



HAL
open science

Étude du contrôle sémantique auprès des patients opérés d'un gliome diffus de bas grade en condition éveillée

Angélique Garreau

► **To cite this version:**

Angélique Garreau. Étude du contrôle sémantique auprès des patients opérés d'un gliome diffus de bas grade en condition éveillée. Médecine humaine et pathologie. 2023. dumas-04304845

HAL Id: dumas-04304845

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04304845>

Submitted on 24 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License



ÉTUDE DU CONTRÔLE SÉMANTIQUE AUPRÈS DES PATIENTS OPÉRÉS D'UN GLIOME DIFFUS DE BAS GRADE EN CONDITION ÉVEILLÉE

MÉMOIRE

pour l'obtention

CERTIFICAT DE CAPACITÉ EN ORTHOPHONIE

Présenté et soutenu publiquement par

Angélique GARREAU

Sous la direction de Guillaume Herbet et Sylvie Moritz-Gasser

le 30 mai 2023

Jury :

- Rapporteuses :

Dr. Anne-Laure Lemaitre, Docteure en Neurosciences, Neuropsychologue, CHU Gui de Chauliac, Montpellier

Éléonor BURKHARDT, Orthophoniste, Doctorante, Praxiling UMR5267, CNRS, Université Paul Valéry Montpellier 3

- Examinateur :

Pr. Hugues DUFFAU, PU-PH Neurochirurgien, Coordinateur du département de Neurochirurgie CHU Gui de Chauliac, Université Montpellier

- Directeurs :

Dr. Guillaume HERBET, Neuropsychologue, Maître de conférences, Docteur en Neurosciences, CHU Gui de Chauliac, Université Montpellier

Dr. Sylvie MORITZ-GASSER, Directrice pédagogique du Département Universitaire D'Orthophonie de Montpellier, Orthophoniste, Maître de conférences, Docteure en Neurosciences, CHU Gui de Chauliac, Université Montpellier

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je tiens à remercier mes directeurs de mémoire pour leur réactivité et leur accompagnement suite à mes péripéties d'encadrement. J'ai été ravie et honorée de pouvoir faire ce mémoire sous votre direction. Merci Madame Moritz-Gasser pour votre soutien et vos conseils avisés. Merci Monsieur Herbet pour votre disponibilité sans faille et pour m'avoir fait apprécier les statistiques.

Merci au professeur Duffau de m'avoir gratifiée de votre présence en tant que jury, et merci d'insuffler l'engouement pour les neurosciences chez les étudiants en nous transmettant votre savoir.

Merci à mes rapporteuses Anne-Laure Lemaître et Éléonor Burkhardt pour leurs encouragements, leurs retours pertinents et leur réactivité.

Merci aux patients qui ont accepté de participer à l'étude avec gentillesse et spontanéité.

Merci à toutes les personnes qui ont permis, de près ou de loin, d'étoffer la population contrôle.

Merci à mes Neska pour ces cinq ans d'amitié et de soutien, du Pays Basque à la Bretagne.

Merci Axel de m'écouter parler d'un sujet totalement abscons pour toi et de me conseiller malgré tout.

Merci à ma famille, mes frères et sœur, et ma maman pour leur soutien pendant ces ((très) longues) années d'études.

Merci à toi Papa, pour ta présence imperceptible depuis deux ans, mais bien présente, ce qui m'aura permis d'arriver au bout. Promis les études c'est enfin fini maintenant (quoique...).

Merci à Aurore, ma Toti et ma femme, pour ces cinq ans de relation, ta présence à toute épreuve, dans le sérieux et dans l'amusement, dans la joie et dans la détresse, dans le jour et dans la nuit. Merci pour notre amitié indéfectible.

Et enfin, merci Jacky pour tes ronronnements et ton écoute pendant toutes ces années, tu as été le meilleur soutien dont on puisse rêver.

ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT

Je, soussignée Angélique Garreau, atteste sur l'honneur que le contenu du présent mémoire est original et reflète mon travail personnel.

Je déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document, publiés sur toutes formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer explicitement, à chaque fois que j'en fais usage, toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Le 26 mai 2023

[Données anonymisées pour mise en ligne]



Résumé

Le contrôle sémantique est un domaine encore peu étudié à ce jour. Pourtant celui-ci joue un rôle primordial dans notre rapport au monde à travers l'utilisation du langage et la compréhension de l'environnement selon le contexte. Les études en neurosciences cognitives permettent de mieux comprendre le fonctionnement de ce système et d'identifier les différentes structures cérébrales cortico-sous-corticales impliquées dans le traitement sémantique en effectuant notamment des recherches auprès de patients cérébrolésés, ce qui permet par la suite de proposer une prise en soins plus adaptée. Notre étude a pour but d'étudier le contrôle sémantique chez des patients opérés d'un gliome diffus de bas grade par le professeur Duffau au CHU Gui de Chauliac (Montpellier). Pour ce faire, nous avons recruté une population divisée en deux groupes avec des sujets contrôles sains et des sujets patients auxquels nous avons fait passer un protocole sémantique à l'aide d'une batterie informatisée. Celui-ci avait pour but d'une part d'évaluer l'efficacité du contrôle sémantique en présentant des épreuves sémantiques et non-sémantiques, en modalité verbale et non-verbale et d'autre part, permettre d'explorer les structures cérébrales impliquées. Nos résultats mettent en avant la présence d'un déficit du contrôle sémantique chez les patients opérés d'un gliome diffus de bas grade par rapport aux sujets contrôles, avec la présence d'un ralentissement cognitif global. Néanmoins, nous ne relevons pas de latéralisation hémisphérique du contrôle sémantique. Celui-ci serait donc bilatéral avec une prédominance hémisphérique gauche concernant la modalité verbale. Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte l'évaluation du contrôle sémantique dans la prise en soins orthophonique de patients cérébrolésés.

Mots-clefs : contrôle sémantique ; gliome diffus de bas grade ; chirurgie éveillée ; plasticité cérébrale.

