, même en vsAPP, des atteintes surajoutées aux autres composantes de lecture peuvent venir compliquer le tableau.

Autre que l'atteinte sémantique et les difficultés de lecture de mots irréguliers, les études qui utilisent la neuroimagerie permettent d'étudier le rôle des LTA, structure atrophiée chez les patients atteints de vsAPP, dans la sémantique et, en conséquence, dans la lecture de mots irréguliers. Ce type d'études sera abordé dans la prochaine section.

La sémantique et les lobes temporaux antérieurs

Dans les dernières décennies, la neuroimagerie a permis d'avancer nos connaissances concernant l'organisation cérébrale des différentes fonctions cognitives. L'imagerie structurelle est utilisée pour identifier, localiser et mesurer les différentes parties du système nerveux central. Dans le cadre de la recherche en neurosciences cognitives avec des populations neurologiques, l'imagerie structurelle apporte des éléments critiques permettant de mettre en relation les observations cliniques et le profil structurel du patient. En déterminant quelle atteinte cérébrale correspond à un déficit cognitif particulier, il est possible d'établir que la région cérébrale endommagée interfère avec le mécanisme sous-jacent. L'imagerie fonctionnelle, au contraire, permet d'étudier *in vivo* le fonctionnement du cerveau et d'identifier les réseaux neuronaux impliqués lors de différentes tâches cognitives, soit dans un état de repos, en mesurant le signal produit par l'activité cérébrale. L'utilisation traditionnelle de la neuroimagerie dans un contexte de recherche en neurosciences cognitives consiste à faire effectuer une tâche cognitive à un participant en vue d'identifier les régions cérébrales activées par la tâche administrée

(pour plus d'information sur le sujet, voir Coll, Blais-Michaud, & Jackson, dans ce numéro).

Les études en neuroimagerie structurale menées avec des patients atteints de la vsAPP, ainsi que celles en neuroimagerie fonctionnelle avec des participants sains, semblent souligner l'implication du lobe temporal antérieur dans la lecture des mots irréguliers. Les études utilisant la neuroimagerie qui s'intéressent à la vsAPP démontrent notamment que la sévérité des déficits lors de la lecture de mots irréguliers corrèle avec la sévérité de l'atrophie des LTA (Brambati, Ogar, Neuhaus, Miller, & Gorno-Tempini, 2009). En effet, cette région spécifique semble démontrer une activation significative durant la lecture de mots irréguliers en français chez des participants sains durant un protocole d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) (M. Wilson et al., 2012). Ainsi, il y aurait une relation entre le LTA gauche et la lecture de mots irréguliers. Cependant, il demeure important de mentionner que le rôle spécifique du LTA au niveau des habiletés de lecture reste encore controversé.

La perte graduelle des connaissances conceptuelles formant la mémoire sémantique en vsAPP serait principalement associée à une atrophie asymétrique des LTA, généralement plus sévère dans l'hémisphère gauche, ou à un métabolisme réduit au niveau de cette même région (Diehl et al., 2004; Galton et al., 2001; Gorno-Tempini et al., 2004; Hodges et al., 1992; Mummery et al., 2000; Rabinovici et al., 2008; Rosen et al., 2002).

Les études portant sur la vsAPP et les autres deux types d'Aphasie Primaire Progressive (APP), soit les variantes non-fluente et logopénique, et la démence de type

Alzheimer, entre autres, utilisant la neuroimagerie suggèrent qu'il existe une forte corrélation entre l'atteinte à l'intégrité des LTA et le développement de symptômes. La majorité de ces études utilise une mesure fondée sur la morphométrie de voxel (VBM), une technique d'analyse basée sur l'imagerie par résonance magnétique (IRM). La VBM est une méthode permettant une comparaison entre voxels de la concentration ou du volume local des tissus cérébraux (substance grise ou blanche) soit au sein d'un groupe, soit entre plusieurs groupes. Elle permet aussi de mettre en évidence les corrélations entre ces variables et des variables démographiques et/ou cliniques (âge, sexe, sévérité des symptômes, etc.) (Ashburner & Friston, 2000). Les études utilisant la technique VBM montrent que le niveau d'atrophie des LTA corrèle avec le niveau de performance, notamment dans une tâche de dénomination (Amici et al., 2007; Brambati et al., 2006), avec les habiletés sémantiques (Butler, Brambati, Miller, & Gorno-Tempini, 2009; Joubert et al., 2010) et le contenu lexical en expression spontanée (S. Wilson et al., 2010). Aussi, il a été rapporté que le degré de progression de l'atrophie des LTA mesurée par la morphométrie basée sur les tenseurs - une technique d'imagerie mesurant l'atrophie ou le degré de perte de tissus dans la structure du cerveau de façon longitudinale ou transversale - corrèle avec les changements du niveau de compréhension de mots durant la première année suivant le diagnostic (Brambati et al., 2009).

