

DEPARTEMENT ORTHOPHONIE  
FACULTE DE MEDECINE  
Pôle Formation  
59045 LILLE CEDEX  
Tél : 03 20 62 76 18  
*departement-orthophonie@univ-lille.fr*



 **Université  
de Lille**

 **ufr35**  
faculté  
de médecine

# MEMOIRE

En vue de l'obtention du  
Certificat de Capacité d'Orthophoniste  
présenté par

**Cléo CELLIÉ**

soutenu publiquement en juin 2022

## **Caractérisation des troubles du langage post-AVC et corrélats neuro-anatomiques**

MÉMOIRE dirigé par

**Étienne ALLART**, Docteur en médecine physique et de réadaptation,  
Hôpital Swynghedauw, CHU de Lille.

**Anahita BASIRAT**, Maître de conférences, Université de Lille.

Mémoire réalisé dans le cadre du Parcours Recherche

Lille – 2022

---

## Remerciements

Je tiens à remercier mes directeurs de mémoire, le Docteur Allart et Madame Basirat, pour la qualité de leur accompagnement tout au long de ce travail, leur disponibilité ainsi que pour leur investissement dans mon parcours recherche et leurs précieux conseils.

Je remercie mes maîtres de stage pour leur accueil, le temps qu'elles m'ont consacré et la richesse de leurs enseignements, qu'ils soient techniques ou relationnels.

Je remercie l'ensemble de l'équipe pédagogique et administrative du Département d'Orthophonie, qui, malgré les conditions particulières rencontrées durant notre cursus, s'est appliquée à nous accompagner le mieux possible.

Merci à mes amies de promotion qui ont contribué, par leur sérieux et leur conscience professionnelle, à me tirer vers le haut, sans oublier notre complicité et les bons moments passés ensemble.

Enfin, merci à mes parents pour leur écoute, leurs encouragements et leur soutien dans mon projet. Merci à Camille, Adeline et Paloma pour leur amitié inestimable, et merci à Mathias sur qui j'ai toujours pu compter, infailliblement.

---

## **Résumé :**

Les manifestations des troubles du langage post-AVC dépendent de l'impact des réseaux neuronaux cérébraux. Les liens entre lésions cérébrales et symptômes sont identifiables avec la méthode d'imagerie voxel-based lesion symptom mapping (VLSM). Par ailleurs, la part des troubles cognitifs dans les troubles langagiers demeure souvent difficile à établir. À partir des scores obtenus par des patients lors de bilans orthophoniques réalisés dans un service de rééducation du CHU de Lille, nous avons constitué une base de données. Nous avons quatre objectifs : décrire les troubles langagiers post-AVC, analyser les corrélations entre ces troubles ainsi qu'avec les troubles exécutifs et attentionnels, et débiter l'analyse des corrélats neuroanatomiques à partir de la technique VLSM. Les résultats nous ont permis une première caractérisation de la population et des troubles langagiers et d'observer des corrélations entre eux. En revanche, nous n'avons retrouvé que peu de liens significatifs entre les troubles langagiers et cognitifs, probablement en raison des faibles effectifs de patients évalués dans ces deux domaines. Enfin, nous avons utilisé la technique VLSM pour identifier les lésions responsables des scores pathologiques obtenus en compréhension syntaxique et dénomination orale. Les résultats trouvés attestent de la faisabilité de la méthode et correspondent aux données de la littérature actuelle. L'enrichissement de la base de données créée permettra de préciser les liens entre troubles langagiers et cognitifs. À terme, cette recherche aidera la compréhension des symptômes langagiers post-AVC et leur prise en charge.

## **Mots-clés :**

AVC, troubles du langage, évaluation orthophonique, fonctions exécutives, corrélats neuro-anatomiques, VLSM, base de données

---

**Abstract :**

The manifestations of post-stroke language disorders depend on the impact of brain neural networks. The links between brain lesions and symptoms can be identified with the voxel-based lesion symptom mapping (VLSM) imaging method. Furthermore, the contribution of cognitive disorders to language disorders is often difficult to establish. From the scores obtained by patients during speech and language therapy assessments carried out in a rehabilitation department of the Lille University Hospital, we built a database. We had four objectives: to describe post-stroke language disorders, to analyse the correlations between these disorders and with executive and attentional disorders, and to begin the analysis of neuroanatomical correlates using the VLSM technique. The results allowed us to characterise the population and the language disorders and to observe correlations between them. On the other hand, we found few significant links between language and cognitive disorders, probably due to the small number of patients assessed in these two domains. Finally, we used the VLSM technique to identify the lesions responsible for the pathological scores obtained in syntactic understanding and oral naming. The results found attest to the feasibility of the method and correspond to the data in the current literature. The enrichment of the database created will help to clarify the links between language and cognitive disorders. Forward, this research will help in the understanding and treatment of post-stroke language symptoms.

**Keywords :**

Stroke, language disorders, executive functions, neuroanatomical correlate, VLSM, database

---

# Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Contexte théorique, buts et hypothèses.....</b>	<b>2</b>
1. Troubles du langage.....	2
1.1. Troubles de la compréhension.....	2
1.2. Troubles de la production.....	3
1.3. Troubles de la répétition.....	4
2. Langage et fonctions cognitives.....	4
2.1. Langage et fonctions exécutives.....	4
2.1.1. Le rôle des fonctions exécutives dans le langage.....	4
2.1.2. Manifestations cliniques des troubles dysexécutifs dans l'aphasie post-AVC... 5	5
2.2. Processus attentionnels dans le langage.....	6
2.2.1. L'attention dans le langage.....	6
2.2.2. Troubles de l'attention et aphasie.....	6
3. Corrélats neuroanatomiques des troubles du langage.....	7
3.1. Régions cérébrales dédiées au langage.....	7
3.2. Corrélats neuronaux des troubles langagiers.....	8
3.3. Techniques de neuroimagerie : le Voxel-Based Lesion-Symptom Mapping (VLSM).....	9
4. Objectifs.....	10
<b>Méthode.....</b>	<b>11</b>
1. Constitution de la base de données.....	11
1.1. Population étudiée.....	11
1.2. Évaluation orthophonique.....	11
1.2.1. Batteries de tests utilisées en fonction des domaines langagiers.....	11
1.2.2. Interprétation des scores issus des bilans orthophoniques.....	12
1.3. Évaluation neuropsychologique.....	13
1.3.1. Tests utilisés pour l'évaluation des fonctions exécutives.....	13
1.3.2. Tests utilisés pour l'évaluation de l'attention.....	13
2. Analyses statistiques.....	13
3. Recueil et traitement des données IRM.....	13
<b>Résultats.....</b>	<b>14</b>
1. Description de la population.....	14
2. Description des troubles langagiers.....	15
3. Description des troubles des fonctions cognitives.....	16
4. Relation des troubles langagiers entre eux et avec les troubles exécutifs et attentionnels.....	17
4.1. Troubles langagiers entre eux.....	17
4.1.1. Compréhension.....	18
4.1.2. Production.....	19
4.1.3. Compréhension vs. Production.....	19
4.2. Troubles langagiers et fonctions cognitives.....	20
4.2.1. Troubles langagiers et fonction exécutives.....	20
4.2.2. Troubles langagiers et attention.....	21
5. Corrélats neuro-anatomiques.....	21
<b>Discussion.....</b>	<b>22</b>
1. Corrélations entre les troubles langagiers.....	22
1.1. Troubles de la compréhension et appariement sémantique.....	23
1.2. Troubles de la dénomination orale et troubles des fluences.....	23
1.3. Troubles de la compréhension et de la production.....	24
1.4. Troubles lexicaux et syntaxiques.....	24

---

2. Corrélations entre les troubles langagiers et les fonctions cognitives.....	25
2.1. Corrélations statistiques entre les troubles langagiers et les fonctions exécutives...	25
2.2. Corrélations entre les troubles langagiers et attentionnels.....	26
3. Corrélats neuro-anatomiques.....	27
3.1. Compréhension syntaxique.....	27
3.2. Dénomination orale.....	27
4. Limites de notre étude.....	28
5. Perspectives.....	29
6. Liens avec l'orthophonie.....	29
<b>Conclusion.....</b>	<b>30</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>31</b>
<b>Liste des annexes.....</b>	<b>39</b>
Annexe n°1 : Détails des tests langagiers.....	39
Annexe n°2 : Détails des corrélations entre les troubles langagiers.....	39
Annexe n°3 : Tableaux des corrélations entre troubles langagiers et cognitifs.....	39

# Introduction

Les accidents vasculaires cérébraux (AVC) sont caractérisés par « un arrêt brutal de la circulation sanguine dans une partie du cerveau, provoquant la mort de cellules cérébrales » (Chomel-Guillaume et al., 2021). Les séquelles qui en découlent sont nombreuses et souvent persistantes dans le temps. Elles dépendent de la localisation de la lésion, de son ampleur ainsi que de caractéristiques propres au patient (notamment son âge, son niveau d'études, sa latéralité, etc.) (Kahlaoui & Ansaldo, 2009). Trois périodes post-AVC sont décrites : la phase aiguë qui commence dès l'AVC et se termine environ quinze jours après, la phase subaiguë qui est délimitée entre quinze jours et six mois post-AVC et la phase chronique, qui peut durer plusieurs années. La récupération spontanée des troubles langagiers s'observe majoritairement lors de la phase subaiguë (Kiran & Thompson, 2019).

Les AVC sont susceptibles d'impacter un ou plusieurs réseaux neuronaux dédiés au langage. Dans ce cas, les patients présentent une aphasie dont les symptômes diffèrent selon les régions lésées. Les troubles langagiers observés chez les patients résultent donc de l'atteinte de réseaux neuronaux, plutôt que de lésions d'aires spécialisées, bien que les atteintes soient focales (Planton & Démonet, 2012 ; Siegel et al., 2019). L'identification de ces réseaux neuronaux impliqués dans le langage est la cible de plusieurs études réalisées ces dernières décennies, ayant l'objectif de mieux comprendre le fonctionnement du langage et le lien entre les troubles langagiers, ainsi que de mieux prendre en charge les patients présentant une aphasie post-AVC.

L'intrication des troubles du langage et d'autres fonctions cognitives complexes est à prendre en compte dans l'évolution des aphasies. En effet, les troubles langagiers peuvent résulter de l'atteinte de réseaux spécifiquement dédiés au langage mais également de réseaux dédiés à des fonctions cognitives autres telles que l'attention ou les fonctions exécutives (Godefroy, 2001 ; Schumacher et al., 2019). La distinction entre un déficit purement langagier et un trouble attentionnel ou dysexécutif reste difficile à établir.

Ce mémoire s'inscrit dans la constitution d'une base de données langage élaborée à partir de résultats à des tests de langage de patients ayant eu un AVC, hospitalisés à Swynghedauw récoltés entre 2010 et 2020. Ces données quantitatives sont issues des bilans orthophoniques effectués lors de la phase subaiguë post-AVC et renseignent les résultats des patients à des tests de langage normés.

L'analyse des données avait quatre objectifs : (i) décrire la prévalence des types de troubles du langage suite à un AVC ; (ii) étudier les liens entre les différentes atteintes langagières ; (iii) étudier les liens entre troubles du langage et troubles des fonctions cognitives (troubles dysexécutifs et attentionnels) ; et (iv) débiter l'analyse des corrélats neuro-anatomiques des différents troubles du langage.

# Contexte théorique, buts et hypothèses

L'aphasie est l'une des séquelles les plus fréquentes suite à un accident vasculaire cérébral (De Boissezon et al, 2012). Selon Démonet et al. (2009), un tiers des AVC provoquerait une aphasie. Les manifestations cliniques et leur sévérité dépendent de la localisation des lésions des réseaux cérébraux. Ainsi, la compréhension et la production du langage sont susceptibles d'être altérées, à l'oral comme à l'écrit. Des études ont montré que la moitié des patients ayant une aphasie suite à un AVC garderont des séquelles persistantes (Pedersen et al., 1995). En effet, au-delà des aspects formels du langage, c'est la communication des patients qui est, de fait, altérée. L'aphasie peut donc fortement impacter la vie sociale des patients et dégrader ainsi leur qualité de vie (Laska et al., 2001 ; Lynch et al., 2008). Sa prise en charge est un enjeu important pour le suivi de ces personnes. Une caractérisation des troubles la plus précise possible permet une prise en charge mieux adaptée et de plus grandes chances de récupération.

## 1. Troubles du langage

Les troubles du langage susceptibles d'être présentés par un patient suite à un AVC sont multiples. Ils peuvent concerner tous les domaines langagiers (phonologie, lexicale, syntaxe, discours) pour chaque versant (compréhension et expression), à l'oral comme à l'écrit.

### 1.1. Troubles de la compréhension

Suite à un AVC, la compréhension du langage peut être altérée à différents niveaux.

- **Troubles phonologiques**

Le premier niveau concerne les unités infra-lexicales (phonèmes et syllabes) qui permettent de composer les mots (Chomel-Guillaume et al., 2021). Une atteinte de ce niveau engendre une surdité verbale : le patient ne reconnaît alors plus les sons qui forment les mots. Dans ce cas, les troubles de compréhension sont très sévères. Les patients ayant une surdité verbale ont des scores chutés aux épreuves de discrimination auditive (qui évalue la capacité à reconnaître si deux items donnés à l'oral sont similaires ou différents) et de décision lexicale (pour laquelle le patient doit juger si des items sont des mots existants ou non).

- **Troubles lexico-sémantiques**

Le deuxième niveau, fréquemment atteint suite à une aphasie, concerne les unités lexicales et sémantiques. Les patients concernés ne reconnaissent plus la signification des mots.

Le déficit peut toucher le système sémantique, auquel cas, quelles que soient les modalités de présentation des concepts, les patients ne les reconnaissent pas. L'épreuve d'appariement sémantique permet d'évaluer une potentielle atteinte du système sémantique en demandant au patient d'associer un item cible à un autre item parmi deux choix selon leur proximité sémantique.

En cas de difficultés de compréhension lexicale, il peut s'agir d'une atteinte de l'accès au système sémantique, via les voies phonologique ou visuelle. Dans ce cas l'épreuve d'appariement sémantique est réussie, mais pas l'épreuve de désignation lexicale (sous modalité orale et/ou écrite selon les atteintes des patients).

- **Troubles syntaxiques**

La syntaxe, qui est un processus plus élaboré, peut également être altérée en compréhension. Les phrases complexes et les textes ne sont ainsi plus compris par les patients. Ce domaine langagier est évalué avec des tâches de désignation d'images à partir de phrases (entendues ou lues par le patient) ayant une structure syntaxique complexe, ou avec la lecture d'un texte suivie de questions.

## **1.2. Troubles de la production**

On retrouve pour la production du langage les mêmes niveaux d'atteintes susceptibles que pour la compréhension.

- **Troubles phonologiques**

Au niveau phonologique, les troubles peuvent entraîner des transformations d'une ou plusieurs unités infra-lexicales et des erreurs segmentales (par addition, substitution, omission ou déplacement de phonèmes) dans le discours du patient. Des tâches de répétition, dénomination et lecture à voix haute permettent de les mettre en évidence.

- **Troubles lexico-sémantiques**

Les troubles lexico-sémantiques en production constituent fréquemment la plainte principale des patients (Weill-Chounlamounry et al., 2014). Un manque du mot – ou anomie – se manifeste lorsque le patient possède le concept sémantique mais ne retrouve pas la forme phonologique (ou graphique) du mot cible. Les paraphasies verbales correspondent au remplacement du mot cible par un autre, soit sans lien avec le mot cible, soit avec un lien sémantique, phonologique ou mixte. De la même manière, des néologismes (termes n'existant pas) peuvent ponctuer le discours des patients ayant une aphasie. Des tâches de dénomination, de fluences, de description de scènes imagées et d'évocation sur définitions permettent de repérer un manque du mot tandis que des tâches plus complexes telles que la concaténation de phrases, les définitions, des évocations de synonymes et de contraires permettent de révéler un trouble portant plutôt sur le langage élaboré. À l'écrit, ce trouble peut se manifester avec des paraphasies lexicales, des paraphasies littérales (par des ajouts, des omissions, des substitutions de lettres notamment), ou des paraphasies graphémiques (certains graphèmes sont substitués par d'autres phonologiquement proches) (Chomel-Guillaume et al., 2021). Selon Sinanović et al. (2011), les troubles de la lecture et de l'écriture post-AVC sont les plus fréquents.