Abstract

Semantic control remains a poorly studied field. Nevertheless, it plays an important role in our relationship to the world by the use of language and by the understanding of the context-dependent environment. Cognitive neurosciences studies allow us to better understand this process and to identify the different cortico-subcortical brain structures implicated in the semantic system chiefly by carrying out research on patients with brain lesions which then permits the most suitable health care. Our study aims at studying the semantic control in diffuse low-grade patients who have undergone a surgery by Professor Hugues Duffau at Gui de Chauliac, University Hospital of Montpellier. In order to achieve this, we have recruited a population of individuals divided into two groups with healthy control patient and diffuse low-grade patients to whom we have carried out a semantic protocol thanks to computer-programmed tests by means of R software. These tests are designed to assess on one hand the efficacy of semantic control with semantic and non-semantic tasks in verbal and non-verbal modalities and on the other hand enable to explore the involved cerebral structures. Our results highlight the presence of a semantic control deficit in diffuse low-grade patients compared to healthy control with an overall cognitive slowdown. Yet, we observe no hemispheric lateralization of semantic control. Altogether, it would indicate it as bilateral with a preference of the verbal modality in the left hemisphere. These results highlight the importance of taking into account the assessment of semantic control in the speech therapy of patients with brain lesions.

Keywords : semantic control ; low-grade diffuse glioma ; awake surgery ; brain plasticity

Table des matières

Liste des abréviations	10
Liste des tableaux et des figures	11
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	14
PREMIÈRE PARTIE : PARTIE THÉORIQUE	15
1 Le traitement sémantique	15
1.1 La cognition sémantique	15
1.1.1 La mémoire sémantique.....	16
1.1.2 Le contrôle sémantique.....	17
1.1.3 Les troubles sémantiques.....	18
1.1.3.1 Atteinte des représentations	18
1.1.3.2 Déficit d'accès aux représentations.....	18
1.2 Le traitement sémantique plurimodal ou amodal ?.....	19
1.2.1 Le modèle plurimodal.....	20
1.2.2 Le modèle amodal	20
1.2.3 Le modèle mixte	22
2 Bases neurales et corrélations anatomo-fonctionnelles.....	23
2.1 Structures cortico-sous-corticales impliquées dans le traitement sémantique.....	23
2.1.1 Structures corticales.....	23
2.1.2 Structures sous-corticales	26
2.1.2.1 Modèle à double voie	26
2.1.2.2 La voie ventrale	27
2.1.3 Modèle hodotopique du langage.....	28
3 Gliomes, plasticité cérébrale et chirurgie éveillée	29
3.1 Gliomes.....	29
3.1.1 Gliome diffus de bas grade (GDBG).....	30
3.2 Plasticité cérébrale	31
3.3 Chirurgie éveillée.....	32
3.3.1 Parcours du patient et rôle de l'orthophoniste.....	33
3.3.1.1 Préopératoire	33
3.3.1.2 Peropératoire	33
3.3.1.3 Postopératoire.....	34

4	Problématique et hypothèse de recherche	34
4.1	Problématique	34
4.2	Hypothèse	35
	DEUXIÈME PARTIE : PARTIE EXPÉRIMENTALE	36
1	Dispositif méthodologique	36
1.1	Description de la population	36
1.1.1	Critères d'inclusion et d'exclusion	36
1.1.2	Présentation de l'échantillon	36
1.1.2.1	Les patients.....	36
1.1.2.2	Les sujets de la population contrôle	36
1.2	Protocole expérimental	37
1.2.1	Présentation du protocole	37
1.2.1.1	Tâche de dénomination d'images.....	38
1.2.1.2	Tâche de lecture de mots	39
1.2.1.3	Tâche de génération de verbes en modalité d'entrée non-verbale	39
1.2.1.4	Tâche d'appariement d'images identiques ou désorientées	40
1.2.1.5	Tâche de génération de verbes en modalité d'entrée verbale.....	41
1.2.1.6	Tâche d'appariement sémantique d'images	42
1.2.1.7	Tâche d'appariement de mots identiques ou avec lettres désordonnées	43
1.2.1.8	Tâche d'appariement sémantique de mots	44
1.2.2	Passation du protocole	45
1.3	Variables et hypothèses opérationnelles	45
1.3.1	Variables	45
1.3.2	Hypothèses opérationnelles	46
1.4	Traitement statistique.....	46
2	Résultats	46
2.1	Analyse des données socio-démographiques.....	46
2.1.1	Âge et niveau socio-culturel	46
2.1.1.1	Analyse intergroupe contrôle – patients.....	46
2.1.1.2	Analyse intergroupe selon la localisation lésionnelle	47
2.1.2	Sexe	47
2.2	Analyse des épreuves du protocole.....	47
2.2.1	Comparaisons intergroupes contrôle - patients	47
2.2.1.1	Génération de verbes	47

2.2.1.2	Appariement d'images et de mots	51
2.2.1.3	Appariement d'images	54
2.2.1.4	Appariement de mots	55
2.2.1.5	Appariement sémantique de mots et d'images.....	56
2.2.2	Comparaisons intergroupes selon la latéralité lésionnelle.....	57
2.2.2.1	Génération de verbes	57
2.2.2.2	Appariement d'images et de mots	58
2.2.3	Tâches contrôle : dénomination et lecture	60
2.2.3.1	Dénomination	60
2.2.3.2	Lecture.....	60
TROISIÈME PARTIE : DISCUSSION		61
Limites de l'étude :		63
CONCLUSION ET PERSPECTIVES		64
Bibliographie		66
DOCUMENTS ANNEXES.....		77

Liste des abréviations

ATL : Lobe temporal antérieur

GDBG : Gliome diffus de bas grade

HD : Hémisphère droit

HG : Hémisphère gauche

IFOF : Faisceau fronto-occipital inférieur

ILF : Faisceau longitudinal inférieur

NSC : Niveau socio-culturel

OMS : Organisation mondiale de la Santé

SED : Stimulations électriques directes

TDR : Temps de réponse

UF : Faisceau unciné

Liste des tableaux et des figures

- Tableau 1 : Temps de réponse et pourcentages de bonnes réponses des tâches d'appariement
 - Tableau 2 : Effet de premier ordre Charge x Groupe sur les temps de réponse des épreuves d'appariement
-
- Figure 1 : Modèle de Collins et Loftus (1975)
 - Figure 2 : Interaction entre le système représentationnel et le système de contrôle (Lambon-Ralph et al., 2017)
 - Figure 3 : Modèle plurimodal de Warrington (1975)
 - Figure 4 : Modèle OUCH de Caramazza (1990)
 - Figure 5 : Modèle ' hub and spoke ' (Lambon-Ralph et al., 2017)
 - Figure 6 : Réseau cortical du traitement sémantique selon Binder et al., (2009)
 - Figure 7 : A – Pics d'activation du traitement sémantique. B – Clusters des pics d'activation (Vigneau et al., 2006)
 - Figure 8 : Organisation fonctionnelle du langage en deux voies (Hickok & Poeppel, 2004)
 - Figure 9 : Reconstruction tractographique de la voie ventrale (Catani et Mesulam, 2008)
 - Figure 10 : Illustration du modèle hodotopique du langage (Duffau et al., 2014)
 - Figure 11 : Classification de l'OMS de gliomes
 - Figure 12 : Exemple d'un item de dénomination d'images
 - Figure 13 : Exemple d'un item de lecture
 - Figure 14 : Exemple d'un item de la génération de verbes en modalité d'entrée non-verbale
 - Figure 15 : Exemple d'un item d'appariement d'images identiques
 - Figure 16 : Exemple d'un item d'appariement d'images désorientées
 - Figure 17 : Exemple d'un item de génération de verbes en modalité d'entrée verbale
 - Figure 18 : Exemple d'un item 'low' d'appariement sémantique d'images
 - Figure 19 : Exemple d'un item 'high' d'appariement sémantique d'images
 - Figure 20 : Exemple d'un item d'appariement de mots identiques