Jusqu'à maintenant, la littérature semble donc indiquer que les LTA jouent un rôle majeur dans la sémantique. En accord avec le modèle du « hub » sémantique, les LTA joueraient un rôle central au niveau de la sémantique en combinant les informations des aires sensorielles et motrices pour former une représentation sémantique amodale

(Hoffman, Evans, & Lambon Ralph, 2014; Patterson, Nestor, & Rogers, 2007; Rogers et al., 2004).

L'implication des LTA a aussi été testée chez des participants en santé avec la neuroimagerie fonctionnelle. Cependant, de nombreuses études ne trouvent pas l'implication du LTA durant l'exécution d'une tâche sémantique chez des participants sains (Chee, Westphal, Goh, Graham, & Song, 2003; Demb et al., 1995; Denkova, Botzung, & Manning, 2006; Gold et al., 2006; Mechelli, Sartori, Orlandi, & Price, 2006; Wible et al., 2006). Cette contradiction trouvée entre les patients et les participants sains a mené certains chercheurs à conclure que les substrats neuronaux critiques pour la mémoire sémantique se retrouvent à l'extérieur des LTA (Catani & Jones, 2005; Martin, 2007).

Par conséquent, Visser, Jefferies, & Lambon-Ralph (2010) ont mené une méta-analyse afin d'élucider les causes éventuelles de cette disparité entre les résultats. De façon plus précise, ils ont porté une attention particulière aux facteurs méthodologiques (par exemple, le type de technique de neuroimagerie, de tâche de base pour la soustraction de l'activation, etc.) qui auraient pu influencer les résultats, notamment au niveau des LTA. La méta-analyse inclut des études utilisant la tomographie par émission de positrons (TEP) et d'autres utilisant l'IRMf. L'IRMf, comme la TEP, sont des techniques de neuroimagerie fonctionnelle permettant de visualiser, de façon indirecte, l'activité neuronale cérébrale.

Ainsi, ces auteurs ont démontré que les études utilisant la TEP étaient plus susceptibles de révéler une activation des LTA, comparativement aux études utilisant l'IRMf. Ceci serait expliqué par le fait qu'il semble être plus difficile d'obtenir un signal

BOLD (Blood Oxygen Level Dependant) significatif provenant du LTA, dû à la proximité des os et des sinus remplis d'air au niveau des structures temporales. Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus par Devlin et al. (2000), où une activation significative des LTA durant l'exécution d'une tâche de catégorisation sémantique a été détectée en utilisant la TEP, et non pas par l'IRMf.

Ces résultats indiquent que l'utilisation d'une correction de la distorsion, et/ou une optimisation des paramètres d'acquisition sont nécessaires pour obtenir un signal BOLD valide au niveau des LTA et pour étudier l'implication de cette région cérébrale au niveau du système sémantique par le biais de l'IRMf. En effet, en utilisant un paradigme IRMf corrigé pour la distorsion, Embleton, Haroon, Morris, Lambon-Ralph, & Parker (2010) ont réussi à détecter une activation des LTA en utilisant la même tâche que Devlin et al. (2010). De plus, des études récentes utilisant des paramètres d'acquisitions optimisés ont démontré une activation significative des LTA associée à l'exécution d'une tâche sémantique impliquant la détection de visages connus (Brambati, Benoit, Monetta, Belleville, & Joubert, 2010). Plus précisément, Brambati et al. (2010) ont montré que l'activation des LTA est modulée par la spécificité du processus de traitement sémantique : un traitement plus spécifique (par exemple, lors d'une tâche de catégorisation sémantique plus détaillée, telle que catégoriser un chihuahua comme étant un chien, vs. une tâche sémantique plus générale, comme catégoriser un chien comme étant un animal) entraînerait une activation plus importante de cette aire. Ainsi, toutes ces informations suggèrent que les résultats contradictoires obtenus entre les patients et les participants sains seraient dus à des limitations méthodologiques liées à l'IRMf et non à une implication réduite des LTA au niveau du traitement sémantique.