- **Troubles syntaxiques**

Au niveau syntaxique, il n'est pas rare que les patients conservent la production de phrases automatiques telles que « Je ne sais pas » ou « C'est très dur ». Dans leur discours spontané, des simplifications syntaxiques peuvent être observées avec un emploi des syntagmes nominaux et verbaux privilégié et la moindre utilisation de connecteurs logiques ou autres mots grammaticaux qui sont moins utilisés (en cas de dyssyntaxie) voire absents (en cas d'agrammatisme). Des substitutions entre mots lexicaux et/ou mots grammaticaux sont aussi susceptibles d'intervenir. En plus de l'entretien entre le professionnel et le patient, certaines tâches permettent de mettre en évidence les troubles de la syntaxe telles que des descriptions d'images, des concaténations de phrases, l'élaboration de récit en production.

Le langage écrit en production post-AVC est parfois impossible à évaluer du fait de difficultés motrices. En effet, une hémiplégié du membre supérieur droit suite à un AVC de l'hémisphère gauche est fréquente (Pollock et al., 2014).

### **1.3. Troubles de la répétition**

Les troubles de la répétition permettaient de faire la distinction entre les différents types d'aphasie selon l'ancienne classification.

Cette tâche, considérée comme une « transposition », met en jeu la production du langage – aux niveaux phonétique et phonologique – mais également la compréhension du langage. En effet, les travaux de Tsvetkova (1976) ont mis en évidence le lien entre les troubles de la compréhension du langage et ceux de la répétition post-AVC. Chomel et al. (2021) évoquent trois voies susceptibles d'être atteintes en cas d'altération de la répétition. La première est la voie phonologique, en cas d'altération, la répétition de non-mots est impossible puisqu'elle n'attribue pas de sens aux mots répétés. La deuxième voie est la voie lexico-sémantique. Elle permet la reconnaissance du mot répété étant donné qu'elle transite par le système sémantique qui attribue du sens à la cible. Enfin, la troisième voie est la voie lexicale directe non sémantique qui reconnaît le mot mais n'y attribue pas de sens. Ces travaux, synthèse des dernières découvertes, rejoignent l'observation des travaux de Tsvetkova (1976) sur le lien entre compréhension et répétition.

## **2. Langage et fonctions cognitives**

Les fonctions cognitives (fonctions exécutives, attention, mémoire) sont sous-tendues par de nombreux réseaux cérébraux, il n'est donc pas rare qu'elles soient altérées suite à un AVC. La revue systématique de Fonseca et al. (2016) a montré que les patients ayant une aphasie suite à un AVC obtiennent des scores moins bons dans les épreuves évaluant les fonctions cognitives par rapport aux sujets ayant eu un AVC sans séquelle langagière ou aux sujets sains. Les performances cognitives des personnes avec aphasie sont, certes, liées à la gravité de l'aphasie, mais elles ne peuvent être expliquées uniquement par celle-ci (Fucetola et al., 2009). Des atteintes de l'attention et des fonctions exécutives pourraient expliquer les variations de performances intra-individuelles des personnes ayant une aphasie.

### **2.1. Langage et fonctions exécutives**

Godefroy (2001) identifie cinq fonctions exécutives : la flexibilité, l'inhibition, la planification, l'élaboration/déduction et la coordination de deux tâches (ou double tâche). La flexibilité permet de passer d'une pensée à une autre, d'un processus engagé à un autre. L'inhibition intervient lorsque l'on empêche un élément perturbateur de nous distraire. La planification intervient pour programmer, ordonner. La déduction et l'élaboration sont des mécanismes permettant de résoudre un problème logique et d'élaborer un raisonnement. Enfin, la double tâche intervient lorsque l'on réalise deux tâches de façon concomitante (Godefroy & GREFEX, 2004).

Les fonctions exécutives sont souvent altérées suite à un AVC (Rodrigues et al., cités dans Olsson et al., 2019) et prédisent fortement l'évolution de l'aphasie post-AVC (Fedorenko, 2014 ; Schumacher et al., 2019 ; Shea-Shumsky et al., 2019).

#### **2.1.1. Le rôle des fonctions exécutives dans le langage**

Les fonctions exécutives jouent un rôle dans la communication fonctionnelle (Fridriksson et al., 2006 ; Olsson et al., 2019). Fedorenko (2014) a montré que les fonctions exécutives sont parfois recrutées pour la compréhension du langage sans en être responsables, en prenant l'exemple

notamment de patients ayant des pathologies neurodégénératives qui altèrent fortement les fonctions exécutives et non la compréhension du langage élaboré. Néanmoins, les fonctions exécutives pourraient accélérer le traitement du langage, grâce à un traitement prédictif, donc non obligatoire à la compréhension (Fedorenko, 2014). D'autres auteurs, en désaccord, pensent que les fonctions exécutives ont leur importance dans la compréhension du langage en lui-même, notamment pour la compréhension de structures syntaxiques complexes (Caplan, 2014).

Le rôle des fonctions exécutives est plus largement reconnu pour la production du langage (Fedorenko, 2014). Dans une étude menée par Strijkers et al. (2011), les auteurs, en comparant le comportement de personnes devant une tâche de désignation et devant une tâche de dénomination, ont montré que l'intention de parler (présente pour la tâche de dénomination et absente pour la désignation) accélérerait la production langagière, impliquant ainsi la planification et l'élaboration.

Schumacher et al. (2019) suggèrent que trois composantes doivent être évaluées en plus du langage dans le cadre de l'aphasie : les capacités d'inhibition-génération, de mise à jour et de vitesse de traitement de l'information. D'après leurs travaux, la récupération des patients présentant une aphasie dépend, certes, de la sévérité des troubles langagiers, mais également de la sévérité de l'atteinte des fonctions attentionnelles et exécutives.

### **2.1.2. Manifestations cliniques des troubles dysexécutifs dans l'aphasie post-AVC**

Comme nous l'avons vu, les troubles des fonctions exécutives sont fréquents chez les patients ayant une aphasie. Ceci peut s'expliquer par le fait que les réseaux corticaux et sous-corticaux traitant le langage et les fonctions exécutives se recouvrent largement (Olsson et al., 2019). Toutefois, ces mêmes auteurs stipulent que lorsque les aspects formels du langage sont altérés, les fonctions exécutives préservées peuvent être des ressources aux autres moyens de communication.

D'un point de vue clinique, les répercussions des troubles des fonctions exécutives peuvent agir à plusieurs niveaux sur le langage du patient. Certains auteurs pensent d'ailleurs que les symptômes des patients présentant une aphasie sont en partie dus aux dysfonctionnements exécutifs (Martin & Allen, 2008).

Les travaux d'Olsson et al. (2019) ont abouti à la conclusion que les patients ayant une aphasie non fluente avaient une communication fonctionnelle moins efficace et des fonctions exécutives plus altérées que les patients avec une aphasie fluente, ce qui rejoint le postulat que les fonctions exécutives auraient un rôle dans les compétences communicationnelles. Plus l'aphasie serait sévère, plus les atteintes exécutives le seraient également.

Un trouble de l'inhibition pourrait engendrer la production d'écholalies, de stéréotypies ou impacter la fluence du patient, le rendant logorrhéique ou mutique (Godefroy et al., 2004). Martin et Allen (2008) ont mis en évidence qu'une altération de l'inhibition engendrait une difficulté à empêcher la survenue des représentations sémantiques proches des termes lexicaux perçus ou voulant être produits, conduisant à de sévères troubles de la compréhension et la manifestation de paraphasies sémantiques.

Concernant les persévérations (qui correspondent à la répétition systématique d'un mot ou énoncé), deux hypothèses explicatives sont émises. Elles pourraient découler d'un défaut d'inhibition (Andrès et al., 2004), les patients seraient alors incapables d'inhiber des énoncés « automatiques ». La deuxième hypothèse, formulée par Berthoz (2003), stipule que les persévérations découlent d'un défaut de flexibilité. Dans ce dernier cas, les patients ne pourraient pas se désengager d'un processus cognitif en cours.

Mazaux et al. (2007) se sont intéressés à la dyssyntaxie et évoquent pour cause une baisse de ces processus de contrôle plutôt qu'une atteinte strictement langagière.

Le fait d'entraîner les fonctions exécutives améliore les performances langagières des patients qui ont une aphasie. Toutefois, les relations entre atteintes des fonctions exécutives et troubles du langage sont encore en partie mal identifiées (Trauchessec, 2018 ; Olsson et al., 2019 ; Simic et al., 2019).

## **2.2. Processus attentionnels dans le langage**

L'attention est une fonction complexe qui regroupe plusieurs types, différenciés en fonction de leur intensité et de leur sélectivité.

La notion d'intensité permet de distinguer l'alerte tonique (vitesse à laquelle on répond à une stimulation sans signal avertisseur) et l'alerte phasique (vitesse à laquelle on répond à une stimulation après un signal avertisseur). La vigilance et l'attention soutenue requièrent toutes les deux une intensité attentionnelle élevée, avec comme différence une présence de cibles de l'attention rares pour la vigilance et fréquentes pour l'attention soutenue.

La sélectivité décrit la qualité de l'attention et permet de distinguer l'attention sélective (une unique cible de l'attention) de l'attention divisée (plusieurs cibles à traiter simultanément).

### **2.2.1. L'attention dans le langage**

L'attention joue un rôle important dans le langage (Murray, 2012). Les capacités d'attention complexes (attention sélective, partagée, etc.) tout comme les capacités d'attention plus simples (attention auditive ou visuelle notamment) sont essentielles pour la compréhension et la production du langage.

Hula et McNeil (2008) ont appliqué un modèle de goulot central de l'attention au modèle de Dell. Ce dernier est un modèle langagier dit « connexionniste ». Il implique trois niveaux de traitements effectués lors de l'identification de mots : le traitement sémantique, le traitement phonémique et le traitement des lemmes. Chacun de ces traitements est susceptible d'exercer une rétroaction sur les autres en fonction du degré d'activation de la cible (Dell, 1986). Ainsi, selon Hula et McNeil (2008), le traitement pré-central de l'attention correspondrait à la reconnaissance de la cible et la sélection des lemmes, le traitement central correspondrait à la sélection de la forme phonologique des mots et la phase post-centrale serait l'assemblage des phonèmes puis la production motrice du mot. La conclusion de leur expérience stipule que les capacités de traitement central des patients présentant une aphasie suite à un AVC sont limitées par rapport à celles de sujets contrôle. En liant les deux modèles langagier et attentionnel, ils ont voulu démontrer que les étapes peuvent se superposer d'un modèle à l'autre et que chaque étape est susceptible d'influencer une étape antérieure ou ultérieure. Leurs résultats sont à prendre avec précaution du fait du faible effectif des sujets (quinze patients avec aphasie).

### **2.2.2. Troubles de l'attention et aphasie**

Une des caractéristiques de l'aphasie est la variabilité des performances linguistiques des patients (Hula & McNeil, 2008 ; Murray, 2012). D'ailleurs, du fait de l'aspect transitoire de leurs troubles et la préservation de compétences métalinguistiques (la capacité à parler de la langue, chez les patients ayant une aphasie elle peut se manifester par des commentaires tels que « Je le sais mais je n'arrive pas à le dire »), Hula et McNeil (2008) estiment peu probable que les déficits de ces patients ne soient dus qu'à la lésion d'un centre du langage. Les déficits d'attention pourraient impacter le langage des patients présentant une aphasie et expliquer cette variabilité (Lee et al., 2018).

Plusieurs études ont mis en évidence des scores similaires obtenus entre patients présentant une aphasie et sujets sains dans des conditions de double tâche ou de pression temporelle (Kilborn ;

Dick et al., cités dans Hula & McNeil, 2008). Les travaux de Lee et al. (2018) montrent que la sévérité de l'aphasie est liée à la présence plus constante de troubles de l'attention.

En outre, des études ont montré des résultats bénéfiques de thérapie visant à rétablir l'attention des patients avec une aphasie sur leurs performances langagières (Lee et al., 2018). Cet aspect serait à creuser pour d'éventuelles pistes de rééducation futures.

Ces constatations remettent en question l'idée que les déficits des patients sont dus à des troubles purement linguistiques et suggèrent que des mécanismes sous-jacents, notamment exécutifs ou attentionnels, sont en cause.

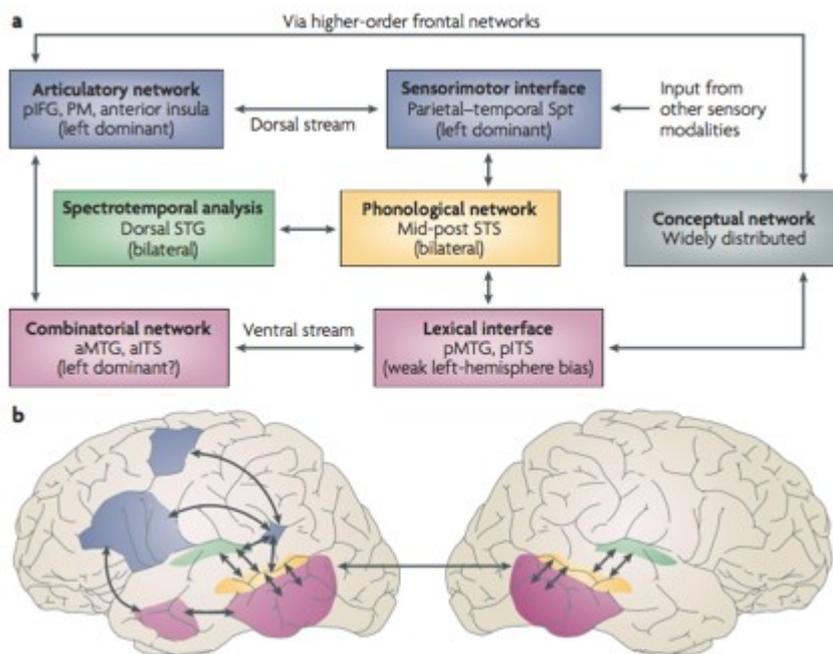
### 3. Corrélats neuroanatomiques des troubles du langage

Depuis le XIXe siècle, les liens entre troubles du langage acquis et lésions cérébrales sont sujets d'études. L'évolution des techniques d'imagerie a permis de préciser les zones des régions cérébrales impliquées dans le langage et leurs rôles spécifiques.

#### 3.1. Régions cérébrales dédiées au langage

Les études récentes montrent que les régions cérébrales dédiées au langage sont nombreuses et le rôle de la substance blanche est aujourd'hui largement admis (Bates et al., 2003 ; Dick et al., 2014 ; Mirman et al., 2015a ; Mirman et al., 2015b).

Schéma 1. Modèle langagier de Hickok et Poeppel (2007)



Un modèle du langage à double voie, proposé par Hickok et Poeppel (2007), prévaut aujourd'hui dans l'analyse des troubles langagiers par rapport à d'autres modèles (Rauscher & Scott, cités dans Fridriksson et al., 2018). Il est sommairement représenté ainsi : la voie dorsale aurait un rôle dans le traitement phonologique, mettant en lien son et articulation, en réception et en production et la voie ventrale aurait un rôle dans le traitement sémantique, mettant en lien son et sens, et serait principalement située au niveau des lobes temporaux. Duffau et al. (2014) ont présenté un modèle revisité dans lequel des réseaux corticaux et sous-corticaux reliant plusieurs régions cérébrales s'activeraient en parallèle afin d'effectuer ces traitements.