- Figure 21 : Exemple d'un item d'appariement de mots identiques avec lettres désordonnées
- Figure 22 : Exemple d'un item 'low' d'appariement sémantique de mots
- Figure 23 : Exemple d'un item 'high' d'appariement sémantique de mots
- Figure 24 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour l'épreuve de génération de verbes
- Figure 25 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour l'épreuve de génération de verbes en modalité non-verbale
- Figure 26 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Groupe relevé sur les temps de réponse pour l'épreuve de génération de verbes en modalité non-verbale
- Figure 27 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les pourcentages pour l'épreuve de génération de verbes en modalité non-verbale
- Figure 28 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Charge relevé sur les pourcentages pour l'épreuve de génération de verbes
- Figure 29 : Effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les pourcentages pour l'épreuve de génération de verbes
- Figure 30 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement non-sémantique d'images
- Figure 31 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement sémantique d'images
- Figure 32 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement non-sémantique de mots
- Figure 33 : Effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement d'images
- Figure 34 : Effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement de mots
- Figure 35 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Charge relevé sur les pourcentages pour les épreuves d'appariement de mots
- Figure 36 : Effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement sémantique de mots et d'images
- Figure 37 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Groupe relevé sur les pourcentages pour les épreuves de génération de verbes

- Figure 38 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement non-sémantique d'images
- Figure 39 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement de mots

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Étymologiquement, la sémantique prend son origine dans le grec ancien et est dérivé du verbe ‘signifier’. Elle régit le sens du langage tant au niveau de la compréhension que de la production et nous permet plus globalement de comprendre, percevoir et d’appréhender le monde qui nous entoure. Le traitement sémantique permet par exemple la reconnaissance d’un objet, son utilisation et sa manipulation dans un contexte donné. Il confronte les connaissances dont nous disposons aux données empiriques acquises de par notre expérience dans le monde. L’évaluation du traitement sémantique confronte le stockage des concepts sémantiques, que l’on retrouve dans la mémoire sémantique, à l’activation des représentations sémantiques, géré par le contrôle sémantique. Le fonctionnement de ces représentations fait débat dans la littérature et l’on retrouve d’un côté un système bilatéral et de l’autre un système unilatéral attribuant un rôle spécifique à chaque hémisphère. Au niveau neuroanatomique, le traitement sémantique implique un réseau ventral cortico-sous-cortical sous-tendu par le faisceau fronto-occipital inférieur (IFOF), le faisceau unciné (UF) et le faisceau longitudinal inférieur (ILF).

Les gliomes diffus de bas grade (GDBG), tumeurs cérébrales lentement évolutives, peuvent se développer aux dépens de ce réseau et entraîner ainsi des troubles sémantiques. La chirurgie éveillée permet d’effectuer une exérèse maximale de la tumeur sans induire de déficits à long terme, et constitue le traitement de première intention dans ce cadre.

L’objectif principal de cette étude, qui s’inscrit dans la continuité de deux mémoires précédemment réalisés en 2019 par Léna Guedon et Agathe Roget, puis en 2022 par Aurore Mariani est d’ étoffer le nombre de participants et d’analyser plus précisément, à l’aide d’un outil informatisé et spécifique, le traitement sémantique chez les patients opérés d’un GDBG en condition éveillée en période chronique afin d’améliorer la prise en soins et donc la qualité de vie des patients (Guedon L. & Roget A., 2019 ; Mariani A. 2022).

Dans un premier temps, nous nous attacherons à présenter le cadre théorique de cette étude. Après avoir abordé le traitement sémantique et défini la notion de contrôle sémantique, nous nous intéresserons à ses bases neurales puis nous décrirons la prise en charge des patients opérés en chirurgie éveillée d’un GDBG, ainsi que les mécanismes de plasticité cérébrale. Ensuite, nous exposerons la partie expérimentale en décrivant le protocole et les résultats obtenus que nous discuterons dans une dernière partie.

PREMIÈRE PARTIE : PARTIE THÉORIQUE

1 Le traitement sémantique

1.1 La cognition sémantique

D'après le dictionnaire Le Robert, la sémantique renvoie à « l'étude du sens, de la signification des signes, notamment dans le langage ». Cela nous permet de comprendre notre rapport au monde à la fois sur le plan du langage mais aussi des objets qui nous entourent. Tout ceci est lié à des connaissances que nous avons acquises et qui nous permettent d'utiliser les objets en contexte (Tulving, 1972). C'est ce qui incarne la cognition sémantique (Hoffman et al., 2018).

Cette dernière se caractérise par les différents mécanismes neurocognitifs qui sous-tendent les comportements sémantiques stockés. C'est ce qui administre notre reconnaissance des objets, des personnes, de l'environnement et adapte nos comportements au quotidien (Hoffman et al., 2015). Par ailleurs, elle implique à la fois la connaissance conceptuelle mais aussi les processus de contrôle permettant la récupération des informations (Thompson et al., 2018).

La cognition sémantique repose ainsi sur deux systèmes (Jefferies, 2013; Lambon-Ralph et al., 2017) :

- La mémoire sémantique, système de représentations qui permet d'encoder et stocker l'information à partir de notre expérience et d'éléments verbaux et non-verbaux
- Le contrôle qui gère l'activation de ces représentations et génère une réponse en fonction du contexte.

Ces deux systèmes définissent le cadre de la cognition sémantique contrôlée (CSC) (Lambon-Ralph et al., 2017). En effet, ces deux systèmes et leur fonctionnement concomitant sont primordiaux pour identifier, comprendre et appréhender le monde qui nous entoure, comprendre et produire le langage et adapter notre comportement aux différentes situations.