Visser et al. (2010) ont aussi relevé le fait que l'utilisation de stimuli verbaux versus non-verbaux (par exemple, des mots vs. des sons environnementaux) ne semble pas influencer l'activation des LTA. Ce résultat renvoie à la théorie voulant que les LTA soient centraux au traitement sémantique, ce dernier regrouperait les informations concernant les modalités spécifiques pour former des représentations sémantiques amodales et déterminer des généralisations sémantiques afin d'établir, par exemple, qu'une crevette et une coquille sont des fruits de mer, malgré leurs différences de forme, couleur, goût et nom (Patterson et al., 2007; Rogers et al., 2004). De plus, certaines études utilisant la TEP ont rapporté une activation des régions communes du LTA lors du traitement de mots et d'images (Bright, Moss, & Tyler, 2004; Vandenberghe, Price, Wise, Josephs, & Frackowiak, 1996), et du traitement d'images et de sons environnementaux (Tranel, Grabowski, Lyon, & Damasio, 2005), ce qui renforce l'idée de traitement amodal des LTA.

Le rôle des LTA dans le traitement sémantique est aussi soutenu par plusieurs études utilisant la stimulation magnétique transcranienne (TMS). La TMS consiste à appliquer une impulsion magnétique sur le cortex cérébral à travers le crâne de façon indolore au moyen d'une bobine. Le champ magnétique déclenche une activité électrique dans le cortex. Les courants à basse fréquence (< 1 Hz) réduisent l'activité, alors que les courants à haute fréquence l'augmentent. Les modifications induites par la TMS au niveau des performances cognitives nous permettent de déduire des informations concernant le rôle fonctionnel de la région soumise au champ magnétique (Pascual-Leone, Walsh, & Rothwell, 2000).

Les études utilisant la TMS ont constaté que des déficits sémantiques comparables à ceux observés chez les patients vsAPP peuvent être induits chez des participants normaux en bloquant l'activité des régions temporales antérieures (Pobric, Jefferies, & Lambon-Ralph, 2007; Lambon-Ralph et al., 2009). La stimulation par la TMS perturbe le jugement sémantique au niveau des mots et des images, ce qui renvoie à l'idée que les LTA fonctionnent comme un système amodal (Pobric et al., 2007; Lambon-Ralph, Pobric, & Jefferies, 2009).

En conclusion, les résultats en neuroimagerie chez les patients et les participants normaux semblent indiquer que les LTA jouent un rôle central au niveau du traitement sémantique. Ainsi, la nature de son implication dans la lecture des mots irréguliers, telle qu'observée chez les patients vsAPP, devrait être au niveau sémantique plutôt qu'au niveau de la lecture. Des études plus approfondies sont nécessaires afin d'élucider la relation entre les LTA, la sémantique et la lecture des mots irréguliers.

Conclusion.

Le but de cette recension des écrits était de présenter les études portant sur la lecture à voix haute en vsAPP, une maladie neurodégénérative qui atteint d'abord la mémoire sémantique, ainsi que de montrer les études en neuroimagerie qui mettent en rapport les LTA et le traitement sémantique. À partir des études comportementales, nous pouvons conclure que la difficulté à lire des mots irréguliers, c'est-à-dire, la dyslexie de surface, est très souvent observée chez des patients atteints de vsAPP. Cependant, certains cas de patients atteints de vsAPP sans troubles de lecture ont été décrits en anglais et en espagnol, entre autres (Blazely et al., 2005; M. Wilson & Martínez-Cuitino,

2012). L'existence de ce type de dissociation (atteinte sémantique sans trouble de lecture) semble être difficile à réconcilier avec les modèles comme le connexionniste ou triangle (Plaut et al., 1996). Ce type de modèle propose que le passage sémantique est obligatoire pour la lecture de mots irréguliers. Pour expliquer les cas de vsAPP qui présentent cette dissociation entre atteinte sémantique et lecture préservée, Woollams et al. (2007) ont postulé l'idée des différences individuelles qui créent une dépendance prémorbide différentielle de la sémantique pour la lecture. En effet, pour les cas présentant une atteinte sémantique sans dyslexie de surface, un type de lecture moins dépendante de la sémantique est théorisé. Ce type de lecture moins « sémantique » devrait être manifesté avant le début de la maladie. Bref, la plupart des études comportementales montrent un rapport entre la dyslexie de surface et la dégradation de la mémoire sémantique chez les patients atteints de vsAPP.