- **Voie dorsale**

La voie dorsale, décrite par Hickok et Poeppel (2007) parcourt donc les cortex frontal, temporal et pariétal (Dick et al., 2014 ; Mirman et al., 2015a) via le faisceau arqué (Sarubbo et al., 2020). Elle permettrait la mise en correspondance des sons de la parole entre eux. Selon Hickok et Poeppel (2007), la pars opercularis et la pars triangularis – qui forment l’aire de Broca – et les régions pré- et post-centrales ainsi que des parties du lobe pariétal composent la voie dorsale (Fridriksson et al., 2018). La production phonologique serait permise grâce au gyrus supramarginal qui s’étend dans les cortex post-central inférieur (situé dans le lobe pariétal), pré-central et prémoteur (situés dans le lobe frontal). La reconnaissance des sons de la parole serait quant à elle située dans le gyrus temporal supérieur, l’aire de Wernicke et une partie du planum temporale (Mirman et al., 2015a). Associée à la partie antérieure de l’insula, une des composantes des aires prémotrices, cette voie permet la fluence verbale (Bates et al., 2003 ; Flinker et al., 2015).

- **Voie ventrale**

La voie ventrale concerne principalement les traitements sémantiques (Hickok & Poeppel, 2007 ; Mirman et al., 2015a ; Dick et al., 2014). Le faisceau fronto-occipital inférieur (FFOI) de l’hémisphère gauche a un rôle dans la compréhension du langage. Il s’agit du seul faisceau qui a la particularité de se terminer dans les cortex occipital, temporal, pariétal et frontal. Il permet la correspondance entre les informations sensorielles et sémantiques (Sarubbo et al., 2020). Bates et al. (2003) ont trouvé comme centres assignés à la compréhension du langage le gyrus temporal moyen, le cortex préfrontal dorsolatéral et le cortex d’association pariétal. Le faisceau longitudinal inférieur et le faisceau unciné exécuteraient les traitements visuo-orthographiques : ils permettraient la reconnaissance des objets et la lecture (Dick et al., 2014). Ces faisceaux convergent vers un centre de substance blanche situé au niveau du lobe frontal et forment un goulot d’étranglement qui serait donc dédié à la reconnaissance sémantique (Mirman et al., 2015a). La production sémantique serait ainsi située au niveau du lobe temporal antérieur gauche.

Le traitement de la syntaxe se ferait dans les deux voies (Den Ouden et al., cités dans Fridriksson et al., 2018). Le traitement des structures syntaxiques simples serait effectué dans la voie ventrale tandis que celui des structures syntaxiques plus complexes dans la voie dorsale (Dick et al., 2014).

Concernant le discours spontané, une étude de Henseler et al. (2014) a mis en évidence le rôle du cortex temporal supérieur moyen et postérieur et du cortex pariétal inférieur.

Enfin, Abo et al. (2004) ont montré que les aires cérébrales activées lors de la répétition sont bilatérales. Ainsi, les gyri temporaux supérieurs, les pars triangularis et les pars opercularis, les aires Rolandiques, les aires motrices supplémentaires et les gyri temporaux inférieurs seraient impliqués dans la tâche de répétition. Dans l’hémisphère gauche, ces régions cérébrales sont aussi impliquées dans la compréhension et la production du langage.

### **3.2. Corrélats neuronaux des troubles langagiers**

Il est possible d’avoir une idée des troubles du langage qui découlent de lésions cérébrales observées à l’aide de l’imagerie cérébrale. En effet, bien que des variations existent, la distribution régionale des réseaux neuronaux dédiés au langage reste globalement similaire entre les individus (Caviness, cité dans Fridriksson et al., 2018). De plus, les AVC découlent fréquemment de l’occlusion de l’artère cérébrale moyenne (appelée aussi artère sylvienne). Par conséquent, les lésions d’un même territoire sont susceptibles d’entraîner les mêmes troubles langagiers chez les victimes d’AVC. Les lésions post-AVC peuvent concerner des régions corticales directement ou

indirectement à travers les faisceaux de substance blanche qui effectuent des liens entre différentes aires cérébrales. Des nœuds de substance blanche permettent les regroupements de plusieurs faisceaux issus de différentes régions cérébrales. Une lésion au niveau d'un tel nœud peut entraîner des perturbations sur tout le réseau concerné (Fridriksson et al., 2018).

Une étude menée par Mirman et al. (2015b) comparant les centres neuronaux qui soutiennent la reconnaissance sémantique et les erreurs de production lexicale (les paraphrasies sémantiques) a mis en évidence l'association entre déficits sémantiques et lésions de la substance blanche. En effet, les erreurs de reconnaissance sémantique étaient marquées par des lésions au niveau médial de l'insula et près des ganglions de la base ainsi que dans la substance blanche sous-jacente au gyrus frontal moyen. Au sujet des erreurs de production au niveau lexical, des lésions au niveau de la partie antérieure des gyri temporaux supérieur et moyen et au niveau du gyrus frontal supérieur ont été retrouvées.

Concernant la syntaxe, plusieurs études ont mis en évidence une distinction dans la compréhension des phrases simples et celle des phrases complexes, soit celles ne respectant pas la structure canonique sujet-verbe-objet (Den Ouden et al., 2019). Ainsi, des lésions du gyrus temporal supérieur antérieur gauche, du sillon temporal supérieur, du gyrus temporal moyen, du gyrus angulaire, du gyrus médio-frontal et du gyrus inter-frontal peuvent conduire à des troubles de la syntaxe, quelle que soit la structure de la phrase. En revanche, des lésions des gyri antérieurs supérieur et moyen gauches sont associées à des troubles de la compréhension des phrases non canoniques uniquement (Magnusdottir et al., 2013). De leur côté, Pillay et al. (cités dans Den Ouden et al., 2019) ont trouvé que des lésions du gyrus angulaire et du cortex temporo-pariétal provoquent régulièrement des troubles de compréhension de phrases syntaxiquement complexes.

Enfin, Sul et al. (2019) ont montré que des lésions au niveau du cortex temporal, de la couronne radiale postérieure et du faisceau longitudinal supérieur étaient associées à un déficit de la répétition. Zhang et al. (2018) ont également retrouvé l'importance du FFOI et du faisceau unciné dans cette tâche.

Dans plusieurs études susmentionnées, la technique de voxel-based lesion symptom mapping (VLSM) était employée pour rechercher la localisation des lésions cérébrales associées aux troubles du langage (Bates et al., 2003 ; Mirman et al., 2015b).

### **3.3. Techniques de neuroimagerie : le Voxel-Based Lesion-Symptom Mapping (VLSM)**

Les avancées en imagerie cérébrale ont permis de mieux connaître le fonctionnement du cerveau et les réseaux impliqués dans chaque comportement. Chacune a ses spécificités et permet des observations puis des analyses particulières. L'imagerie fonctionnelle est la méthode la plus employée pour observer les lésions post-AVC (Forkel & Catani, 2018). Siegel et al. (2016) ont démontré que les associations entre les différentes aires cérébrales expliquaient les symptômes cognitifs des fonctions telles que la mémoire, le langage et l'attention, tandis que l'emplacement des lésions expliquaient surtout les troubles sensori-moteurs (la vue et la motricité). Toutefois, la connectivité fonctionnelle entre les zones cérébrales fluctue au cours de l'évolution de l'aphasie du fait de la plasticité cérébrale. De fait, elle ne permet pas de prédire l'évolution des symptômes.

Les avancées les plus récentes en neuroimagerie ont abouti à la mise en relation des lésions cérébrales et du comportement des patients (Lafargue, 2019). Afin d'élaborer des hypothèses sur le fonctionnement du cerveau du sujet sain, il est possible de comparer les lésions cérébrales de patients présentant les mêmes symptômes à l'aide du VLSM (Bates et al., 2003).

Conformément à l'approche hodotopique, les aires cérébrales sont reliées entre elles selon des réseaux corticaux et des réseaux sous-corticaux qui soutiennent différents domaines tels que le langage. Celui-ci peut être impacté par une lésion d'une ou plusieurs aires appartenant aux réseaux impliqués. De même, chaque aire peut appartenir à différents réseaux et donc avoir une importance pour différentes fonctions.

Grâce à la cartographie des lésions et symptômes basée sur les voxels (« *volumetric pixels* », pixels en 3D), les cerveaux des patients sont modélisés dans un espace digitalisé. Des analyses statistiques permettent alors d'identifier précisément les lésions cérébrales. La séquence FLAIR (« Fluid Attenuated Inversion Recovery ») est fréquemment utilisée pour ce type d'imagerie cérébrale. Elle est très sensible et permet de mettre en évidence les lésions subaiguës du parenchyme cérébral. Il est possible de mesurer le volume lésionnel.

Couplée à la méthode de VLSM, la tractographie fait ressortir les tractus qui comportent des voxels lésés. La connectivité fonctionnelle est complémentaire et permet d'établir des cartes de déconnexion qui simplifient l'association entre les réseaux neuronaux lésés et les performances des patients dans différentes tâches de tests (Foulon et al., 2019). Cette technique permet de se baser sur un profil de déconnexion plutôt que sur la lésion elle-même, mais elle est plus ardue à mettre en œuvre.

Concrètement, lors d'une IRM, des clichés du cerveau sont réalisés. Sur chaque cliché, il est possible de délimiter une « région d'intérêt » (« region of interest ou « ROI », correspondant dans notre cas à la lésion). Ainsi, sur chaque cliché, les lésions sont délimitées. Les ROI sont superposés entre eux afin d'avoir un espace de chevauchement. Le pourcentage de voxels lésés par rapport aux voxels non lésés est ensuite calculé, et des comparaisons de groupes (tel voxel lésé vs. voxel non lésé) sont réalisées à partir des scores comportementaux. Selon Lafargue (2019), la limite principale de cette méthode provient du fait qu'elle isole les voxels et ne les considère pas comme partie intégrante de réseaux neuronaux complexes, mais cette limite est minorée si on interprète ses résultats dans une optique connectiviste.

## 4. Objectifs

Les descriptions des troubles langagiers découlant d'AVC foisonnent dans la littérature. Toutefois, des données manquent concernant leurs corrélations entre eux ainsi qu'avec les fonctions exécutives et l'attention. L'objectif principal de ce mémoire est de constituer une base de données à partir de laquelle des corrélations pourront être réalisées afin de préciser les liens entre les troubles langagiers et cognitifs.

Les nouvelles techniques d'imagerie permettent de mieux circonscrire les lésions cérébrales et ainsi préciser l'impact des lésions sur les manifestations cliniques des patients présentant une aphasia. Cette base de données servira également à faire le lien entre les manifestations cliniques des troubles langagiers et les lésions cérébrales des patients.

Le premier objectif de ce travail était la description des troubles langagiers présentés par les patients hospitalisés dans le service Rééducation Neurologique Cérébrolésion du CHU de Lille à la phase subaiguë après un AVC à l'aide des résultats issus de comptes-rendus de bilans orthophoniques. La création d'une base de données répertoriant les données personnelles et médicales ainsi que les scores des patients obtenus lors de bilans langagiers a permis de décrire ces troubles.

Le deuxième objectif consistait à mesurer l'association de ces troubles langagiers entre eux. Plusieurs axes de recherche ont été investigués :

- les liens entre troubles de l'appariement sémantique et ceux de la compréhension lexicale ;
- les liens entre troubles de la compréhension et troubles de la production du langage ;
- les liens entre troubles au niveau lexical et au niveau syntaxique, en compréhension et en production.

Le troisième objectif était l'analyse de l'association entre les troubles langagiers et les troubles des fonctions cognitives.

Concernant les fonctions exécutives, nous nous sommes posé plusieurs questions :

- nous cherchions à savoir s'il existait un lien entre les compétences de communication verbale et non verbale et une atteinte des fonctions exécutives ;
- s'il existait un lien entre troubles de la production orale et troubles des fonctions exécutives (selon les travaux d'Olsson et al., 2019) ;
- si les troubles de la flexibilité étaient plutôt corrélés aux troubles de la compréhension syntaxique par rapport aux troubles de la compréhension lexicale, et s'il y avait une prédominance de corrélations entre troubles de la flexibilité et troubles de la production du langage ou troubles de la compréhension du langage ;
- si les troubles de l'inhibition étaient plutôt corrélés aux troubles de la production ou de la compréhension du langage ;
- et enfin, si les troubles de la déduction et de l'élaboration étaient plutôt corrélés aux troubles syntaxiques par rapport aux troubles lexicaux.

Quant à l'attention, l'objectif était de rechercher une corrélation entre la sévérité des troubles attentionnels et celle des troubles langagiers, en cherchant si un lien entre les troubles de l'attention et de la production était plus fort qu'entre les troubles de l'attention et ceux de la compréhension.

Enfin, le quatrième objectif de ce mémoire était de débiter l'étude des corrélats neuroanatomiques des troubles langagiers à partir des imageries des patients et de la méthode VLSM.

## Méthode

### 1. Constitution de la base de données

#### 1.1. Population étudiée

Les participants inclus dans la base de données ont été hospitalisés dans le service de Rééducation Neurologique Cérébrolésion du CHU de Lille à l'hôpital Swynghedauw entre 2011 et 2020 à la phase subaiguë après un AVC. Ils ont été intégrés dans la base de données à partir des comptes-rendus de bilans orthophoniques réalisés dans le service. Les critères d'inclusion et d'exclusion sont renseignés dans le tableau 1.

**Tableau 1. Critères d'inclusion et d'exclusion**

<b>Critères d'inclusion</b>	<b>Critères d'exclusion</b>
- Personne adulte - AVC unique - Confirmé par une technique d'imagerie - Évaluation du langage lors de la phase subaiguë de leur AVC (entre 15 jours et 6 mois)	- Anoxie cérébrale - Absence d'évaluation quantitative du langage.

## **1.2. Évaluation orthophonique**

Les performances langagières des patients ont été évaluées au cours de leur séjour à l'hôpital Swynghedauw lorsqu'un déficit langagier était suspecté. Un bilan orthophonique était alors réalisé, souvent sur plusieurs séances, dans une pièce calme dépourvue de distracteurs.

### **1.2.1. Batteries de tests utilisées en fonction des domaines langagiers**

Plusieurs batteries ont été utilisées pour l'ensemble des bilans orthophoniques langagiers.

- **Compréhension**

Les différents tests proposés pour l'évaluation de la compréhension orale sont le protocole Montréal-Toulouse 86 (MT86, Nespoulous et al., 1992), la Batterie d'Évaluation des Troubles Lexicaux (BETL, Tan & Godefroy, 2015) et la Lexis (De Partz et al., 2001). Le MT86 a été le test le plus fréquemment utilisé.

Parmi les tâches de ces tests, l'appariement sémantique, proposé par la BETL, permet d'évaluer la préservation du système sémantique.

Des tâches de désignation d'images à partir de mots isolés ou de phrases, un questionnaire sémantique ainsi qu'une tâche de jugement sémantique ont permis l'évaluation de l'accès lexical

L'évaluation de la compréhension écrite s'est faite avec le MT86 et la BETL à l'aide de tâches de désignation d'images à partir d'un mot écrit ou d'une phrase écrite (compréhension lexicale et syntaxique écrite), de dénomination écrite, de lecture à voix haute, d'appariement de mots écrits (évaluant aussi le système sémantique), de production d'automatismes langagiers par écrit, de copie, de dictée, de discours narratif écrit.

- **Expression**

La production orale a été évaluée à l'aide du MT86, la BETL, la Lexis également à l'aide de tâche de dénomination sur image de mots et/ou de phrases, d'automatismes langagiers, de répétition. Les fluences ont été évaluées à l'aide du MT86, de la BETL, des fluences de Cardebat ou du GREFEX (Godefroy & GREFEX, 2004). Les différents types de discours (narratif, procédural, descriptif) ont été évalués par le MT86, le Test de Langage Élaboré (TLE, Rousseaux et al., 2012) et le protocole de la MEC (Joannette et al., 2005).