1.1.1 La mémoire sémantique

La mémoire sémantique est définie selon Tulving à la fois comme la « mémoire nécessaire pour le langage » mais représente surtout « le savoir organisé qu'un individu possède sur les mots, les autres symboles verbaux, leurs significations et leurs référents, leurs relations et les règles, formules, algorithmes pour la manipulation de ces symboles, concepts et relations » (Tulving, 1972).

Une modélisation de la mémoire sémantique a été proposée par Collins et Loftus en 1975 (*Figure 1*). Les auteurs proposent une organisation en réseaux représentée par un ensemble de 'nœuds' qui correspondent à des concepts. Ces derniers sont organisés selon une relation sémantique entre les concepts à laquelle est ajoutée une distance sémantique (Collins & Loftus, 1975). Par exemple, les concepts 'cerises' et 'camion de pompiers' vont être reliés par un seul trait sémantique qu'est la couleur 'rouge' bien qu'une distance sémantique soit présente. Ce modèle illustre le principe de propagation de l'information. De même, il met en lumière la notion de distance sémantique : des relations sémantiques peuvent exister entre deux concepts même lointains l'un de l'autre. Par exemple 'camion de pompiers' et 'rose' peuvent être reliés de par la couleur 'rouge' qu'ils partagent.

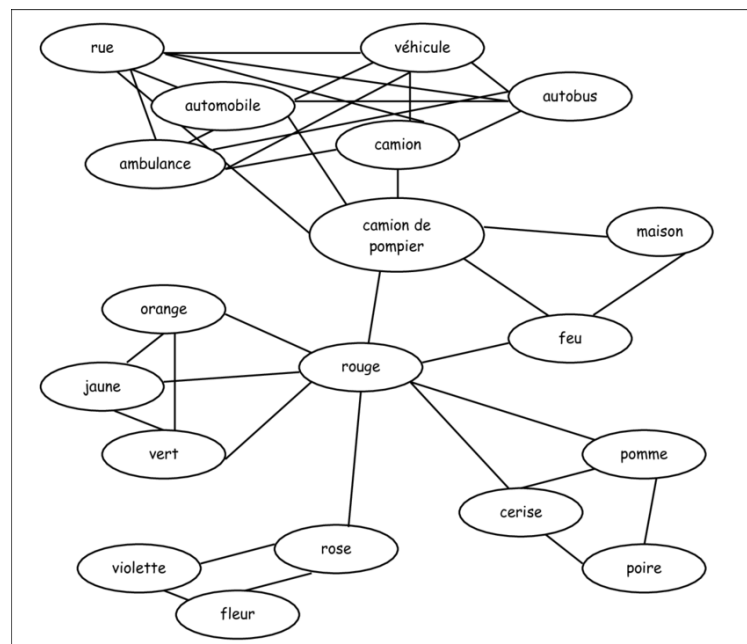


Figure 1 : Modèle de Collins et Loftus (1975)

1.1.2 Le contrôle sémantique

Le contrôle sémantique est ce qui nous permet d'accéder aux informations, de les manipuler, de sélectionner les plus pertinentes en fonction du contexte, d'inhiber celles qui le sont moins et de passer de manière fluide d'une tâche à une autre (Jefferies, 2013; Wawrzyniak et al., 2017).

Dans le cadre de la CSC, les réseaux du contrôle sémantique, bien que distincts, sont en interaction avec ceux de la représentation sémantique. Cela permet à la fois un accès aux représentations sémantiques, autrement dit les différents traits sémantiques du stimulus (catégoriel, fonctionnel, structurel, associatif, partie ou tout) et un contrôle vérifiant que les représentations activées sont adaptées au contexte ou à la tâche ; les informations sémantiques sont confrontées aux informations contextuelles afin de produire des réponses pertinentes pour la tâche en cours (Figure 2) (Lambon-Ralph et al., 2017).

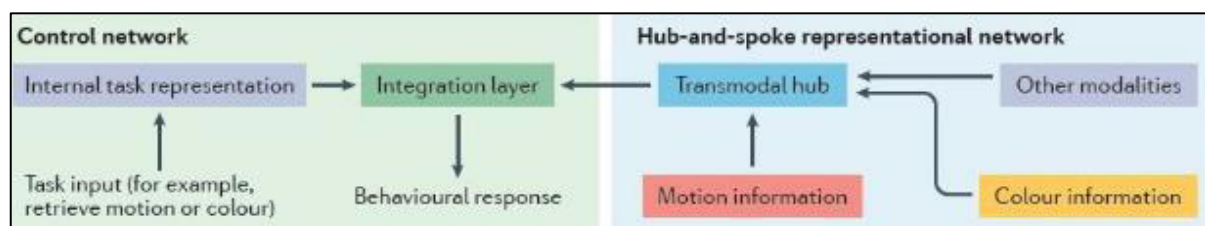


Figure 2 : Interaction entre le système représentationnel et le système de contrôle
(Lambon-Ralph et al., 2017)

Différents niveaux de mobilisation du contrôle sémantique vont s'opérer selon la tâche ou le contexte (Chiou et al., 2018). Le contrôle sémantique s'activera plus faiblement lors d'une association plus fréquente (par exemple 'chat' et 'souris') que lorsque l'association est atypique ou avec une plus grande distance sémantique (par exemple : 'chat' et 'dauphin' car ce sont des mammifères) ou lorsqu'un objet est détourné de sa fonction initiale (par exemple : utiliser une brique comme un cale livres).

De plus, pour un mot polysémique, l'individu devra adapter sa réponse en fonction du contexte ce qui activera plus fortement le contrôle sémantique. Par exemple, le mot 'piano' fait référence à l'instrument de musique en premier lieu. Si on se place dans le contexte d'un déménagement, le trait sémantique qui primera sera son poids (Saffran, 2000).

1.1.3 Les troubles sémantiques

Deux principaux troubles sémantiques ont été mis en évidence par E. K. Warrington et T. Shallice (Warrington & Shallice, 1979) :

- L'atteinte des représentations sémantiques
- Le déficit d'accès aux représentations sémantiques.

1.1.3.1 Atteinte des représentations

L'atteinte des représentations est une détérioration du stock sémantique qui impacte directement les connaissances sémantiques. Elle se traduit par une perte partielle ou totale des traits sémantiques associés aux mots, aux objets, aux personnes ou aux événements. On note que toutes les modalités sont touchées et que lors d'une épreuve de dénomination, les erreurs sont constantes et l'indigence, à l'inverse de l'effet de fréquence, n'a aucun effet (Warrington & Shallice, 1979).