De plus, la nature neurodégénérative de la vsAPP a permis de commencer à établir le rapport entre l'atteinte sémantique et les LTA. En effet, la maladie débute par une atrophie des LTA, ce qui mène par la suite à des problèmes au niveau de la mémoire sémantique. Les études menées auprès des participants sains ont aussi mis en évidence le rôle des LTA pour le traitement sémantique (Brambati, Benoit, Monetta, Belleville, & Joubert, 2010; Pobric et al., 2007). Ceci a mené Patterson, Nestor, & Rogers (2007) à postuler la notion des LTA comme un « hub » sémantique amodale. Cette structure du cerveau mettrait en rapport les différentes caractéristiques d'un stimulus (ex : nom, couleur, forme, action, mouvement, etc.) distribuées dans plusieurs parties du cerveau.

Bien que le rapport entre la sémantique et les LTA semble être assez bien établi, celui entre la lecture, notamment de mots irréguliers, et les LTA reste moins clair. Le

gyrus fusiforme antérieur gauche et le pars triangularis du gyrus frontal inférieur gauche font partie du réseau de lecture de mots irréguliers (Mechelli et al., 2005). Si les LTA sont liés au traitement sémantique et la sémantique est nécessaire pour la lecture de mots irréguliers, alors l'activation des LTA devrait être trouvée lors de la lecture de mots irréguliers chez les participants contrôles sains. Jusqu'à présent, seulement une étude IRMf a rapportée l'activation du LTA gauche pendant la lecture de mots irréguliers du français. M. Wilson et al. (2012) ont montré que le LTA gauche fait partie du réseau de lecture de mots irréguliers. Ces résultats permettent d'établir le rapport entre les LTA, la sémantique et la lecture de mots irréguliers.

Néanmoins, étant donné la nature de l'implication des LTA dans la lecture de mots irréguliers, et à la lumière de l'atteinte généralisée des patients vsAPP dans le traitement de toute tâche sémantique, le rôle des LTA en lecture de mots irréguliers semblerait être celui de la sémantique, plutôt que celui de la lecture elle-même. De cette façon, les modèles qui postulent l'activation sémantique pour la lecture de mots irréguliers (ex : Plaut et al., 1996; Woollams et al., 2007) permettraient d'expliquer le profil de lecture et l'atteinte sémantique trouvé en vsAPP, ainsi que le réseau de lecture de mots irréguliers qui inclut le LTA gauche. Plus d'études de neuroimagerie chez les sujets sains seraient souhaitables pour approfondir nos connaissances des liens entre les LTA, la sémantique et la lecture de mots irréguliers.

Références

- Adlam, A.-L., Patterson, K., Rogers, T., Nestor, P., Salmond, C., Acosta-Cabronero, J., & Hodges, J. (2006). Semantic dementia and fluent primary progressive aphasia: two sides of the same coin? *Brain*, *129*(11), 3066-3080.
- Amici, S., Ogar, J., Brambati, S. M., Miller, B. L., Neuhaus, J., Dronkers, N. L., & Gorno-Tempini, M. L. (2007). Performance in specific language tasks correlates with regional volume changes in progressive aphasia. *Cognitive and Behavioral Neurology*, *20*(4), 203-211.
- Ashburner, J., & Friston, K. J. (2000). Voxel-based morphometry—the methods. *Neuroimage*, *11*(6), 805-821.
- Blazely, A. M., Coltheart, M., & Casey, B. J. (2005). Semantic impairment with and without surface dyslexia: Implications for models of reading. *Cognitive Neuropsychology*, *22*(6), 695-717.
- Bozeat, S., Lambon-Ralph, M. A., Patterson, K., Garrard, P., & Hodges, J. R. (2000). Non-verbal semantic impairment in semantic dementia. *Neuropsychologia*, *38*(9), 1207-1215.
- Brambati, S. M., Myers, D., Wilson, A., Rankin, K. P., Allison, S., Rosen, H. J., . . . Gorno-Tempini, M. L. (2006). The anatomy of category-specific object naming in neurodegenerative diseases. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*(10), 1644-1653.
- Brambati, S. M., Ogar, J., Neuhaus, J., Miller, B., & Gorno-Tempini, M. (2009). Reading disorders in primary progressive aphasia: a behavioral and neuroimaging study. *Neuropsychologia*, *47*(8), 1893-1900.