Des épreuves de dictée et de copie issues du MT86 ont été proposées pour évaluer la production écrite des patients.

Le TLE a permis d'évaluer des compétences langagières plus complexes telles que la production de définitions de mots, de concaténation de phrases, de synonymes, antonymes, intrus, polysémie, différences, logique verbale, phrases absurdes, proverbes et expressions.

Enfin, le MEC (Joannette et al., 2005) a été utilisé pour évaluer la compréhension élaborée ainsi que la compréhension et production de la prosodie.

- **Répétition**

La répétition a été évaluée avec le MT86 à l'aide de tâche de répétition de mots, de chiffres et de phrases.

### **1.2.2. Interprétation des scores issus des bilans orthophoniques**

Les résultats des tests orthophoniques ont été renseignés par les scores bruts ainsi que les scores-z ou les percentiles lorsque ceux-ci étaient indiqués. Une autre colonne indiquait si les performances des patients étaient pathologiques ou non avec un point pour un score pathologique et zéro pour un score non pathologique.

Certains tests orthophoniques sus-cités permettent d'identifier la présence de compétences déficitaires sans analyse fine de la sévérité de l'atteinte. Pour ces tests, la population de référence a obtenu un score proche ou égal au score maximal, il s'agit d'un « effet plafond ». La distribution n'est donc pas toujours dite « normale » (c'est-à-dire avec une répartition équivalente de part et d'autre de la moyenne obtenue par la norme de référence). L'intérêt de ces tests est de mettre en évidence un trouble lorsqu'un score est faible (Aguert & Capel, 2018). La batterie du MT86, par exemple, ne permet pas de calculer des scores-z mais indique un profil linguistique en déterminant la sévérité de l'atteinte des troubles du langage.

Les bilans orthophoniques ont parfois fourni des informations qualitatives et non les scores obtenus par les patients. Il a été fait comme choix de considérer l'analyse qualitative de l'orthophoniste afin de renseigner la présence d'un trouble ou non.

### **1.3. Évaluation neuropsychologique**

#### **1.3.1. Tests utilisés pour l'évaluation des fonctions exécutives**

Les fonctions exécutives ont été évaluées à l'aide de plusieurs tests, voici ceux qui ont été gardés pour notre analyse :

- le Trail Making Test (TMT), qui permet d'évaluer la flexibilité en obligeant le patient à alterner entre un traitement alphabétique et un traitement numérique (Reynolds, 2002) ;
- le test de Stroop évalue l'inhibition de la lecture (un processus automatique), caractérisé par Harnishfeger (1995) comme une inhibition cognitive (en opposition à une inhibition motrice) ;
- le Modified Card Sorting Test (MCST) évalue la déduction et l'élaboration de stratégies.

#### **1.3.2. Tests utilisés pour l'évaluation de l'attention**

Différentes composantes de l'attention ont été testées lors des évaluations neuropsychologiques :

- l'alerte phasique avec et sans signal avertisseur a été évaluée par le test informatisé TEA (Zimmerman & Fimm, 1994) ;
- l'attention divisée a d'abord requis une évaluation de l'attention visuelle et de l'attention auditive isolément puis en condition simultanée, par l'épreuve dédiée du TEA.
- enfin, l'attention concentrée a été évaluée avec les tests D2 (Brickenkamp & Zillmer, 1981) et D2-Révisé (Brickenkamp et al., 2015) pour lesquels le sujet doit repérer tous les « d » avec deux traits sur une feuille remplie de « d » et de « b » accompagnés d'un ou deux traits.

## **2. Analyses statistiques**

Les analyses statistiques ont été réalisées à partir du logiciel JASP (2019). Les données quantitatives sont présentées par leurs moyennes et écarts-types, les données qualitatives en effectif et pourcentage.

L'étude des relations des troubles du langage entre eux et entre troubles du langage et troubles cognitifs (attention et fonctions exécutives) a été limitée dans cette première approche aux tests univariés de corrélation (de Pearson ou de Spearman en fonction de la nature continue ou pas des variables), en prenant en compte à la fois les catégorisations (atteint vs. non atteint) et les scores aux évaluations.

Le seuil de significativité a été fixé à  $p < 0.05$  (bivarié).

### **3. Recueil et traitement des données IRM**

Les imageries des patients ont été récoltées entre 2011 et 2020. Toutes les images ont été revues par un unique expert (EA). Les masques de lésions ont été segmentés manuellement sur la base des coupes coronales et transversales avec le logiciel MRICron (McCausland Center for Brain Imaging, Columbia, South Carolina, USA). Le masque de lésion et les séquences anatomiques ont ensuite été normalisés dans l'espace du Montreal National Institute (MNI) à l'aide de transformations linéaires et non linéaires ([stnava.github.io/ANTs/](https://github.com/stnava/ANTs)).

Les lésions associées aux différents troubles du langage étudiés ont été déterminées à l'aide de l'algorithme de Support Vector Regression Lesions Symptom Mapping (SVR-LSM) (DeMarco & Turkeltaub, 2018 ; Zhang et al., 2014). Cet outil basé sur le logiciel MATLAB utilise un algorithme de machine-learning multivarié (vecteurs de support) afin de détecter les relations entre les lésions et les symptômes. Seuls les voxels endommagés chez au moins 5 % des participants ont été considérés. Les données ont été corrigées pour le volume des lésions, le délai post-AVC et le sexe en effectuant une régression du volume des lésions à partir des masques des lésions (DeMarco and Turkeltaub, 2018). L'approche non-paramétrique par permutation a été utilisée, puis pour prendre en compte les comparaisons multiples, la correction clusterwise-FWE (Family Wise Error) a été appliquée. Dans un premier temps, les scores des évaluations de l'attention ont été permutés 1000 fois pour générer une carte des valeurs bêta avec un seuil de significativité statistique au niveau du voxel de  $p < 0.01$ . Enfin, le seuil de significativité statistique des clusters a été fixé à  $p < 0.05$ . La taille minimale des clusters a été fixée à 15 voxels contigus. Pour chacun des clusters mis en évidence, nous avons déterminé son centre de gravité dans l'espace MNI.

## **Résultats**

### **1. Description de la population**

Cent cinquante-six patients ont été inclus dans la base de données dont cinquante-neuf femmes et quatre-vingt-dix-sept hommes. La répartition des âges se situe entre 17 et 89 ans, la moyenne étant  $57,7 \pm 14,7$  ans. Le niveau socio-culturel était divisé en quatre catégories. Ainsi, 45 patients (29%) avaient niveau BEPC ou inférieur, 36 (23%) avaient obtenu un bac professionnel, 18 (12%) avaient le niveau du baccalauréat et 56 patients (36%) avaient continué des études supérieures. Les données manquaient pour un patient. Au sujet de la latéralité, 136 patients (88%) étaient droitiers, 13 (8%) étaient gauchers et 6 (4%) étaient ambidextres. Les informations manquaient pour un patient là encore.

Concernant les lésions, 121 patients (78 %) ont présenté un AVC ischémique et 35 (22 %) un AVC hémorragique. Les AVC de l'hémisphère gauche étaient les plus fréquents avec 103 patients concernés (66%), contre 37 (24 %) ayant eu un AVC de l'hémisphère droit et 16 (10%) ayant eu un AVC touchant les deux hémisphères.

Parmi les patients ayant eu un AVC ischémique, 100 (83 %) ont eu une lésion isolée et 21 (17 %) des lésions multiples. Le tableau 4 recense les territoires cérébraux touchés dans le cadre d'un AVC ischémique.

**Tableau 4. Régions cérébrales touchées suite à un AVC ischémique**

Régions cérébrales	Effectifs
- Artère sylvienne	93 (60 %)
- Artère cérébrale postérieure (ACP)	18 (12 %)
- Artère cérébrale antérieure (ACA)	10 (6 %)
- Lésions sous-tentorielles	11 (7 %)
- Maladie des petites artères et des noyaux gris centraux (noyaux capsulaire, thalamique et lenticulaire)	6 (4 %)
- Artère choroïdienne antérieures	1 (1 %)

Parmi les 35 patients ayant eu un AVC hémorragique, les lésions de 21 (60 %) patients s'étendaient sur un seul territoire cérébral, celles de 10 (29 %) patients sur deux territoires cérébraux et celles de 4 (11 %) patients sur 3 territoires cérébraux. Le tableau 5 présente la répartition des territoires cérébraux touchés pour les patients ayant eu un AVC hémorragique.

**Tableau 5. Régions cérébrales touchées suite à un AVC hémorragique**

Régions cérébrales	Effectifs
<b>AVC hémorragique étendu sur un territoire cérébral :</b>	<b>21 (60 %)</b>
- Territoire frontal	4 (11 %)
- Territoire pariétal	1 (3 %)
- Territoire profond	15 (43 %)
- Fosse postérieure	1 (3 %)
<b>AVC hémorragique étendu sur deux territoires cérébraux :</b>	<b>10 (29 %)</b>
- Territoire frontal et pariétal	3 (9 %)
- Territoires temporal et pariétal	4 (11 %)
- Territoire frontal et temporal	1 (3 %)
- Territoire profond et fosse postérieure	1 (3 %)
- Territoire temporal et profond	1 (3 %)
<b>AVC hémorragique étendu sur trois territoires cérébraux :</b>	<b>4 (11%)</b>
- Territoires frontal, temporal et pariétal	3 (9 %)
- Territoires frontal, pariétal et occipital	1 (3 %)

## 2. Description des troubles langagiers

Le tableau 6 présente le nombre de patients évalués pour chaque tâche langagière, avec la proportion du nombre de patients évalués dans la tâche par rapport au nombre de patients inclus dans la base de données (n=156) ainsi que le nombre de patients ayant obtenu un score pathologique et le pourcentage de scores pathologiques par rapport au nombre de patients évalués par la tâche (cf. Annexe 1 pour voir le détail des effectifs selon les subtests).

Tableau 6. Résultats des évaluations langagières

Domaines langagiers	Effectifs de patients évalués	Scores pathologiques
<b>Communication (TLC)</b> - Attention et motivation à la communication - Communication verbale - Communication non verbale	60 61 57	21 (35%) 58 (95%) 23 (40%)
<b>Système sémantique</b> - Appariement images	67	40 (60 %)
<b>Compréhension langage oral</b> - Compréhension lexicale - Compréhension syntaxique	132 127	80 (61 %) 113 (89 %)
<b>Compréhension langage écrit</b> - Compréhension lexicale - Compréhension de phrases - Compréhension de textes	125 115 82	66 (53 %) 80 (70 %) 47 (57 %)
<b>Expression langage oral</b> - Dénomination - Fluences - Langage automatique	134 72 102	105 (78 %) 49 (68 %) 49 (48 %)
<b>Expression langage écrit</b> - Dénomination - Écriture automatique	28 95	23 (82 %) 51 (54 %)
<b>Transpositions</b> - Répétition de mots - Répétition de phrases - Lecture à voix haute de mots - Lecture à voix haute de phrases - Copie - Dictée de mots - Dictée de phrases	112 84 120 87 96 93 66	61 (54 %) 56 (67 %) 81 (68 %) 53 (61 %) 51 (54 %) 62 (67 %) 38 (58 %)
<b>Discours oral</b> - Discours narratif - Discours déclaratif - Discours argumentatif - Discours procédural	86 28 25 27	59 (69 %) 4 (14 %) 5 (20 %) 8 (30 %)
<b>Discours écrit</b>	19	15 (79 %)

Parmi les patients évalués par le TLC, on observe, dans l'évaluation de la communication à l'aide du TLC, une proportion plus importante de troubles de la communication verbale (95 %) par rapport à la communication non verbale (40 %).

Le système sémantique est souvent déficitaire suite à un AVC. Il est moins fréquemment évalué en modalité écrite.

La compréhension syntaxique est plus fréquemment altérée que la compréhension lexicale, à l'oral et à l'écrit. On remarque également que l'écrit est davantage préservé que l'oral.

La dénomination est plus souvent évaluée à l'oral qu'à l'écrit. On observe que les patients obtiennent souvent des scores déficitaires dans cette tâche. En comparaison avec les scores en

compréhension, on voit que la dénomination est plus fréquemment altérée que la compréhension du langage.

Le discours narratif est régulièrement altéré, étant donné qu'il s'agit d'une tâche requérant plusieurs fonctions cognitives. Les autres types de discours ont fait l'objet de moins d'évaluations que le discours narratif. On observe cependant que les patients auxquels ont été proposées les évaluations d'autres types de discours ont obtenu – pour la majorité – des scores dans la norme par rapport à la population de référence. Le discours écrit est là encore plus altéré que l'oral d'après les scores obtenus.

Concernant les transpositions, la majorité des patients ont obtenu des scores déficitaires. Leur évaluation se fait le plus fréquemment à l'échelle du mot. Lorsque celle-ci est déficitaire, la tâche évaluant le niveau syntaxique n'est très probablement pas proposée.

### 3. Description des troubles des fonctions cognitives

Le tableau 7 présente les scores obtenus par les patients aux tâches évaluant les fonctions exécutives et le tableau 8 ceux obtenus aux tâches attentionnelles.

**Tableau 7. Résultats aux tests des fonctions exécutives**

<b>Tests neuropsychologiques</b>	<b>Effectifs de patients évalués</b>	<b>Scores pathologiques</b>
Flexibilité (TMT)	43	26 (61 %)
Inhibition (Stroop)	29	21 (72 %)
Déduction/élaboration (MCST)	26	10 (39 %)

On observe que la flexibilité, évaluée par le TMT, est fréquemment altérée chez les patients évalués. Les scores obtenus au test de Stroop témoignent également d'une atteinte relativement fréquente de l'inhibition. Enfin, la déduction et l'élaboration de stratégies, évaluées par le MCST semblent moins altérées pour la population étudiée, en comparaison des autres fonctions exécutives, toutefois, l'effectif des patients évalués est réduit par rapport aux autres domaines, ce résultat est donc à prendre avec précaution.

**Tableau 8. Résultats aux tests attentionnels**

<b>Tests attentionnels</b>	<b>Effectifs de patients évalués</b>	<b>Scores pathologiques</b>
Alerte phasique	55	26 (42 %)
Attention divisée	28	10 (36 %)
Attention concentrée (D2)	26	18 (69 %)

À partir de ce tableau, on observe que l'attention concentrée, évaluée par le D2, est le plus souvent altérée chez les patients évalués ici. En outre, l'alerte phasique est fréquemment déficitaire chez les patients suite à un AVC.

## **4. Relation des troubles langagiers entre eux et avec les troubles exécutifs et attentionnels**

Pour rappel, ces liens ont été étudiés à l'échelle binaire (atteinte vs. non-atteinte des fonctions) et en étudiant la corrélation entre les scores aux évaluations les plus utilisées pour chaque fonction étudiée, soit très souvent le MT86. Tous les tests ne disposaient pas de valeurs moyennes et d'écart-type, une conversion en z-score n'était donc pas possible pour chacun, notamment le MT86.

Les effectifs inférieurs à 15 n'ont pas été retenus pour les analyses statistiques.

Le détail des analyses statistiques se trouve en Annexe 2.

### **4.1. Troubles langagiers entre eux**

Le tableau 9 présente les résultats significatifs obtenus avec les corrélations de Spearman dont nous nous sommes servis pour observer les liens entre les atteintes des domaines à partir des variables pathologique/non pathologique. Un astérisque renseigne les scores significatifs.