1.1.3.2 Déficit d'accès aux représentations

Lors d'une atteinte du contrôle sémantique, pour une tâche et un contexte donnés, l'activation sémantique est altérée ; c'est-à-dire que les représentations sémantiques sont préservées mais que leur accès est rendu impossible ou dégradé.

Le trouble du contrôle sémantique se caractérise par une absence de l'effet de fréquence et de familiarité (Corbett et al., 2009; Jefferies & Lambon Ralph, 2006; Noonan et al., 2013; Rogers et al., 2015), une cohérence des résultats d'une modalité à l'autre mais des scores différents selon les types de tâches sémantiques (appariement sémantique mots-images vs appariement sémantique d'images), des erreurs associatives dans des épreuves de dénomination orale et une ébauche phonémique facilitatrice, ainsi qu'un manque d'inhibition des distracteurs fortement associés (Jefferies & Lambon Ralph, 2006).

De plus, on note la présence d'un effet temporel avec de meilleurs résultats quand le temps d'intervalle entre les stimuli est allongé.

Une étude s'est intéressée particulièrement au domaine non-verbal de la sémantique en comparant les performances de patients avec une aphasie sémantique (SA) vs une démence sémantique (SD) et a permis de mettre en avant une dégradation des représentations sémantiques chez les patients avec une SD, tandis que les patients avec une SA présentaient

un déficit au niveau du contrôle exécutif ce qui conduisait à des troubles sémantiques (Corbett et al., 2009).

Sur le plan langagier on pourra observer des anomies, des circonlocutions ou des paraphasies sémantiques mais aussi des troubles au niveau de la compréhension, l'identification et l'utilisation des objets (Warrington & Shallice, 1984).

La paraphasie sémantique se définit par le remplacement d'un mot cible par un autre mot ayant une relation sémantique plus ou moins proche. Il en existe plusieurs sortes :

- Associatives : le mot prononcé est communément associé au mot cible de par le contexte
Par exemple : dire 'fourchette' à la vue d'un couteau
- Attributives : le mot prononcé est un attribut du mot cible
Par exemple : dire 'bec' pour oiseau
- Catégorielles : le mot prononcé appartient à la catégorie du mot cible ; ce peut être un hyponyme ou hyperonyme
Par exemple : dire 'meuble' pour 'table' (hyperonyme).

L'anomie, ou « manque du mot », est une difficulté ou impossibilité à nommer un stimulus censé être connu par l'individu.

1.2 Le traitement sémantique plurimodal ou amodal ?

De nombreuses recherches tentent d'expliquer la façon dont nos connaissances sémantiques s'organisent et s'activent selon telle ou telle modalité d'entrée. Il n'y a aujourd'hui pas de consensus établi et deux modèles antagonistes s'opposent : le modèle plurimodal et le modèle amodal. Des auteurs ont également proposé un modèle « mixte » qui ferait la jonction entre les deux modèles précédemment cités.

1.2.1 Le modèle plurimodal

Le modèle plurimodal suggère qu'il existe un système sémantique pour chaque modalité d'entrée. C'est ce que propose le modèle de Warrington (*Figure 3*) (Warrington, 1975).

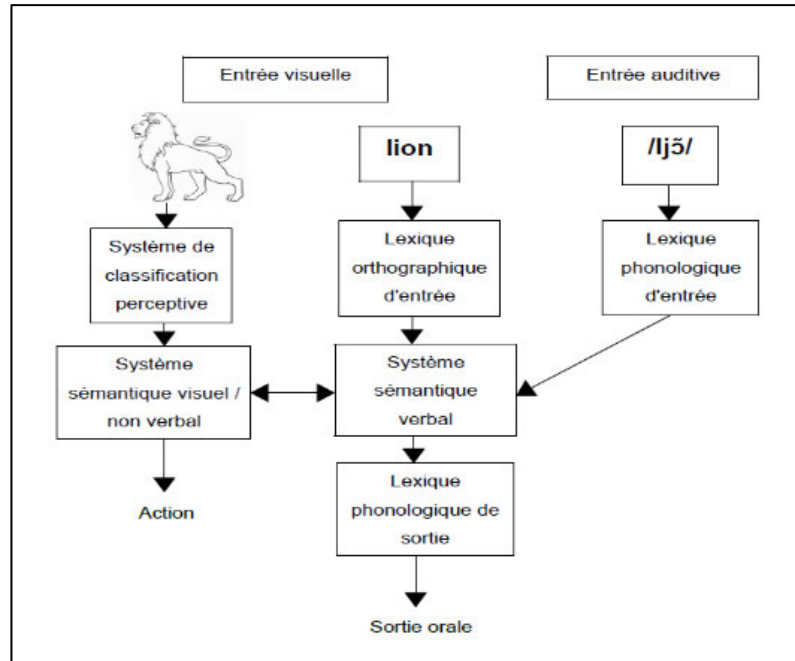


Figure 3 : Modèle plurimodal de Warrington (1975)

À partir de l'observation clinique de trois patients, Warrington émet l'hypothèse que les modalités d'entrée sont indépendantes les unes des autres ; autrement dit la reconnaissance d'une image, par exemple lion, est possible quand celle du mot entendu ' lion ' ne l'est pas. Cela suggère donc que la base de connaissances activée différerait selon la modalité d'entrée (dans notre exemple visuelle vs auditive).

Cette dissociation est ce qui permet d'expliquer l'existence d'atteintes spécifiques à une modalité d'entrée. Dans la surdité verbale, la modalité auditive est déficitaire (le patient est incapable de comprendre le mot entendu), néanmoins il peut le répéter et le comprendre s'il le lit (Kohn & Friedman, 1986). De même, dans l'aphasie optique décrite par Beauvois, seule la modalité visuelle est atteinte (Beauvois et al., 1997).

1.2.2 Le modèle amodal

A contrario, le modèle amodal se présente comme un modèle unique où les connaissances sémantiques seraient stockées dans la même base et ce, qu'importe la modalité d'entrée (Caramazza et al., 1990; Clark & Chase, 1972).

Le modèle de Caramazza et ses collaborateurs (1990) soutient cette théorie (*Figure 4*). Les auteurs proposent une organisation topographique où le stockage s'opère selon les caractéristiques des objets.