- Brambati, S. M., Rankin, K., Narvid, J., Seeley, W., Dean, D., Rosen, H., . . . Gorno-Tempini, M. (2009). Atrophy progression in semantic dementia with asymmetric temporal involvement: a tensor-based morphometry study. *Neurobiology of aging*, *30*(1), 103-111.
- Brambati, S. M., Benoit, S., Monetta, L., Belleville, S., & Joubert, S. (2010). The role of the left anterior temporal lobe in the semantic processing of famous faces. *Neuroimage*, *53*(2), 674-681.
- Bright, P., Moss, H., & Tyler, L. (2004). Unitary vs multiple semantics: PET studies of word and picture processing. *Brain and language*, *89*(3), 417-432.
- Butler, C. R., Brambati, S. M., Miller, B. L., & Gorno-Tempini, M.-L. (2009). The neural correlates of verbal and non-verbal semantic processing deficits in neurodegenerative disease. *Cognitive and behavioral neurology: official journal of the Society for Behavioral and Cognitive Neurology*, *22*(2), 73.
- Carlomagno, S., Colombo, A., Lavarone, A., Buongiorno, G. C., & Parlato, V. (1989). Differenti patterns di lettura in pazienti italiani con Surface Dyslexia. *Achivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria*, *50*, 691-714.
- Catani, M., & Jones, D. K. (2005). Perisylvian language networks of the human brain. *Annals of neurology*, *57*(1), 8-16.
- Chee, M. W., Westphal, C., Goh, J., Graham, S., & Song, A. W. (2003). Word frequency and subsequent memory effects studied using event-related fMRI. *Neuroimage*, *20*(2), 1042-1051.
- Cipolotti, L., & Warrington, E. K. (1995). Semantic memory and reading abilities: A case report. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *1*, 104-110.

- Coll, M-P., Blais-Michaud, S., & Jackson, P.L. (2014). Introduction à la neuroimagerie et à son application dans l'étude du langage et de la cognition. *Rééducation orthophonique*, XX (XX), XXX-XXX.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108, 204-256.
- Coltheart, M., Saunders, S. J. & Tree, J. J. (2010). Computational Modeling of Reading in Semantic Dementia: Comment on Woollams, Lambon Ralph, Plaut, and Patterson (2007). *Psychological Review*, 117(1), 256-272.
- Cumming, T. B., Patterson, K., Verfaellie, M., & Graham, K. S. (2006). One bird with two stones: Abnormal word length effects in pure alexia and semantic dementia. *Cognitive Neuropsychology*, 23(8), 1130-1161.
- Demb, J. B., Desmond, J. E., Wagner, A. D., Vaidya, C. J., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. (1995). Semantic encoding and retrieval in the left inferior prefrontal cortex: a functional MRI study of task difficulty and process specificity. *Journal of Neuroscience*, 15(9), 5870-5878.
- Denkova, E., Botzung, A., & Manning, L. (2006). Neural correlates of remembering/knowing famous people: An event-related fMRI study. *Neuropsychologia*, 44(14), 2783-2791.
- Devlin, J. T., Russell, R. P., Davis, M. H., Price, C. J., Wilson, J., Moss, H. E., . . . Tyler, L. K. (2000). Susceptibility-induced loss of signal: comparing PET and fMRI on a semantic task. *Neuroimage*, 11(6), 589-600.