**Tableau 9. Corrélations de Spearman entre les domaines langagiers, à l'échelle binaire**

<b>Domaines langagiers</b>	<b>Effectifs de patients évalués</b>	<b>Corrélation de Spearman (<math>\rho</math>)</b>	<b>p-value</b>
<b>Compréhension</b>			
Appariement sémantique – Compréhension lexicale orale (CLO)	60	0.144	0.271
CLO – Compréhension syntaxique orale (CSO)	124	0.257*	0.004
Compréhension lexicale écrite (CLE) – Compréhension syntaxique écrite (CSE)	113	0.351*	< 0.001
CLO - CLE	118	0.357*	< 0.001
CSO - CLE	117	0.366*	< 0.001
CSO - CSE	111	0.485*	< 0.001
CLO - CSE	113	0.156	0.099
<b>Production</b>			
Dénomination orale (DO) - Fluences	65	0.271*	0.029
DO – Dénomination écrite (DE)	25	0.457*	0.022
Discours narratif oral - DO	74	0.343*	0.003
Discours narratif oral – Fluences	46	0.588*	< 0.001
Répétition de mots (RM) – DO	106	0.395*	< 0.001
RM - Fluences	54	0.179	0.199
RM - DE	23	0.451	0.069
RP - DO	80	0.295*	0.008
Répétition de phrases (RP) - Fluences	27	0.263	0.089
RP - DE	18	0.451	0.069
<b>Compréhension - Production</b>			
CLO - DO	120	0.295*	< 0.001
CSO - DO	92	0.354*	< 0.001
CLO - Fluences	63	0.260*	0.005
CSO - Fluences	59	0.359*	0.005
Discours narratif oral - CLO	78	0.381*	< 0.001
Discours narratif oral - CSO	76	0.430*	< 0.001
RM – CLO	112	0.346*	< 0.001
RM – CSO	112	0.383*	< 0.001
RP - CLO	84	0.331*	0.002
RP - CSO	84	0.300*	0.006

### 4.1.1. Compréhension

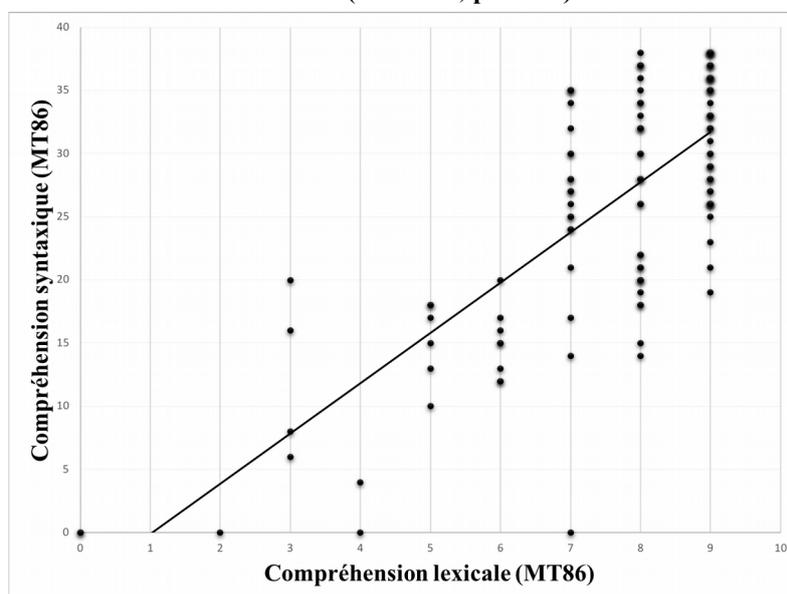
En premier lieu, nous avons cherché un lien de corrélation entre une atteinte de l'appariement sémantique amodal et de la compréhension lexicale orale (CLO), mais la corrélation de Spearman entre les résultats bivariés n'était pas significative ici ( $p = 0.271$ ). En recherchant la corrélation à partir des scores obtenus aux tâches d'appariement sémantique du Lexis (test le plus utilisé pour évaluer cette tâche) et à la tâche de CLO du MT86, nous avons obtenu une corrélation significative ( $n = 34$ ,  $r = 0.356$  ;  $p = 0.039$ ).

Par la suite, les analyses statistiques ont permis de mettre en évidence des liens de corrélation significatifs entre les domaines de compréhension, tous tests confondus.

Ainsi, les sévérités des troubles de compréhension sont corrélées entre elles. Nous avons mis en regard les atteintes des compréhensions lexicale et syntaxique, orale et écrite, évaluées par l'ensemble des tests. Seul le lien entre la CLO et la compréhension syntaxique écrite (CSE) n'était pas significatif.

Nous avons ensuite cherché les liens de corrélation par subtests en prenant les résultats obtenus au MT86, étant le test le plus fréquemment utilisé. Les corrélations de Pearson étaient toutes significatives, y compris entre la CLO et la CSE. On observe d'ailleurs une forte corrélation positive ( $n = 121$ ,  $r = 0.760$  ;  $p < 0.001$ ) entre la CLO et la compréhension syntaxique orale (CSO) évaluées par le MT86 (Figure 1).

Figure 1. Diagramme de dispersion entre les scores obtenus en CLO et en CSO au MT86 avec la courbe de tendance ( $r = 0.760$ ;  $p < 0.001$ )



### 4.1.2. Production

Concernant la production, des liens significatifs ont été retrouvés entre les atteintes de la dénomination orale (DO) et celles de fluences ( $p = 0.029$ ) ainsi qu'entre les atteintes en DO et DE. Les scores aux épreuves de répétition de mots (RM) et de phrases (RP) sont également corrélés entre eux ( $p < 0.001$ ) ainsi qu'avec ceux de la DO. En revanche, nos résultats ne retrouvent pas de liens significatifs avec les épreuves de fluences ni de DE.

Comme pour la compréhension du langage, les corrélations de Pearson ont été recherchées entre les résultats des épreuves du MT86. Là encore, les liens de corrélation entre la DO et les fluences et la DO et la DE étaient significatifs. Les atteintes de la RM et de la RP étaient en lien avec les autres épreuves, nous avons cette fois retrouvé un lien de corrélation significatif entre les

atteintes de la DE avec celles de la RM ( $p = 0.030$ ) mises en évidence par le MT86, mais toujours pas avec celles de la DE.

Enfin, nous avons trouvé là encore un lien de corrélation significatif entre les atteintes du discours oral et celles en DO et en épreuves de fluences.

#### **4.1.3. Compréhension vs. Production**

La plupart des résultats obtenus lors des analyses statistiques sont significatifs lorsque l'on confronte les domaines de la compréhension et de la production du langage. Ainsi, la sévérité des troubles est corrélée entre la CLO et la DO ( $p < 0.001$ ), la CLO et les fluences ( $p = 0.005$ ), la CSO et les fluences ( $p = 0.005$ ), la RM avec la CLO ( $p < 0.001$ ) et la CSO ( $p < 0.001$ ) et la RP avec la CLO ( $p = 0.002$ ) et la CSO ( $p = 0.006$ ).

Les corrélations de Pearson ont été recherchées entre les différents subtests du MT86 et ont abouti à des résultats fortement significatifs ( $p < 0.001$ ) pour chacun des liens entre la DO et la CLO, la CSO, la CLE et la CSE, entre la RM et la CLO et la CSO et entre la RP et la CLO et la CSO.

## **4.2. Troubles langagiers et fonctions cognitives**

Le détail des analyses statistiques se trouve en Annexe 3.

### **4.2.1. Troubles langagiers et fonction exécutives**

Nous avons par la suite recherché les liens de corrélation entre les domaines langagiers suivants : la CLO, la CSO, les fluences, la DO, la RM et la RP et entre les différents subtests des fonctions exécutives.

Probablement du fait de nos effectifs trop faibles par catégorie, nos résultats ne nous permettent pas d'observer les mêmes conclusions qu'Olsson et al. (2019) qui attestent le lien entre atteintes des fonctions exécutives et langage suite à un AVC. Toutefois, on observe qu'une majorité des patients intégrés dans notre base de données langage ont obtenu des scores pathologiques aux tests des fonctions exécutives lorsqu'ils ont été évalués (26 des 43 patients évalués par le TMT ont obtenu un score pathologique, soit 61 %, 21 patients pour 29 en ce qui concerne l'inhibition évaluée par le test de Stroop, soit 72 %, et 10 pour 26 patients évalués par le MCST pour la déduction et l'élaboration de stratégie, soit 39 %).

- **Flexibilité**

Au sujet des liens entre troubles du langage et troubles de la flexibilité, évaluée par le TMT, aucune corrélation de Spearman n'a obtenu une p-valeur significative. Les effectifs des patients évalués en langage et par ce test étaient compris entre 20 et 36 personnes.

Nous avons également recherché la corrélation de Pearson entre les scores des patients aux différents subtests du MT86 et les scores en termes de temps et de nombre d'erreurs commises au TMT, mais là encore aucun lien n'est interprétable.

- **Inhibition**

Nous nous sommes intéressés au lien entre les troubles langagiers et l'inhibition, évaluée par le test du Stroop. Aucun résultat n'était significatif ici non plus.

Le lien entre la sévérité des atteintes langagières mises en évidence par le MT86 et le temps ainsi que les interférences lors de l'encodage de l'épreuve du Stroop a été recherché mais encore

une fois, aucun résultat significatif n'est ressorti des analyses statistiques, excepté entre la CSO et le temps du Stroop, mais pour un effectif trop faible ( $n = 14$ ).

- **Élaboration / déduction**

Enfin, les liens entre la sévérité des troubles langagiers et celle de l'atteinte de la déduction / l'élaboration ont été recherchés. Ici, un résultat est apparu significatif. Il s'agit du lien entre les résultats du MCST et de la RM qui a obtenu une corrélation de Spearman de  $-0.484$  ( $p = 0.042$ ,  $n = 19$ ).

Nous avons par la suite regardé les corrélations de Pearson entre les résultats obtenus aux subtests du MT86 et le nombre d'erreurs commises au MCST, mais aucun lien de corrélation n'a été mis en évidence, y compris avec la RM.

#### **4.2.2. Troubles langagiers et attention**

- **Alerte phasique**

Les liens entre atteintes langagières et atteintes de l'alerte phasique, évaluée par le TEA, ont été recherchés avec la corrélation de Spearman, mais aucun score ne s'est révélé significatif là encore. Les effectifs étaient constitués entre 27 et 54 patients.

- **Attention divisée**

Concernant l'attention divisée, nous n'avons obtenu aucun score significatif entre les corrélations de Spearman pour les domaines. Les effectifs étaient constitués entre 15 et 27 patients.

Cependant, lors de l'analyse des résultats obtenus aux subtests, nous avons trouvé trois liens significatifs. Le premier concerne le nombre d'omissions commises lors de l'épreuve attentionnelle et la dénomination orale ( $n = 19$ ,  $r = -0.736$  ;  $p < 0.001$ ). Le deuxième a été retrouvé pour le lien entre le temps mis pour l'épreuve d'attention divisée auditive et le score en CLO ( $n = 23$ ,  $r = -0.398$  ;  $p = 0.049$ ). Enfin, le troisième concerne le nombre d'erreurs commises pour l'attention divisée auditive et la CLO ( $n = 23$ ,  $r = -0.412$  ;  $p = 0.041$ ).

- **Attention concentrée**

Enfin, nous avons recherché les liens de corrélation entre les scores obtenus en attention concentrée (évaluée par le D2 et le D2-Révisé) et les domaines langagiers, mais là encore aucun score obtenu n'était significatif. Les effectifs étaient constitués entre 15 et 25 patients.

## **5. Corrélats neuro-anatomiques**

Par manque de temps, l'analyse des corrélats neuro-anatomiques a été centrée uniquement sur les fonctions de compréhension syntaxique et dénomination pour permettre de démontrer la faisabilité de la méthode. Elle a donc porté sur un sous-échantillon de patients et a bénéficié d'une évaluation de ces fonctions par un même test (les parties respectives du MT86, évaluation la plus fréquente de la base de données).

La figure 2 montre la répartition des lésions des 98 sujets inclus dans ces analyses. Le territoire sylvien profond était le siège du nombre le plus important de voxels lésés.

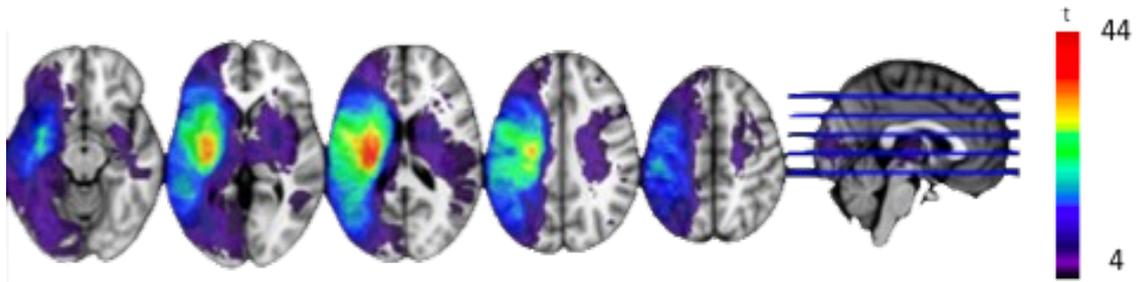


Figure 2. Répartition des lésions. La barre de couleur représente le nombre de patients chez qui un voxel donné est lésé.

- **Compréhension syntaxique**

La figure 3 montre les résultats de l'analyse VLSM concernant la compréhension syntaxique réalisée à partir des imageries de 98 patients. On retrouve deux principaux clusters de voxels significatifs, l'un au niveau du pôle antérieur du lobe temporal gauche, l'autre au niveau de la partie inférieure du faisceau arqué.

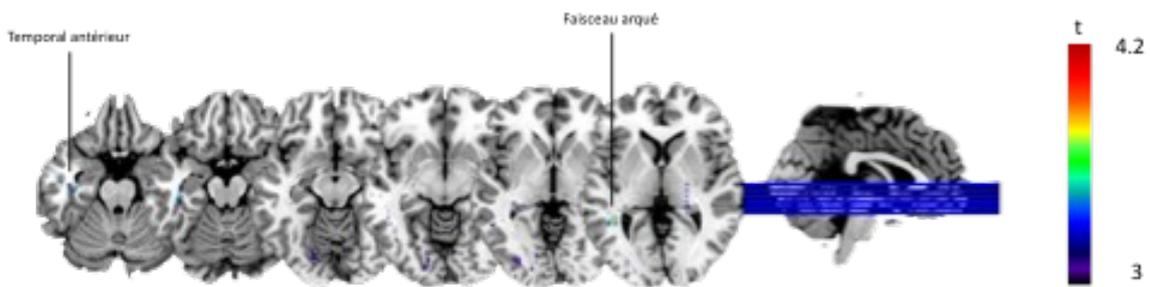


Figure 3. Résultats de l'analyse VLSM concernant la compréhension syntaxique. Les couleurs représentent le score t seuillé à 3 (soit un  $p < 0.001$ ).

- **Dénomination**

La figure 4 montre les résultats de l'analyse VLSM concernant la dénomination réalisée à partir des résultats de 70 patients. Les altérations en dénomination étaient liées à une atteinte insulaire, de la partie postérieure (opercularis) de l'aire de Broca, mais aussi à des lésions frontales plus hautes en regard du gyrus pré-central et du gyrus frontal moyen.

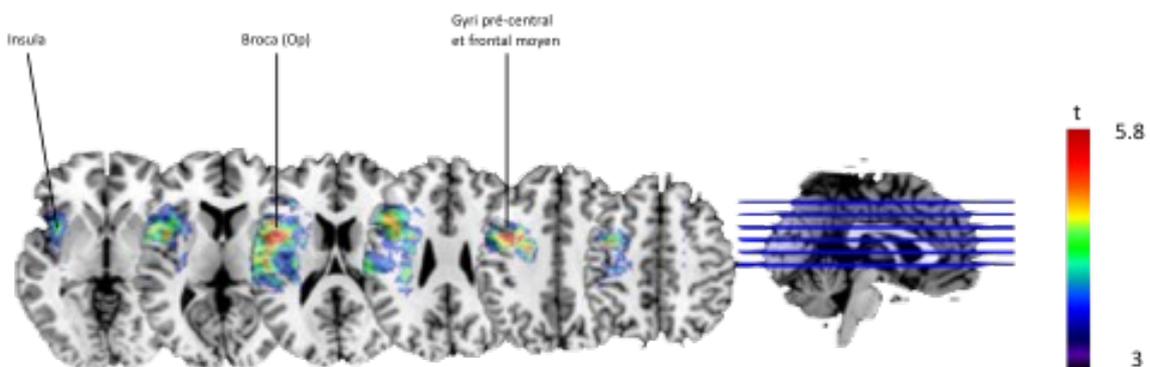


Figure 4. Résultats de l'analyse VLSM concernant la dénomination. Les couleurs représentent le score t seuillé à 3 (soit un  $p < 0.001$ ).