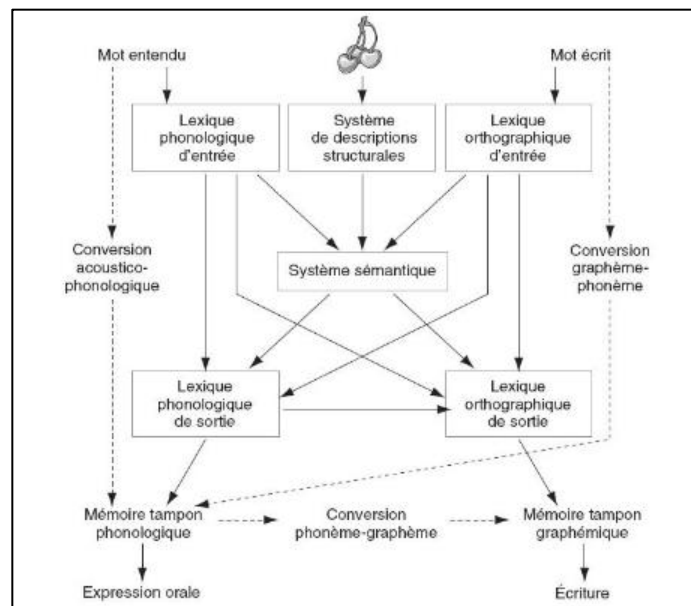


Figure 4 : Modèle OUCH de Caramazza (1990)

Dans ce modèle nous retrouvons plusieurs niveaux de traitement de l'information :

- L'encodage perceptif qui traite l'information selon la modalité de présentation (auditive, visuelle ou tridimensionnelle)
- Le traitement pré-sémantique qui entame la comparaison entre le stimulus d'entrée et les représentations conceptuelles stockées dans le système sémantique. Par exemple pour un mot lu, le lexique orthographique d'entrée sera activé
- Le traitement sémantique regroupe les différents traits sémantiques au sein du 'système sémantique'. L'accès à ce système sera différent en fonction de la modalité d'entrée de base, mais les traits sémantiques associés seront identiques et permettront l'attribution du sens au stimulus perçu
- La production orale ou écrite.

De plus, une étude sur des patients opérés d'un gliome de bas grade reflète un fonctionnement amodal à travers l'implication de l'IFOF dans le traitement d'informations verbales et picturales par la présence de troubles du traitement sémantique que la modalité d'entrée soit auditive ou visuelle (Moritz-Gasser et al., 2013).

Huit patients présentant un GDBG ont été inclus dans l'étude. Des tests de dénomination et d'appariement sémantique ont été proposés le jour précédent la chirurgie éveillée et ont été administrés pendant la phase éveillée (voir 3.3 Chirurgie éveillée). Les stimulations électriques directes (SED) du faisceau fronto-occipital inférieur (IFOF) ont engendré des troubles lexicosémantiques chez tous les patients. De même, durant l'épreuve d'appariement sémantique d'images, des troubles sémantiques ont été repérés dans 95,8% des cas au moment de la stimulation. Cette étude a mis en exergue pour la première fois une atteinte sémantique verbale et non-verbale par électrostimulation de l'IFOF (Moritz-Gasser et al., 2013).

1.2.3 Le modèle mixte

Le modèle mixte se situe entre la plurimodalité et l'amodalité. Il a été proposé par Bub et al. (1988) et Chertkow et al. (1992). Les auteurs distinguent un système d'identification des traits structurels dépendant de la modalité d'entrée, et un système sémantique unique pour le traitement associatif et fonctionnel.

D'après le modèle du 'hub and spoke' (*Figure 5*) (Lambon-Ralph et al., 2017; Patterson et al., 2007; Rogers et al., 2004) qui se traduit littéralement par 'noyau et faisceau', les faisceaux correspondent aux modalités d'entrée (auditive, visuelle, auditivo-verbale, kinesthésique), qui constituent les différentes sources d'informations, tandis que le noyau incarne le centre sémantique transmodal qui a pour rôle d'intégrer entre eux les informations transmises par les différents faisceaux.

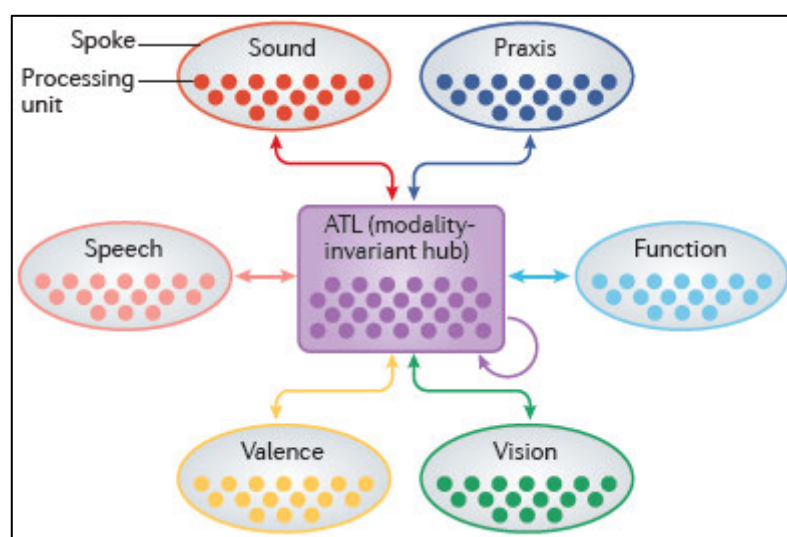


Figure 5 : Modèle 'hub and spoke' (Lambon-Ralph et al., 2017)

2 Bases neurales et corrélations anatomo-fonctionnelles

2.1 Structures cortico-sous-corticales impliquées dans le traitement sémantique

2.1.1 Structures corticales

Plusieurs études se sont intéressées à l'organisation corticale régissant les différentes tâches sémantiques.

L'implication de la partie antérieure des lobes temporaux bilatéraux au niveau du réseau des représentations sémantiques a été mise en évidence (Lambon Ralph et al., 2010; Lambon-Ralph et al., 2017; Pobric et al., 2010) avec une pondération de l'activation selon la modalité d'entrée (Lambon Ralph et al., 2010). Pour les stimuli visuels l'activation serait bilatérale, tandis que pour les stimuli auditifs le lobe temporal gauche serait davantage sollicité (Visser & Lambon Ralph, 2011).