- Diehl, J., Grimmer, T., Drzezga, A., Riemenschneider, M., Förstl, H., & Kurz, A. (2004). Cerebral metabolic patterns at early stages of frontotemporal dementia and semantic dementia. A PET study. *Neurobiology of aging*, *25*(8), 1051-1056.
- Embleton, K. V., Haroon, H. A., Morris, D. M., Lambon-Ralph, M. A., & Parker, G. J. (2010). Distortion correction for diffusion-weighted MRI tractography and fMRI in the temporal lobes. *Human brain mapping*, *31*(10), 1570-1587.
- Funnell, E. (1996). Response Biases in Oral Reading: An Account of the Co-occurrence of Surface Dyslexia and Semantic Dementia. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *49A*(2), 417-446.
- Fushimi, T., Komori, K., Ikeda, M., Patterson, K., Ijuin, M., & Tanabe, H. (2003). Surface dyslexia in a Japanese patient with semantic dementia: evidence for similarity-based orthography-to-phonology translation. *Neuropsychologia*, *41*(1644-1658).
- Fushimi, T., Komori, K., Ikeda, M., Lambon-Ralph, M. A., & Patterson, K. (2009). The association between semantic dementia and surface dyslexia in Japanese. *Neuropsychologia*, *47*, 1061-1068.
- Galton, C. J., Patterson, K., Graham, K., Lambon-Ralph, M. A., Williams, G., Antoun, N., . . . Hodges, J. (2001). Differing patterns of temporal atrophy in Alzheimer's disease and semantic dementia. *Neurology*, *57*(2), 216-225.
- Gold, B. T., Balota, D. A., Cortese, M. J., Sergent-Marshall, S. D., Snyder, A. Z., Salat, D. H., . . . Buckner, R. L. (2005). Differing neuropsychological and neuroanatomical correlates of abnormal reading in early-stage semantic dementia and dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychologia*, *43*, 833-846.

- Gold, B. T., Balota, D. A., Jones, S. J., Powell, D. K., Smith, C. D., & Andersen, A. H. (2006). Dissociation of automatic and strategic lexical-semantics: functional magnetic resonance imaging evidence for differing roles of multiple frontotemporal regions. *The Journal of Neuroscience*, *26*(24), 6523-6532.
- Gorno-Tempini, M., Hillis, A., Weintraub, S., Kertesz, A., Mendez, M., Cappa, S., . . . Boeve, B. (2011). Classification of primary progressive aphasia and its variants. *Neurology*, *76*(11), 1006-1014.
- Gorno-Tempini, M. L., Dronkers, N. F., Rankin, K. P., Ogar, J. M., Phengrasamy, L., Rosen, H. J., . . . Miller, B. L. (2004). Cognition and anatomy in three variants of primary progressive aphasia. *Annals of neurology*, *55*(3), 335-346.
- Graham, K. S., Hodges, J. R., & Patterson, K. (1994). The Relationship Between Comprehension and Oral Reading in Progressive Fluent Aphasia. *Neuropsychologia*, *32*(3), 299-316.
- Graham, N. L., Patterson, K., & Hodges, J. R. (2000). The impact of semantic memory impairment on spelling: evidence from semantic dementia. *Neuropsychologia*, *38*, 143-163.
- Hillis, A. E., & Caramazza, A. (1991). Mechanisms for accessing lexical representations for output: evidence for a category-specific semantic deficit. *Brain and Language*, *40*, 106-144.
- Hodges, J. R., Martinos, M., Woollams, A. M., Patterson, K., & Adlam, A.-L. R. (2008). Repeat and point: differentiating semantic dementia from progressive non-fluent aphasia. *Cortex*, *44*(9), 1265-1270.