# Discussion

Les objectifs de ce mémoire étaient multiples : (i) la description des troubles langagiers présentés par les patients intégrés dans la base de données ; (ii) l'étude des liens de corrélation entre ces troubles langagiers ; (iii) l'étude des corrélations entre troubles des fonctions cognitives et du langage ; (iv) et enfin, débiter l'étude des corrélats neuroanatomiques des troubles langagiers à partir des imageries des patients et de la méthode VLSM.

## 1. Corrélations entre les troubles langagiers

Les deux premiers objectifs étaient la description des troubles du langage et l'étude des corrélations entre eux. La description des troubles étant présentée dans la partie résultats, nous allons joindre son analyse aux corrélations statistiques.

Nous avons défini plusieurs axes de recherche : nous voulions observer les liens entre appariement sémantique et compréhension lexicale, entre dénomination orale et épreuves de fluences, troubles de la compréhension et de la production, et enfin entre troubles lexicaux et troubles syntaxiques.

En premier lieu, les résultats du TLC, où l'on retrouvait une plus grande part de scores pathologiques en communication verbale par rapport aux scores en communication non verbale, montrent que la communication verbale – et donc l'aspect formel du langage – est plus souvent altérée chez les patients présentant une aphasie. Cette observation corrobore plusieurs études qui ont montré que les patients aphasiques avaient tendance à utiliser plus de gestes pour pallier l'anomie (Kong et al., 2015 ; Cocks et al., 2013 ; Lanyon & Rose, 2009 ; Akhavan et al., 2018).

### 1.1. Troubles de la compréhension et appariement sémantique

Nous observons tout d'abord que, bien que des troubles du système sémantique et ceux de la compréhension lexicale soient souvent présents chez les patients inclus dans la base de données, la corrélation entre les atteintes n'est pas significative pour 60 patients évalués par les deux tests. Néanmoins, la corrélation entre les scores obtenus à l'épreuve d'appariement sémantique de la Lexis et ceux obtenus à l'épreuve de CLO du MT86 est significative.

Nous nous attendions à retrouver un lien entre ces deux épreuves étant donné qu'une atteinte de la CLO peut résulter d'un déficit du système sémantique (auquel cas la tâche d'appariement sémantique est échouée) ou d'une altération dans l'accès à ce système sémantique (via des voies phonologique et/ou visuelle) (Dell, 1972). Dans ce deuxième cas, l'épreuve d'appariement sémantique est préservée. Sarubbo et al. (2020) ont montré que le faisceau fronto-occipital inférieur était important pour la compréhension du langage et qu'il permettait la mise en association des informations sensorielles et sémantiques. Une altération de ce faisceau pourrait expliquer les atteintes du système sémantique, tandis qu'une lésion à d'autres niveaux impliquant la compréhension du langage pourrait être responsable des atteintes de l'accès au système sémantique (notamment les régions identifiées par Bates et al. en 2003, à savoir le gyrus temporal moyen, le cortex préfrontal dorsolatéral et le cortex d'association pariétal).

### 1.2. Troubles de la dénomination orale et troubles des fluences

La dénomination orale amène le patient à produire un mot à partir d'une image, tandis que pour les épreuves de fluences, il n'y a pas de support visuel. Ces deux tâches d'évocation lexicale

sont donc bien distinctes et les mécanismes cérébraux qu'elles requièrent également. Nous avons vu lors de la première partie de ce mémoire que la région cérébrale dédiée à la production du langage – donc nécessaire pour les deux tâches – se situait au niveau du lobe temporal antérieur. De plus, nous avons vu qu'un réseau de substance blanche, constitué du faisceau longitudinal inférieur et du faisceau unciné, était impliqué dans la reconnaissance des objets, donc nécessaire pour la tâche de dénomination orale et non pour la tâche de fluences (Dick et al. 2014 ; Mirman et al., 2015b).

Les proportions de patients ayant obtenu un score pathologique sont relativement proches. Un score pathologique à ces tâches témoigne d'un trouble de l'évocation lexicale et se manifeste par un manque du mot dans le discours spontané. Comme le stipulait Weill-Chounlamounry (2014), ce trouble constitue le plus souvent la plainte principale des patients. Nos résultats attestent sa fréquence.

Le lien de corrélation entre les atteintes de la dénomination orale et de la fluence est significatif. Nous nous attendions à retrouver ce lien entre la sévérité des atteintes pour ces deux tâches d'évocation lexicale.

### **1.3. Troubles de la compréhension et de la production**

Le troisième point concerne les liens entre troubles de la compréhension et troubles de la production.

À partir des résultats de notre étude, nous observons que, chez les patients intégrés dans notre base de données, les troubles de la DO sont plus fréquents en comparaison avec ceux de la CLO. Les scores pathologiques obtenus pour le discours narratif oral sont également plus fréquents que ceux obtenus en compréhension textuelle.

Dans le domaine écrit, la compréhension est plus souvent évaluée que la production, probablement en raison de la présence fréquente d'une hémiplégié du membre droit suite à un AVC comme l'évoquent Pollock et al. (2014).

La sévérité des atteintes de la répétition de mots et de phrases est aussi corrélée avec les atteintes de compréhension lexicale et syntaxique, ce qui correspond aux conclusions de Tsvetkova (1976) qui avait déjà remarqué le lien entre compréhension et répétition, soutenu par Chomel et al. (2021).

À l'échelle des domaines, selon les valeurs bivariées pathologique / non pathologique (0 ou 1), les liens de corrélation entre les tâches de compréhension et de production sont tous significatifs et positifs. Nous avons la même observation au sujet des corrélations réalisées à l'échelle des subtests langagiers (issus du MT86). Nous pouvons donc conclure que la sévérité des troubles de compréhension et celle des troubles de production sont corrélées, et ce dans les deux versants.

En somme, nous n'observons pas de clivage particulièrement prononcé entre troubles de la compréhension et troubles de la production, contrairement à la vision antérieure des classifications des aphasies qui distinguaient les aphasies selon la préservation ou non de la fluence, de la compréhension et de la répétition. Ces observations s'accordent avec les visions plus récentes des corrélats neuronaux, notamment avec le modèle à double voie de Hickok et Poeppel (2007) qui décrit une voie consacrée au traitement « phonologique » et l'autre au traitement « sémantique », mais qui impliquent toutes deux production et compréhension du langage.

## **1.4. Troubles lexicaux et syntaxiques**

Enfin, nous voulions observer la prévalence des troubles lexicaux et syntaxiques et leurs liens de corrélation.

Nous observons donc que la syntaxe et le lexique sont fréquemment altérés suite à un AVC. En compréhension, nos données montrent que la syntaxe est plus souvent déficitaire que le lexique à l'oral comme à l'écrit. Cette observation appuie l'hypothèse stipulant que le traitement syntaxique serait indépendant de l'entrée, que celle-ci soit orale ou écrite. Concernant la production, en comparant les scores entre dénomination et discours narratif, nous observons que la prévalence des scores pathologiques est proche. Nous relevons toutefois que les épreuves de discours narratif peuvent être constituées de phrases canoniques simples et être considérées comme correctes. Les troubles syntaxiques en production ne sont donc pas toujours mis en évidence par cette tâche lors des évaluations orthophoniques.

La différence trouvée entre les résultats en compréhension et en production rejoint les travaux de Caramazza & Zurif (cités dans Den Ouden et al., 2019). Ces auteurs déclarent que des troubles syntaxiques en réception sont observés chez des personnes sans agrammatisme en production. Ceci correspond à nos résultats qui montrent une plus grande prévalence de troubles de la syntaxe en réception par rapport à l'expression.

## **2. Corrélations entre les troubles langagiers et les fonctions cognitives**

Nous voulions étudier les liens de corrélation entre atteintes langagières et des fonctions cognitives. Les échantillons de patients évalués par les tests langagiers et neuropsychologiques étant souvent restreints, nous avons fait le choix de ne garder que les effectifs supérieurs ou égaux à quinze pour interpréter nos résultats statistiques.

### **2.1. Corrélations statistiques entre les troubles langagiers et les fonctions exécutives**

Les analyses statistiques descriptives montrent que, parmi les patients évalués en langage et en neuropsychologie, une majorité d'entre eux ont obtenu des scores pathologiques pour les fonctions exécutives. Cela concorde avec les travaux de Olsson et al. (2019) qui stipulent que les patients avec une aphasie post-AVC présentent fréquemment des troubles des fonctions exécutives.

Nous avons ensuite recherché des liens de corrélation entre les troubles langagiers et exécutifs. Malheureusement, aucune des corrélations n'était significative à partir de nos données. Cela est probablement dû aux faibles effectifs de patients évalués dans ces deux domaines.

En outre, nous voulions observer un lien de corrélation entre les résultats obtenus au test du TLC et ceux obtenus aux tests évaluant les fonctions exécutives. Les effectifs des patients évalués à ces tests étant trop faibles pour être interprétables, nous ne pouvons pas vérifier les travaux d'Olsson et al. (2019) à partir des résultats de notre base de données aujourd'hui.

- **Flexibilité**

Nous avons ensuite cherché si une atteinte de la flexibilité était plutôt corrélée aux troubles de la production plutôt que de la compréhension. Selon les travaux de Berthoz (2003), les

persévérations langagières seraient dues à un trouble de la flexibilité, les scores obtenus à l'épreuve de dénomination orale seraient donc particulièrement impactés en cas de trouble de la flexibilité. Nous voulions également constater si la compréhension syntaxique était plus sévèrement altérée que la compréhension lexicale en cas d'atteinte de la flexibilité, étant donné que le traitement est plus complexe pour la compréhension syntaxique.

- **Inhibition**

Les travaux de Godefroy et al. (2004) et Andrès et al. (2004) stipulent qu'un trouble de l'inhibition se remarque particulièrement dans la production du langage, entraînant des écholalies, stéréotypies et persévérations. Nous nous attendions donc à observer un lien de corrélation avec les troubles de la production du langage plus marqué qu'avec les troubles de la compréhension. Nous supposons ainsi que les patients ayant une atteinte de l'inhibition auraient obtenu des scores particulièrement chutés au test de DO.

Nous nous attendions également à trouver un lien de corrélation plus marqué entre les troubles de l'inhibition et les troubles de la CSO par rapport aux troubles de la CLO car, selon les travaux de Martin et Allen (2008), l'inhibition aurait un rôle dans la sélection des représentations sémantiques des termes lexicaux perçus. Les tournures syntaxiques pourraient aider la compréhension des patients lors des épreuves de compréhension syntaxique comparativement à une épreuve de compréhension lexicale où les termes sont donnés isolément aux patients. Parmi les résultats obtenus, seul le lien entre le temps mis dans la tâche du Stroop et les scores en CSO des patients obtenus au MT86 est significatif et témoigne d'une corrélation entre temps mis à la tâche de Stroop et le nombre d'erreurs commises en CSO. Toutefois, le nombre de patients évalués dans ces deux tâches est trop faible pour en tirer des conclusions. Les résultats ne sont pas significatifs concernant la CLO et la tâche de Stroop.

- **Déduction / élaboration**

Enfin, nous voulions voir dans quelle mesure la sévérité des troubles de la déduction/élaboration était liée aux troubles langagiers. Étant donné que ce domaine permet des traitements en compréhension (déduction) et en production (élaboration), nous nous attendions à retrouver des liens équivalents entre les deux versants langagiers. Néanmoins, les scores sont ininterprétables dans ce domaine là encore.

## **2.2. Corrélations entre les troubles langagiers et attentionnels**

Les questions que nous désirions investiguer entre les résultats aux épreuves attentionnelles et ceux des tests langagiers portaient sur les liens entre la sévérité des troubles attentionnels et langagiers ainsi que sur l'existence d'un lien de corrélation plus fort entre troubles attentionnels et troubles de la production par rapport aux troubles de la compréhension.

Contrairement au domaine des fonctions exécutives, la majorité des échantillons de patients évalués en langage et pour l'attention étaient plus conséquents. Toutefois, les liens de corrélation concernant les grands domaines n'étaient pas significatifs non plus ou alors les effectifs étaient inférieurs à quinze et n'ont donc pas pu être exploités.

À l'échelle des subtests, nous avons cependant obtenu trois résultats significatifs. La corrélation entre les résultats obtenus à l'épreuve de DO du MT86 et au nombre d'omissions commises dans l'épreuve d'attention divisée visuelle montre que plus le score en DO est faible, plus le nombre d'omissions lors du test attentionnel est élevé. Ce résultat est à interpréter avec

précaution du fait du faible effectif, mais ces deux épreuves requièrent des compétences visuelles. Une surcharge des capacités attentionnelles visuelles peut expliquer un mauvais résultat à l'épreuve de DO.

Le deuxième résultat significatif concerne les scores obtenus par les patients à l'épreuve de CLO du MT86 et le temps mis par les patients à l'épreuve de l'attention divisée auditive. Ce lien signifie que les patients ayant obtenu un score pathologique à l'épreuve de CLO avaient tendance à mettre plus de temps pour réaliser la tâche attentionnelle du TEA, ce qui témoigne d'un coût cognitif important.

Le troisième score significatif concerne de nouveau les résultats obtenus en CLO (évaluée par le MT86) et l'attention divisée auditive, cette fois en termes du nombre d'erreurs. Ce score signifie que plus les scores en CLO étaient faibles, plus le nombre d'erreurs commises lors de la tâche d'attention divisée auditive était élevé.

La tâche de CLO requérant de l'attention auditive, il n'est pas surprenant de trouver des liens de corrélation entre ces domaines. Ces scores montrent bien que plusieurs processus cognitifs sont engagés lors des tests langagiers. Il apparaît donc utile d'évaluer les autres processus cognitifs afin de mieux comprendre l'origine des troubles des patients.

Les corrélations obtenues entre les scores des tests langagiers et d'attention concentrée ne sont pas interprétables. Nous nous attendions pourtant à voir un lien entre les performances d'attention concentrée et les performances langagières, d'autant que les bilans orthophoniques requièrent un long temps de concentration de la part des patients.

Les travaux ayant porté sur l'attention dans l'aphasie mentionnés par Hula & McNeil (2008) et Murray (2012) stipulent que les déficits de l'attention entraînent des variations de performances chez les patients présentant une aphasie. Or, les bilans orthophoniques et neuropsychologiques sont réalisés à un instant *t* et ne reflètent pas les performances des patients à tout moment. Ils ne permettent pas non plus de mettre en évidence les variations dans les performances langagières des patients, mentionnées par plusieurs auteurs (Hula & McNeil, 2008 ; Murray et al., 2012 ; Lee et al., 2018). Ces éléments seront à prendre en compte pour les analyses futures.

### **3. Corrélats neuro-anatomiques**

Le quatrième objectif consistait à présenter la méthode VLSM et débiter l'analyse des imageries de patients, afin de mettre en regard les lésions et les troubles des patients. Par manque de temps, nous avons principalement voulu vérifier la faisabilité de la méthode en nous concentrant sur la compréhension syntaxique et la dénomination orale.

En premier lieu, nous avons observé que le territoire sylvien profond était le siège du plus grand nombre de voxels lésés. Cela signifie que les lésions vasculaires impactent, le plus souvent, ce territoire. Cela correspond aux observations de Fridriksson et al. (2018) qui stipulent que les AVC découlent le plus fréquemment d'une occlusion de l'artère sylvienne.