Plus précisément, comme vu précédemment avec le modèle du 'hub and spoke', l'ATL serait le centre amodal des représentations sémantiques dont les informations ont été perçues depuis les 'spoke' dépendants de la modalité, support des représentations sémantiques spécifiques à une modalité. L'activation de l'ATL est corroboré par Visser (Visser et al., 2012). Une autre étude s'est intéressée à l'activation de ce 'hub' lors d'une tâche sémantique. Le rôle de l'ATL a été confirmé, avec un rôle spécifique des faisceaux (spoke) selon la catégorie sémantique de la tâche : le cortex visuel jouerait un rôle plus important dans l'identification fine des animaux tandis que le cortex moteur contribuerait à l'identification des objets manufacturés (Mollo et al., 2017).

Néanmoins, des études mettent en avant un fonctionnement hétéromodal du traitement sémantique. Des troubles dans la dénomination de mots étaient plus présents chez les patients présentant une lésion dans l'HG tandis que les patients lésés dans l'HD présentaient des difficultés sur des items imagés (Snowden et al., 2018). De même, une étude incluant uniquement des patients avec une atrophie localisée dans l'HG, a suggéré un rôle primordial de la partie antérieure du lobe temporal gauche dans les réseaux langagiers verbaux (Mesulam et al., 2013).

Une méta-analyse effectuée à partir d'études en IRM fonctionnelle a mis en avant sept régions latéralisées dans l'hémisphère gauche (HG) particulièrement impliquées dans le système sémantique (*Figure 6*) (Binder et al., 2009) :

- La partie postérieure du lobule pariétal inférieur ou gyrus angulaire
- Le gyrus temporal moyen
- Les gyri fusiforme et parahippocampique
- Le cortex préfrontal dorsomédial
- Le gyrus frontal inférieur
- Le cortex préfrontal ventromédial
- Le gyrus cingulaire postérieur.



Figure 6 : Réseau cortical du traitement sémantique selon Binder et al., (2009)

Une autre étude, réalisée chez des sujets sains, avait pour objectif de définir les réseaux de traitements phonologique, sémantique et syntaxique dans les régions frontale, temporale et pariétale inférieure de l'HG. Des pics d'activation ont été relevés et sont regroupés en 30 clusters qui définissent les régions fonctionnelles (*Figure 7*). Dans cette étude, l'importance de la variabilité interindividuelle des zones d'activation est mise en exergue. (Vigneau et al., 2006).

Trois régions corticales impliquées spécifiquement dans le traitement sémantique sont dessinées :

- Une aire impliquée dans les aspects verbaux dépendante de la modalité : la partie postérieure du gyrus temporal supérieur

- Une aire verbale non dépendante de la modalité : la partie médiane du gyrus temporal moyen
- Des aires amodales : le gyrus angulaire et le gyrus fusiforme.

De plus, les auteurs proposent l'existence d'un réseau temporo-frontal constitué des aires amodales (gyrus angulaire et gyrus fusiforme) et du pôle temporal et du gyrus frontal inférieur. Ce réseau sémantique serait, entre autres, la base de la communication car il permettrait d'associer les informations reçues par les stimuli externes et les connaissances internes dont nous disposons.

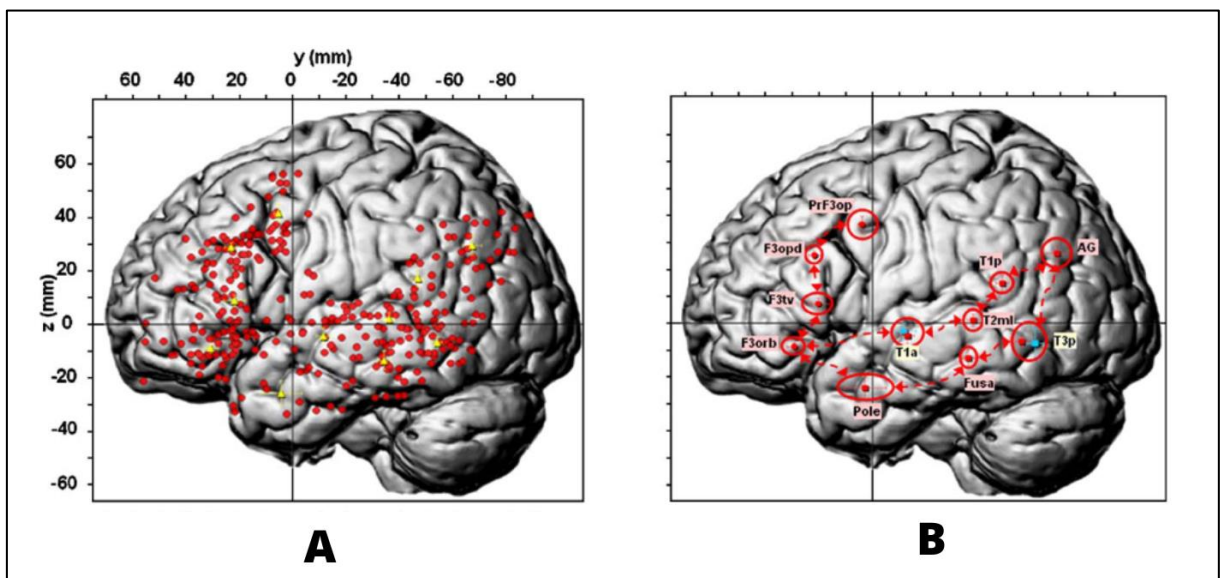


Figure 7 : A – Pics d'activation du traitement sémantique. B – Clusters des pics d'activation (Vigneau et al., 2006)

Une recherche effectuée avec vingt sujets sains consistait à stimuler magnétiquement le gyrus frontal inférieur (IFG) et le gyrus temporal moyen (MTG) pendant que le sujet exécutait une tâche de décision lexicale. Cette étude a permis de démontrer l'implication d'un réseau entre l'IFG et le MTG dans le contrôle sémantique (Wawrzyniak et al., 2017) ce qui avait été aussi démontré par Whitney (Whitney et al., 2011). D'autres études ont permis de mettre en avant un réseau du contrôle sémantique constitué de la partie postérieure du cortex préfrontal, de la partie postérieure du gyrus temporal moyen (Noonan et al., 2013), et l'on retrouve aussi l'IFG, le cortex préfrontal dorsomédial gauche et la partie postérieure du cortex temporal gauche (Hodgson et al., 2021). Par ailleurs, une forte activation du contrôle sémantique (dans le cadre d'une association atypique ou moins courante) nécessite d'inhiber le gyrus postérieur temporal moyen gauche, et d'activer plus fortement le gyrus antérieur temporal moyen ou le gyrus antérieur frontal inférieur (Hartwigsen et al., 2017).