- Hodges, J. R., & Patterson, K. (2007). Semantic dementia: a unique clinicopathological syndrome. *The Lancet Neurology*, *6*(11), 1004-1014.
- Hodges, J. R., Patterson, K., Oxbury, S., & Funnell, E. (1992). Semantic dementia : Progressive fluent aphasia with temporal lobe atrophy. *Brain*, *115*(6), 1783-1806.
- Hoffman, P., Evans, G. A. L., & Lambon Ralph, M. A. (2014). The anterior temporal lobes are critically involved in acquiring new conceptual knowledge: Evidence for impaired feature integration in semantic dementia. *Cortex*, *50*, 19-31.
- Hosogi Senaha, M. L., Caramelli, P., Nitrini, R., Charchat-Fichman, H., & Weekes, B. S. (2006). Semantic dementia without surface dyslexia in Portuguese. *Brain and Language*, *99*, 42-43.
- Joubert, S., Brambati, S. M., Ansado, J., Barbeau, E. J., Felician, O., Didic, M., . . . Kergoat, M.-J. (2010). The cognitive and neural expression of semantic memory impairment in mild cognitive impairment and early Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, *48*(4), 978-988.
- Lambon-Ralph, M. A., Pobric, G., & Jefferies, E. (2009). Conceptual knowledge is underpinned by the temporal pole bilaterally: convergent evidence from rTMS. *Cerebral Cortex*, *19*(4), 832-838.
- Luzzi, S., Snowden, J. S., Neary, D., Coccia, M., Provinciali, L., & Lambon-Ralph, M. A. (2007). Distinct patterns of olfactory impairment in Alzheimer's disease, semantic dementia, frontotemporal dementia, and corticobasal degeneration. *Neuropsychologia*, *45*(8), 1823-1831.
- Martin, A. (2007). The representation of object concepts in the brain. *Annu. Rev. Psychol.*, *58*, 25-45.

- Mayberry, E. J., Sage, K., & Lambon-Ralph, M. A. (2011). At the edge of semantic space: the breakdown of coherent concepts in semantic dementia is constrained by typicality and severity but not modality. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(9), 2240-2251.
- McKay, A., Castles, A., Davis, C., & Savage, G. (2007). The impact of progressive semantic loss on reading aloud. *Cognitive Neuropsychology*, 24(2), 162-186.
- Mechelli, A., Friston, K. J., Frackowiak, R. S., & Price, C. J. (2005). Structural covariance in the human cortex. *The Journal of Neuroscience*, 25(36), 8303-8310.
- Mechelli, A., Sartori, G., Orlandi, P., & Price, C. J. (2006). Semantic relevance explains category effects in medial fusiform gyri. *Neuroimage*, 30(3), 992-1002.
- Mesulam, M., Grossman, M., Hillis, A., Kertesz, A., & Weintraub, S. (2003). The core and halo of primary progressive aphasia and semantic dementia. *Annals of neurology*, 54(S5), S11-S14.
- Miceli, G., Capasso, R., & Caramazza, A. (1994). The interaction of lexical and sublexical processes in reading, writing and repetition. *Neuropsychologia*, 32, 317-333.
- Mummery, C. J., Patterson, K., Price, C., Ashburner, J., Frackowiak, R., & Hodges, J. R. (2000). A voxel-based morphometry study of semantic dementia: relationship between temporal lobe atrophy and semantic memory. *Annals of neurology*, 47(1), 36-45.
- Noble, K., Glosser, G., & Grossman, M. (2000). Oral Reading in Dementia. *Brain and Language*, 74, 48-69.

- Pascual-Leone, A., Walsh, V., & Rothwell, J. (2000). Transcranial magnetic stimulation in cognitive neuroscience—virtual lesion, chronometry, and functional connectivity. *Current opinion in neurobiology*, *10*(2), 232-237.
- Patterson, K., & Hodges, J. R. (1992). Deterioration of Word Meaning: Implications for Reading. *Neuropsychologia*, *30*(12), 1025-1040.
- Patterson, K., Nestor, P. J., & Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*(12), 976-987.
- Patterson, K., Lambon-Ralph, M. A., Jefferies, E., Woollams, A., Jones, R., Hodges, J. R., & Rogers, T. T. (2006). ‘Presemantic’ Cognition in Semantic Dementia: Six Deficits in Search of an Explanation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*(2), 169-183.
- Plaut, D. C., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S., & Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, *103*, 56-115.
- Pobric, G., Jefferies, E., & Lambon-Ralph, M. A. (2007). Anterior temporal lobes mediate semantic representation: mimicking semantic dementia by using rTMS in normal participants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(50), 20137-20141.
- Rabinovici, G. D., Jagust, W. J., Furst, A. J., Ogar, J. M., Racine, C. A., Mormino, E. C., . . . Miller, B. L. (2008). A β amyloid and glucose metabolism in three variants of primary progressive aphasia. *Annals of neurology*, *64*(4), 388-401.