#### **3.1. Compréhension syntaxique**

L'analyse VLSM concernant la compréhension syntaxique montre deux clusters de voxels lésés significatifs : l'un au niveau du pôle antérieur du lobe temporal gauche et l'autre au niveau de la partie inférieure du faisceau arqué.

La tâche de compréhension syntaxique requiert la compréhension orale ainsi que la reconnaissance des images présentées afin de sélectionner l'item cible.

En adéquation avec les observations de Den Ouden et al. (cités dans Fridriksson et al., 2018), ces territoires cérébraux correspondent aux deux voies du modèle de Hickok et Poeppel (2007), que les auteurs impliquent dans le traitement de la syntaxe. Le lobe temporal a une large part dans le traitement de la syntaxe. En effet, des lésions du gyrus temporal antérieur gauche ont été répertoriées dans la littérature comme responsables d'un trouble syntaxique, quelle que soit la structure de la phrase (Den Ouden et al., 2019). Le rôle du faisceau arqué a été mis en évidence par Sarubbo et al. (2020) dans le traitement syntaxique au niveau de la voie dorsale. Pillay et al. (cités dans Den Ouden et al., 2019) ont également montré que des lésions au niveau du gyrus angulaire et du cortex temporo-pariétal, où passe le faisceau arqué, sont responsables de troubles de la compréhension syntaxique.

Nos observations correspondent donc bien à la littérature concernant l'analyse VLSM des troubles de la compréhension syntaxique.

### **3.2. Dénomination orale**

Concernant les liens entre troubles de la dénomination orale et les lésions cérébrales responsables, l'analyse VLSM a permis d'observer des clusters de voxels lésés au niveau de la partie postérieure de l'aire de Broca (au niveau de la pars opercularis), au niveau de lésions frontales en regard des gyry pré-central et frontal moyen ainsi qu'au niveau de l'insula.

La tâche de dénomination orale requiert une reconnaissance de l'image, la récupération du mot et sa production.

Mirman et al. (2015b) ont mis en relation un trouble de production sémantique (caractérisé par des paraphasies sémantiques) et une lésion au niveau du gyrus frontal supérieur, ce qui rejoint nos observations. De plus, d'après le modèle de Hickok et Poeppel (2007), la pars opercularis appartient à la voie dorsale et a son importance pour la production du langage. En effet, elle constitue avec la pars triangularis l'aire de Broca, célèbre pour son rôle dans la production du langage. Le gyrus pré-central, inclus dans la voie dorsale, est lui aussi impliqué dans la production du langage.

Enfin, l'équipe de Mirman et al. (2015b) a également montré l'implication de l'insula dans la reconnaissance sémantique. Il n'est pas étonnant d'observer un lien entre trouble de la dénomination orale et lésion de ce territoire étant donné que les items doivent être reconnus pour être dénommés. L'analyse de l'imagerie doit donc bien prendre en compte tous les processus cognitifs mis en jeu lors des tâches d'évaluation.

Nos analyses VLSM corroborent donc les résultats de la littérature.

## **4. Limites de notre étude**

Notre étude présente plusieurs limites.

Les patients dont les scores sont intégrés dans la base de données se sont vu prescrire des bilans orthophoniques ou neuropsychologiques par les médecins suite à une suspicion de trouble. De ce fait, les patients pour lesquels aucun trouble langagier n'était suspecté n'ont pas été inclus dans notre base de données. Les résultats ne sont donc pas représentatifs de tous les patients ayant eu un AVC de l'hémisphère gauche. Pour contrer ce biais, il aurait fallu évaluer tous les patients hospitalisés dans le service de Rééducation Neurologique et Cérébrolésion de l'hôpital Swynghedauw correspondant aux critères d'inclusion (personne adulte ayant eu un AVC unique de l'hémisphère gauche confirmé par une technique d'imagerie).

De plus, le caractère monocentrique de notre étude engendre un biais de sélection qui limite la généralisation des résultats à l'ensemble de la population.

Le caractère rétrospectif de notre étude nous empêche d'obtenir des données manquantes et est de ce fait une limite majeure de ce mémoire. En effet, bien que la base de données soit relativement conséquente, l'ensemble des domaines langagiers et neuropsychologiques n'ont pas été testés de façon systématique. Nous ne connaissons pas les raisons pour lesquelles certains tests n'ont pas été proposés, ce qui limite la possibilité de tirer des conclusions sur la prévalence réelle des troubles. Il est possible que les professionnels n'aient pas fait passer certains tests en l'absence de trouble ou, à l'inverse, pour ne pas mettre le patient en difficulté. Ainsi, nous constatons que des corrélations statistiques, notamment entre les troubles langagiers et cognitifs, pâtissent du manque de données et ne sont pas significatives à l'échelle de notre étude de ce fait.

L'utilisation de tests orthophoniques différents et non analysables ensemble est également une limite non négligeable de notre étude. Notre souhait initial était d'utiliser les écarts-types des scores obtenus aux tests langagiers afin de réaliser nos analyses statistiques. L'écart-type permet de quantifier l'écart à la norme de la performance du patient, il aurait été possible de comparer les performances des patients à différents tests avec cet outil. Cependant, le MT86 étant le test le plus utilisé, nous avons réalisé les analyses statistiques des scores majoritairement à partir de ce test, qui donne comme seul renseignement le caractère pathologique ou non de la performance du patient, sans permettre le calcul d'écarts-types. Les analyses statistiques ne sont donc pas aussi fines que nous le souhaitons.

## 5. Perspectives

Il serait utile de continuer à alimenter les bases de données langage et neuropsychologie avec les futures évaluations des patients hospitalisés dans le service Rééducation Neurologique et Cérébrolésion de l'hôpital Swynghedauw. Ceci permettrait d'augmenter la taille des effectifs, notamment pour les comparaisons statistiques entre les résultats obtenus aux tests langagiers et ceux obtenus aux tests neuropsychologiques. Les liens entre les troubles seraient ainsi mieux connus, ce qui compenserait un manque actuel de l'état des connaissances (Trauchessec, 2018 ; Olsson et al., 2019 ; Simic et al., 2019).

Enfin, l'essor de nouveaux tests orthophoniques permettra probablement le calcul plus systématique d'écarts-types et affinera les analyses statistiques, comme la BETL, le Bilan Informatisé de l'Aphasie (BIA, Gatignol et al., 2012) ou la batterie i-MEL fr (Joanette et al., 2018).

Les investigations réalisées à partir de la base de données devraient permettre de meilleures connaissances sur les corrélats lésions-symptômes à l'aide de la technique d'imagerie par VLSM, notamment sur le détail des troubles langagiers susceptibles d'être présentés par les patients suite à un AVC de l'hémisphère gauche.

Il pourrait être intéressant de confronter les résultats à ceux d'autres bases de données similaires à celle-ci afin d'avoir des échantillons plus conséquents pour les analyses et de pouvoir interpréter avec plus de force statistique les corrélations obtenues. En guise d'exemples, nous pouvons citer la base de données PLORAS (Seghier et al., 2015), qui a pour objectif de prédire les troubles du langage et leur évolution après un AVC à partir des données d'imageries anatomiques et fonctionnelles, ou la base de données internationale Aphasiabank (Forbes, 2012), mise à disposition des chercheurs gratuitement et qui permet l'analyse du langage à partir d'enregistrements de discours de patients présentant une aphasie.

## 6. Liens avec l'orthophonie

Les liens de ce mémoire avec l'orthophonie sont rétrospectifs et prospectifs. Rétrospectifs d'une part étant donné que c'est grâce à la récolte des résultats indiqués dans les bilans orthophoniques que la base de données a pu être créée et les investigations menées. Prospectifs d'autre part puisque ce travail a pour objectif final d'affiner les connaissances des corrélats neuroanatomiques du langage et de mieux connaître les liens entre les troubles langagiers et cognitifs. Nous avons vu également l'importance de la maîtrise des tâches d'évaluation et de la connaissance des processus cognitifs mis en œuvre lors de ces tâches pour l'analyse de l'imagerie. Celle-ci s'avère essentielle afin de faire correspondre les symptômes aux lésions correctement.

À terme, l'apport de ces recherches vise à servir la clinique en aidant au pronostic. En effet, les prises en charge orthophoniques sont améliorées par la prise en compte des intrications entre les troubles.

## Conclusion

Ce mémoire visait plusieurs objectifs, réalisés par l'analyse d'une base de données langage constituée à partir des scores obtenus par des patients à des tests orthophoniques. Le premier objectif était la description des troubles langagiers présentés par les patients, le deuxième était l'étude de liens de corrélation entre ces troubles, le troisième était l'étude de liens de corrélation entre les troubles langagiers et des troubles exécutifs et attentionnels, et enfin le dernier objectif était le commencement de l'analyse des corrélats neuro-anatomiques des différents troubles du langage

Pour ce faire, nous avons constitué notre base de données avec les scores des tests langagiers de 156 patients hospitalisés dans le service Rééducation Neurologique et Cérébrolésion de l'hôpital Swynghedauw entre 2011 et 2020. À partir de ces éléments, nous avons pu observer la prévalence des troubles langagiers et les liens de corrélation entre eux. Les observations que nous avons menées ne montrent pas de clivage particulièrement marqué entre les troubles du langage, contrairement à l'ancienne classification des aphasies qui posait des distinctions entre troubles de la fluence, troubles de la compréhension et troubles de la répétition. Nos résultats s'avèrent donc en accord avec le courant de la littérature actuelle.

La recherche des liens entre troubles des fonctions cognitives et troubles langagiers en revanche n'a pas pu être exploitée comme attendu étant donné le manque de données neuropsychologiques.

Enfin, concernant les corrélats neuroanatomiques, nous nous sommes centrés sur l'analyse VLSM des troubles de la compréhension syntaxique et de la dénomination orale par manque de temps. Les clusters de voxels lésés significatifs retrouvés pour les deux tâches correspondent aux régions cérébrales impliquées mentionnées dans la littérature.

L'objectif majeur de ce mémoire était d'approfondir l'étude des corrélats neuroanatomiques des troubles du langage afin de pouvoir, à terme, affiner le pronostic langagier des patients ayant eu un AVC de l'hémisphère gauche à partir de leur imagerie. Ceci permettra de mieux comprendre les liens entre les troubles langagiers et cognitifs des patients et de leur proposer un traitement mieux adapté.

## Bibliographie

- Abo, M., Senoo, A., Watanabe, S., Miyano, S., Doseki, K., Sasaki, N., Kobayashi, K., Kikuchi, Y., & Yonemoto, K. (2004). Language-related brain function during word repetition in post-stroke aphasics. *NeuroReport*, 15(12), 1891-1894. <https://doi.org/10.1097/00001756-200408260-00011>
- Aguert, M., & Capel, A. (2018). Mieux comprendre les scores z pour bien les utiliser. *Rééducation Orthophonique*, 274, 61-85.
- Andres, P., & van der Linden, M. (2004). Les capacités d'inhibition : une fonction « frontale » ? *European Review of Applied Psychology*, 54(2), 137-142. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2003.12.001>
- Akhavan, N., Göksun, T. et Nozari, N. (2018). Integrity and function of gestures in aphasia. *Aphasiology*, 32(11), 1310-1335. doi:10.1080/02687038.2017.1396573
- Baddeley, A. (1995). *Working memory* (Reprint). Clarendon Press.
- Bates, E., Wilson, S. M., Saygin, A. P., Dick, F., Sereno, M. I., Knight, R. T., & Dronkers, N. F. (2003). Voxel-based lesion–symptom mapping. *Nature Neuroscience*, 6(5), 448-450. <https://doi.org/10.1038/nn1050>
- Brickenkamp, R., Liepman, D., & Schmidt, L. (2015) *D2-R : Test d'attention concentrée révisé*. Hogrefe.
- Brickenkamp, R., & Zillmer, E. (1981). *D2 : Test : Concentration Endurance Test (d2 Test of Attention)*. PAR Inc.
- Caplan, D. (2014). Commentary on “The role of domain-general cognitive control in language comprehension” by Fedorenko. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00629>
- Cocks, N., Dipper, L., Pritchard, M. et Morgan, G. (2013). The impact of impaired semantic knowledge on spontaneous iconic gesture production. *Aphasiology*, 27(9), 1050-1069. doi:10.1080/02687038.2013.770816
- Chomel-Guillaume, S., Leloup, G., & Bernard, I. (2021). *Les aphasies : Évaluation et rééducation* (2<sup>e</sup> éd.). Elsevier Masson.
- Cooley, E.L., & Morris, R.D. (1990) Attention in children : A neuropsychologically based mode for assessment. *Developmental Neuropsychology*, 6, 239-274. <https://doi.org/10.1080/87565649009540465>

- DeMarco, A. T., & Turkeltaub, P. E. (2018). A multivariate lesion symptom mapping toolbox and examination of lesion-volume biases and correction methods in lesion-symptom mapping. *Human brain mapping, 39*(11), 4169–4182. <https://doi.org/10.1002/hbm.24289>
- De Partz, M.P., Bilocq, V., De Wilde, V., Seron, X., & Pillon, A. (2001). *LEXIS : Tests pour le diagnostic des troubles lexicaux chez le patient aphasique*. Solal.
- Dee, H. L., & van Allen, M. W. (1973). Speed of Decision-Making Processes in Patients With Unilateral Cerebral Disease. *Archives of Neurology, 28*(3), 163-166. <https://doi.org/10.1001/archneur.1973.00490210043004>
- Dell, S.G. (1986). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review, 93*(3). 283-321. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.93.3.283>
- Démonet, J.-F., De Boissezon, X., Raboyeau, G., & Cardebat, D. (2009). Neuro-imagerie fonctionnelle et étude de la récupération du langage dans l'aphasie. Dans Kail, M., Fayol, M., & Hickmann, M. (Dir.), *Apprentissage des langues*. (p. 549-563). CNRS Éditions. Doi:10.4000/books.editioncnrs.5987
- Den Ouden, D., Malyutina, S., Basilakos, A., Bonilha, L., Gleichgerrcht, E., Yourganov, G., Hillis, A. E., Hickok, G., Rorden, C., & Fridriksson, J. (2019). Cortical and structural–connectivity damage correlated with impaired syntactic processing in aphasia. *Human Brain Mapping, 40*(7), 2153-2173. <https://doi.org/10.1002/hbm.24514>
- Dick, A. S., Bernal, B., & Tremblay, P. (2013). The Language Connectome. *The Neuroscientist, 20*(5), 453-467. <https://doi.org/10.1177/1073858413513502>
- Dubois, B., Slachevsky, A., Litvan, I., & Pillon, B. (2000). The FAB : A frontal assessment battery at bedside. *Neurology, 55*(11), 1621-1626. <https://doi.org/10.1212/WNL.55.11.1621>
- Duffau, H., Moritz-Gasser, S., & Mandonnet, E. (2014). A re-examination of neural basis of language processing : Proposal of a dynamic hodotopical model from data provided by brain stimulation mapping during picture naming. *Brain and Language, 131*, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.05.011>
- Fedorenko, E. (2014). The role of domain-general cognitive control in language comprehension. *Frontiers in Psychology, 5*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00335>
- Flinker, A., Korzeniewska, A., Shestyuk, A. Y., Franaszczuk, P. J., Dronkers, N. F., Knight, R. T., & Crone, N. E. (2015). Redefining the role of Broca's area in speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 112*(9), 2871-2875. <https://doi.org/10.1073/pnas.1414491112>
- Fonseca, J., Ferreira, J. J., & Pavão Martins, I. (2016). Cognitive performance in aphasia due to stroke : a systematic review. *International Journal on Disability and Human Development, 16*(2). <https://doi.org/10.1515/ijdh-2016-0011>

- Forbes, M., Fromm, D., & MacWhinney, B. (2012). AphasiaBank : A Resource for Clinicians. *Seminars in Speech and Language*, 33(03), 217-222. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1320041>
- Forkel, S., Catani, M. (2018). Lesion mapping in acute stroke aphasia and its implication for recovery. *Neuropsychologia*, 115, 88-100. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.03.036>
- Foulon, C., Cerliani, L., Kinkingnéhun, S., Levy, R., Rosso, C., Urbanski, M., Volle, E., & Thiebaut de Schotten, M. (2018). Advanced lesion symptom mapping analyses and implementation as BCBtoolkit. *GigaScience*, 7(3). <https://doi.org/10.1093/gigascience/giy004>
- Fridriksson, J., den Ouden, D. B., Hillis, A. E., Hickok, G., Rorden, C., Basilakos, A., Yourganov, G., & Bonilha, L. (2018). Anatomy of aphasia revisited. *Brain*, 141(3), 848-862. <https://doi.org/10.1093/brain/awx363>
- Fridriksson, J., Nettles, C., Davis, M., Morrow, L., & Montgomery, A. (2006). Functional communication and executive function in aphasia. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(6), 401-410. <https://doi.org/10.1080/02699200500075781>
- Fucetola, R., Connor, L. T., Strube, M. J., & Corbetta, M. (2009). Unravelling nonverbal cognitive performance in acquired aphasia. *Aphasiology*, 23(12), 1418-1426. <https://doi.org/10.1080/02687030802514938>
- Gatignol, P., Juttau, S., Oudry, M., & Weill-Chounlamountry, A. (2012). *BIA Bilan Informatisé Aphasie*. OrthoÉdition.
- Godefroy, O. (2012). *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques (2008)* (1<sup>re</sup> éd.). Deboeck
- Godefroy, O. & le Groupe de réflexion sur l'évaluation des fonctions exécutives. (2004). Syndromes frontaux et dysexécutifs. *Revue Neurologique*, 160(10), 899-909. [https://doi.org/10.1016/S0035-3787\(04\)71071-1](https://doi.org/10.1016/S0035-3787(04)71071-1)
- Harnishfeger, K. (1995). The development of cognitive inhibition : Theories, definitions, and research evidence. Dans F.N. Dempster & C.J. Brainerd (Dir.), *Interference and inhibition in cognition* (p. 176-205). Academic Press.
- Henseler, I., Regenbrecht, F., & Obrig, H. (2014). Lesion correlates of patholinguistic profiles in chronic aphasia : comparisons of syndrome-, modality- and symptom-level assessment. *Brain*, 137(3), 918-930. <https://doi.org/10.1093/brain/awt374>
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(5), 393-402. <https://doi.org/10.1038/nrn2113>
- Hula, W., & McNeil, M.R. (2008). Models of attention and dual-task performance as explanatory constructs in aphasia. *Seminars in Speech and Language*. 28(3). 169-187. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1082882>

JASP Team (2019). JASP (Version 0.10.2) [Computer software]

Joanette Y., Ansaldo, A. I., Ferré, P., & Deleuze, A. (2018). Normalisation et validation d'une batterie d'évaluation linguistique et fonctionnelle des troubles acquis de la communication à destination des orthophonistes francophones. Montréal, Québec : Laboratoire Santé et Vieillesse.

Joanette, Y., Ska, B., & Côté, H. (2005). *Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication (MEC)*. OrthoÉdition.

Kahlaoui, K., & Ansaldo, A. (2009). Récupération de l'aphasie d'origine vasculaire : facteurs de pronostic et apport de la neuro-imagerie fonctionnelle. *Revue Neurologique*, 165(3), 233-242. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2008.06.014>

Kiran, S., & Thompson, C. K. (2019). Neuroplasticity of Language Networks in Aphasia : Advances, Updates, and Future Challenges. *Frontiers in Neurology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00295>

Kong, A. P.-H., Law, S.-P., Wat, W. K.-C. et Lai, C. (2015). Co-verbal gestures among speakers with aphasia: Influence of aphasia severity, linguistic and semantic skills, and hemiplegia on gesture employment in oral discourse. *Journal of Communication Disorders*, 56, 88-102. doi:10.1016/j.jcomdis.2015.06.007

Lacey, E. H., Skipper-Kallal, L. M., Xing, S., Fama, M. E., & Turkeltaub, P. E. (2017). Mapping Common Aphasia Assessments to Underlying Cognitive Processes and Their Neural Substrates. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 31(5), 442-450. <https://doi.org/10.1177/1545968316688797>

Lafargue, G. (2019). *Investigation en neuroimagerie et études de cas* [présentation PowerPoint]. Reims. <http://eugrafal.free.fr/cours.html>

Langenecker, S. A., Zubieta, J. K., Young, E. A., Akil, H., & Nielson, K. A. (2007). A task to manipulate attentional load, set-shifting, and inhibitory control: Convergent validity and test-retest reliability of the Parametric Go/No-Go Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29, 842-853.

Lanyon, L. et Rose, M. L. (2009). Do the hands have it? The facilitation effects of arm and hand gesture on word retrieval in aphasia. *Aphasiology*, 23(7-8), 809-822. doi:10.1080/02687030802642044

Laska, A. C., Hellbom, A., Murray, V., Kahan, T., & Von Arbin, M. (2001). Aphasia in Acute Stroke and Relation to Outcome. *Journal of Internal Medicine*, 24, 413-422.

- Lee, J. B., Kocherginsky, M., & Cherney, L. R. (2018). Attention in individuals with aphasia : Performance on the Conners' Continuous Performance Test – 2nd edition. *Neuropsychological Rehabilitation*, 30(2), 249-265. <https://doi.org/10.1080/09602011.2018.1460852>
- Li, R., Ryu, J. H., Vincent, P., Springer, M., Kluger, D., Levinsohn, E. A., Chen, Y., Chen, H., & Blumenfeld, H. (2021). The pulse : transient fMRI signal increases in subcortical arousal systems during transitions in attention. *NeuroImage*, 232, 117873. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117873>
- Lussier, F. (2009). Programme d'intervention pour favoriser le développement des fonctions attentionnelles et exécutives. Dans S. Adam, P. Allain, G. Aubun & F. Collette (Dir.), *Actualités en rééducation neuropsychologique : Etudes de cas* (p. 103-117). Solal.
- Lynch, E. B., Butt, Z., Heinemann, A., Victorson, D., Nowinski, C. J., Perez, L., & Cella, D. (2008). A qualitative study of quality of life after stroke : The importance of social relationships. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40(7), 518-523. <https://doi.org/10.2340/16501977-0203>
- Magnusdottir, S., Fillmore, P., Den Ouden, D., Hjaltason, H., Rorden, C., Kjartansson, O., Bonilha, L., & Fridriksson, J. (2013). Damage to left anterior temporal cortex predicts impairment of complex syntactic processing : A lesion-symptom mapping study. *Human Brain Mapping*, 34(10), 2715-2723. <https://doi.org/10.1002/hbm.22096>
- Martin, R., & Allen, C. (2008). A disorder of executive function and its role in language processing. *Seminars in Speech and Language*, 29(03), 201-210. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1082884>
- Madden, D. J., Turkington, T. G., Provenzale, J. M., Hawk, T. C., Hoffman, J. M., & Coleman, R. E. (1997). Selective and divided visual attention : Age-related changes in regional cerebral blood flow measured by H215O PET. *Human Brain Mapping*, 5(6), 389-409.
- Mazaux, J.-M., Nespoulous, J.-L., Pradat-Diehl, P., Brun, V. (2007). Les troubles du langage oral : quelques rappels sémiologiques. Dans J.M. Mazaux, P. Pradat-Diehl, V. Brun. (Dir.), *Aphasie et Aphasiques* (p.76-86). Elsevier Masson.
- McDowell, S., Whyte, J., & D'Esposito, M. (1997). Working memory impairments in traumatic brain injury : evidence from a dual-task paradigm. *Neuropsychologia*, 35(10), 1341-1353. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(97\)00082-1](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(97)00082-1)
- Mirman, D., Chen, Q., Zhang, Y., Wang, Z., Faseyitan, O. K., Coslett, H. B., & Schwartz, M. F. (2015a). Neural organization of spoken language revealed by lesion–symptom mapping. *Nature Communications*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/ncomms7762>
- Mirman, D., Zhang, Y., Wang, Z., Coslett, H. B., & Schwartz, M. F. (2015b). The ins and outs of meaning : Behavioral and neuroanatomical dissociation of semantically-driven word retrieval and multimodal semantic recognition in aphasia. *Neuropsychologia*, 76, 208-219. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.02.014>

- Murray, L. (2012). Attention and other cognitive déficits in Aphasia : presence and relation to langage and communication measures. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 21, 51-64. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2012/11-0067\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2012/11-0067))
- Nespoulous, J. L., Lecours, A. R., Lafond, D., Lemay, A., Puel, M., Joannette, Y., Cot, F., & Rascol, A. (1992). *Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie (MT86)*. OrthoÉdition.
- Niendam, T. A., Laird, A. R., Ray, K. L., Dean, Y. M., Glahn, D. C., & Carter, C. S. (2012). Meta-analytic evidence for a superordinate cognitive control network subserving diverse executive functions. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 12(2), 241-268. <https://doi.org/10.3758/s13415-011-0083-5>
- Olsson, C., Arvidsson, P., & Blom Johansson, M. (2019). Relations between executive function, language, and functional communication in severe aphasia. *Aphasiology*, 33(7), 821-845. <https://doi.org/10.1080/02687038.2019.1602813>
- Pedersen, P. M., Stig Jørgensen, H., Nakayama, H., Raaschou, H. O., & Olsen, T. S. (1995). Aphasia in acute stroke : Incidence, determinants, and recovery. *Annals of Neurology*, 38(4), 659-666. <https://doi.org/10.1002/ana.410380416>
- Planton, S., & Démonet, J. (2012). Neurophysiologie du langage : apports de la neuro-imagerie et état des connaissances. *Revue de neuropsychologie*, 4(4), 255-266. <https://doi.org/10.3917/rne.044.0255>
- Pollock, A., Farmer, S. E., Brady, M. C., Langhorne, P., Mead, G. E., Mehrholz, J., & van Wijck, F. (2014). Interventions for improving upper limb function after stroke. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2014(11), CD010820. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010820.pub2>
- Reynolds, C. (2002). *Comprehensive Trail Making Test*. Austin, Texas : Pro-Ed.
- Rousseaux, M., & Dei Cas, P. (2012). *Test de Langage Elaboré pour Adulte (TLE)*. OrthoÉdition
- Rousseaux, M., Delacourt, A., Wyrzykowski, N., & Lefeuvre, M. (2001). *Test Lillois de Communication*. OrthoÉdition
- Sarubbo, S., Tate, M., de Benedictis, A., Merler, S., Moritz-Gasser, S., Herbet, G., & Duffau, H. (2020). Mapping critical cortical hubs and white matter pathways by direct electrical stimulation : an original functional atlas of the human brain. *NeuroImage*, 205, 116237. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116237>
- Schumacher, R., Halai, A. D., & Lambon Ralph, M. A. (2019). Assessing and mapping language, attention and executive multidimensional deficits in stroke aphasia. *Brain*, 142(10), 3202-3216. <https://doi.org/10.1093/brain/awz258>

- Seghier, M. L., Patel, E., Prejawa, S., Ramsden, S., Selmer, A., Lim, L., Browne, R., Rae, J., Haigh, Z., Ezekiel, D., Hope, T. M., Leff, A. P., & Price, C. J. (2016). The PLORAS Database : A data repository for Predicting Language Outcome and Recovery After Stroke. *NeuroImage*, *124*, 1208-1212. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.03.083>
- Siegel, J. S., Ramsey, L. E., Snyder, A. Z., Metcalf, N. V., Chacko, R. V., Weinberger, K., Baldassarre, A., Hacker, C. D., Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2016). Disruptions of network connectivity predict impairment in multiple behavioral domains after stroke. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*(30), E4367-E4376. <https://doi.org/10.1073/pnas.1521083113>
- Simic, T., Bitan, T., Turner, G., Chambers, C., Goldberg, D., Leonard, C., & Rochon, E. (2019). The role of executive control in post-stroke aphasia treatment. *Neuropsychological Rehabilitation*, *30*(10), 1853-1892. <https://doi.org/10.1080/09602011.2019.1611607>
- Sinanović, O., Mrkonjić, Z., Zukić, S., Vidović, M., & Imamović, K. (2011). Post-Stroke Language Disorders. *Acta Clin Croat*, *50*(1), 79-94.
- Shea-Shumsky, N. B., Schoeneberger, S., & Grigsby, J. (2019). Executive functioning as a predictor of stroke rehabilitation outcomes. *The Clinical Neuropsychologist*, *33*(5), 854-872. <https://doi.org/10.1080/13854046.2018.1546905>
- Stark, B. C., Dutta, M., Murray, L. L., Bryant, L., Fromm, D., MacWhinney, B., Ramage, A. E., Roberts, A., Den Ouden, D. B., Brock, K., McKinney-Bock, K., Paek, E. J., Harmon, T. G., Yoon, S. O., Themistocleous, C., Yoo, H., Aveni, K., Gutierrez, S., & Sharma, S. (2021). Standardizing Assessment of Spoken Discourse in Aphasia: A Working Group With Deliverables. *American journal of speech-language pathology*, *30*(1S), 491–502. [https://doi.org/10.1044/2020\\_AJSLP-19-00093](https://doi.org/10.1044/2020_AJSLP-19-00093)
- Strijkers, K., Yum, Y. N., Grainger, J., & Holcomb, P. J. (2011). Early Goal-Directed Top-Down Influences in the Production of Speech. *Frontiers in Psychology*, *2*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00371>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Sturm, W., & Willmes, K. (2001). On the Functional Neuroanatomy of Intrinsic and Phasic Alertness. *NeuroImage*, *14*(1), S76-S84. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0839>
- Sul, B., Lee, K. B., Hong, B. Y., Kim, J. S., Kim, J., Hwang, W. S., & Lim, S. H. (2019). Association of Lesion Location With Long-Term Recovery in Post-stroke Aphasia and Language Deficits. *Frontiers in Neurology*, *10*. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00776>
- Thiebaut de Schotten, M., & Foulon, C. (2018). The rise of a new associationist school for lesion-symptom mapping. *Brain*, *141*(1), 2-4. <https://doi.org/10.1093/brain/awx332>

- Tran, T. M., & Godefroy, O. (2015). *Batterie d'Évaluation des Troubles Lexicaux (BETL)*. OrthoÉdition
- Tsvetkova, L. (1976). Sur les mecanismes des troubles de la repetition et de la comprehension du langage dans l'aphasie acoustico-mnestique. *Neuropsychologia*, *14*(3), 343-352. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(76\)90028-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(76)90028-2)
- Weill-Chounlamounry, A., Barbier, E., Tessier, C., & Pradat-Diehl, P. (2014). Rééducation du manque du mot. *Revue Neurologique*, *170*, A209-A210. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2014.01.585>
- Zhang, J., Wei, X., Xie, S., Zhou, Z., Shang, D., Ji, R., Yu, Y., He, F., Du, Y., Ye, X., & Luo, B. (2018). Multifunctional Roles of the Ventral Stream in Language Models: Advanced Segmental Quantification in Post-Stroke Aphasic Patients. *Frontiers in neurology*, *9*, 89. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00089>
- Zhang, Y., Kimberg, D. Y., Coslett, H. B., Schwartz, M. F., & Wang, Z. (2014). Multivariate lesion-symptom mapping using support vector regression. *Human Brain Mapping*, *35*(12), 5861-5876. <https://doi.org/10.1002/hbm.22590>
- Zimmermann, P., & Fimm, B. (1994). *Test d'évaluation de l'attention (TEA)*. Würselen : Psytest.

# **Liste des annexes**

**Annexe n°1 : Détails des tests langagiers**

**Annexe n°2 : Détails des corrélations entre les troubles langagiers**

**Annexe n°3 : Tableaux des corrélations entre troubles langagiers et cognitifs**

**Annexe n°4 : Extrait de la base de données langage**