- Rogers, T. T., Lambon-Ralph, M. A., Garrard, P., Bozeat, S., McClelland, J. L., Hodges, J. R., & Patterson, K. (2004). Structure and deterioration of semantic memory: a neuropsychological and computational investigation. *Psychological review*, *111*(1), 205.
- Rosen, H. J., Kramer, J. H., Gorno-Tempini, M. L., Schuff, N., Weiner, M., & Miller, B. L. (2002). Patterns of cerebral atrophy in primary progressive aphasia. *The American journal of geriatric psychiatry*, *10*(1), 89-97.
- Sakurai, Y., Tsuchiya, K., Oda, T., Hori, K., Tominaga, I., Akiyama, H., . . . Mannen, T. (2006). Ubiquitin-positive frontotemporal lobar degeneration presenting with progressive Gogi (word-meaning) aphasia. A neuropsychological, radiological and pathological evaluation of a Japanese semantic dementia patient. *Journal of the Neurological Sciences*, *250*, 3-9.
- Schwartz, M. F., Marin, O. S., & Saffran, E. M. (1979). Dissociations of language function in dementia: A case study. *Brain and Language*, *7*, 277-306.
- Snowden, J. S., Goulding, P., & Neary, D. (1989). Semantic dementia: A form of circumscribed cerebral atrophy. *Behavioural Neurology*.
- Suh, M. K., Kim, E.-J., Lee, B. H., Seo, S. W., Chin, J., Kang, S. J., & Na, D. L. (2010). Hanja (Ideogram) alexia and agraphia in patients with semantic dementia. *Neurocase: The Neural Basis of Cognition*, *16*(2), 146-156.
- Tranel, D., Grabowski, T. J., Lyon, J., & Damasio, H. (2005). Naming the same entities from visual or from auditory stimulation engages similar regions of left inferotemporal cortices. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(8), 1293-1305.

- Vandenberghe, R., Price, C., Wise, R., Josephs, O., & Frackowiak, R. (1996). Functional anatomy of a common semantic system for words and pictures. *Nature*, 383(6597), 254-256.
- Visser, M., Jefferies, E., & Ralph, M. L. (2010). Semantic processing in the anterior temporal lobes: a meta-analysis of the functional neuroimaging literature. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(6), 1083-1094.
- Ward, J., Stott, R., & Parkin, A. J. (2000). The role of semantics in reading and spelling: evidence for the 'summation hypothesis'. *Neuropsychologia*, 38, 1643-1653.
- Warrington, E. K. (1975). The selective impairment of semantic memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27(4), 635-657.
- Weekes, B. S., & Chen, H. Q. (1999). Surface Dyslexia in Chinese. *Neurocase*, 5, 161-172.
- Wible, C. G., Han, S. D., Spencer, M. H., Kubicki, M., Niznikiewicz, M. H., Jolesz, F. A., . . . Nestor, P. (2006). Connectivity among semantic associates: an fMRI study of semantic priming. *Brain and language*, 97(3), 294-305.
- Wilson, M. A., Joubert, S., Ferré, P., Belleville, S., Ansaldi, A. I., Joanette, Y., . . . Brambati, S. M. (2012). The role of the left anterior temporal lobe in exception word reading: Reconciling patient and neuroimaging findings. *NeuroImage*, 60, 2000-2007.
- Wilson, M. A., & Martínez-Cuitino, M. (2012). Semantic dementia without surface dyslexia in Spanish: Unimpaired reading with impaired semantics. *Behavioural Neurology*, 25, 273-284.

- Wilson, S. M., Henry, M. L., Besbris, M., Ogar, J. M., Dronkers, N. F., Jarrold, W., . . . Gorno-Tempini, M. L. (2010). Connected speech production in three variants of primary progressive aphasia. *Brain*, *133*(7), 2069-2088.
- Woollams, A. M., Lambon-Ralph, M. A., Plaut, D. C., & Patterson, K. (2007). SD-Squared: On the Association Between Semantic Dementia and Surface Dyslexia. *Psychological Review Copyright by the American Psychological Association*, *114*(2), 316-339.
- Wu, X.-q., Liu, X.-j., Sun, Z.-c., Chromik, L., & Zhang, Y.-w. (2014). Characteristics of dyslexia and dysgraphia in a Chinese patient with semantic dementia. *Neurocase: The Neural Basis of Cognition*, 1-10.