Ainsi, différentes études mettent en évidence les zones corticales préférentiellement situées dans l’HG régissant le traitement sémantique : des zones frontales, temporales et pariétales inférieures. Nous allons maintenant étudier les structures sous-corticales sous-tendant le système sémantique.

2.1.2 Structures sous-corticales

2.1.2.1 Modèle à double voie

Les auteurs s’accordent pour dire que l’organisation fonctionnelle du langage se divise en deux voies principales :

- La voie ventrale sémantique
- La voie dorsale phono-articulatoire.

Ceci a été schématisé par Hickok et Poeppel en 2004 (*Figure 8*) (Hickok & Poeppel, 2004).

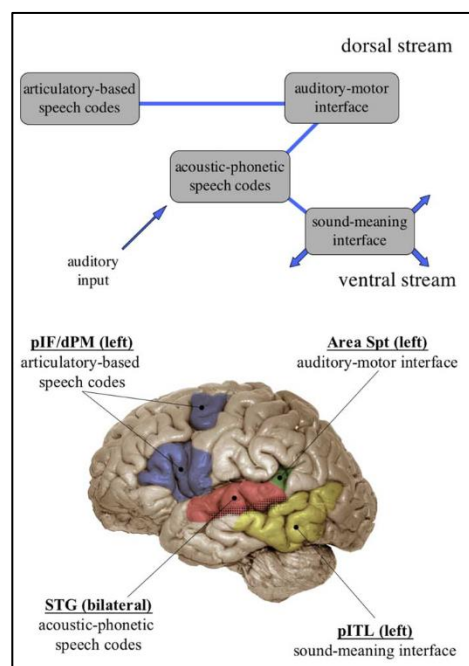


Figure 8 : Organisation fonctionnelle du langage en deux voies (Hickok & Poeppel, 2004)

La voie dorsale permet de traiter l’information auditive en appréhendant les aspects moteurs, articulatoires et phonologiques. Elle est sous-tendue par :

- Une voie directe : le faisceau arqué, qui serait directement impliqué dans le traitement phonologique (Maldonado et al., 2011)

- Une voie indirecte : le faisceau longitudinal supérieur (SLF) qui connecte le cortex pré-moteur frontal et les régions pariéto-temporales (Catani et al., 2005).

2.1.2.2 La voie ventrale

La voie ventrale que l'on peut appeler la voie du 'what' transforme l'information reçue, quelle qu'en soit la modalité, en information sémantique. Elle est liée à la conscience noétique (Moritz-Gasser et al., 2013) qui se définit comme la conscience de notre mémoire sémantique (Tulving, 1984).

Néanmoins, les réseaux anatomiques impliqués dans la voie ventrale sont aujourd'hui discutés. Dans la littérature, plusieurs faisceaux sont cités : nous retrouvons le faisceau longitudinal inférieur (ILF) et le faisceau unciné (UF) (Agosta et al., 2010) ainsi que le faisceau fronto-occipital inférieur (IFOF) (de Zubicaray et al., 2011; Mandonnet et al., 2007; Moritz-Gasser et al., 2013).

Nous pouvons ainsi distinguer :

- Une voie directe et essentielle au traitement sémantique sous-tendue par l'IFOF
- Une voie indirecte constituée de l'UF (connectant les aires temporales antérieures au cortex préfrontal) et de l'ILF (connectant le gyrus occipital inférieur au pôle temporal) qui joue un rôle primordial, sa lésion au niveau de l'ILF entraînant systématiquement une anomie (Herbet et al., 2016, 2019).

Les études en cartographie cérébrale peropératoire pratiquée lors de chirurgies éveillées révèlent que l'IFOF gauche joue un rôle primordial dans les processus sémantiques (Almairac et al., 2014, 2015; Moritz-Gasser, 2012; Duffau, De Witt, et al., 2009) et serait impliqué dans la cognition sémantique non-verbale au niveau de l'HD (Herbet et al., 2017).

Une reconstruction tractographique de la voie ventrale a été réalisée par Catani et Mesulam (2008) (*Figure 9*).

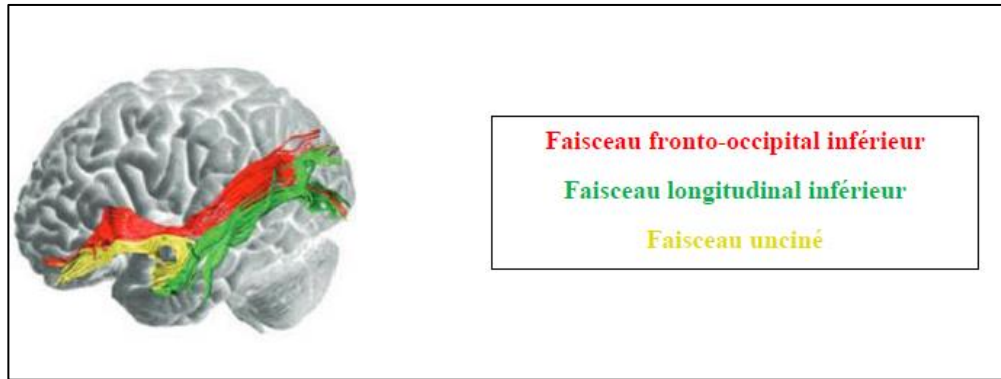


Figure 9 : Reconstruction tractographique de la voie ventrale (Catani et Mesulam, 2008)

2.1.3 Modèle hodotopique du langage

Le fonctionnement du langage au niveau cérébral est expliqué par l'interaction de différentes zones corticales reliées par le truchement de faisceaux de substance blanche. Dans cet esprit, afin d'illustrer le traitement du langage à travers l'organisation cortico-sous-corticale, le professeur Duffau et son équipe ont proposé un modèle 'hodotopique' (du grec 'hodos' : chemin et 'topos' : lieu) (Figure 10) (Duffau et al., 2014).

Ce modèle révolutionne les neurosciences cognitives et permet, à travers une approche connexionniste, de mieux comprendre et percevoir le fonctionnement langagier par les réseaux parallèles et interconnectés. De plus, il offre des perspectives pour une meilleure prise en charge du patient cérébrolésé, en expliquant le concept de plasticité cérébrale qui permet de récupérer après une lésion. En effet, la sollicitation de zones adjacentes ou controlatérales va s'opérer au niveau du cerveau et permettra une réorganisation fonctionnelle des fonctions cognitives et langagières.

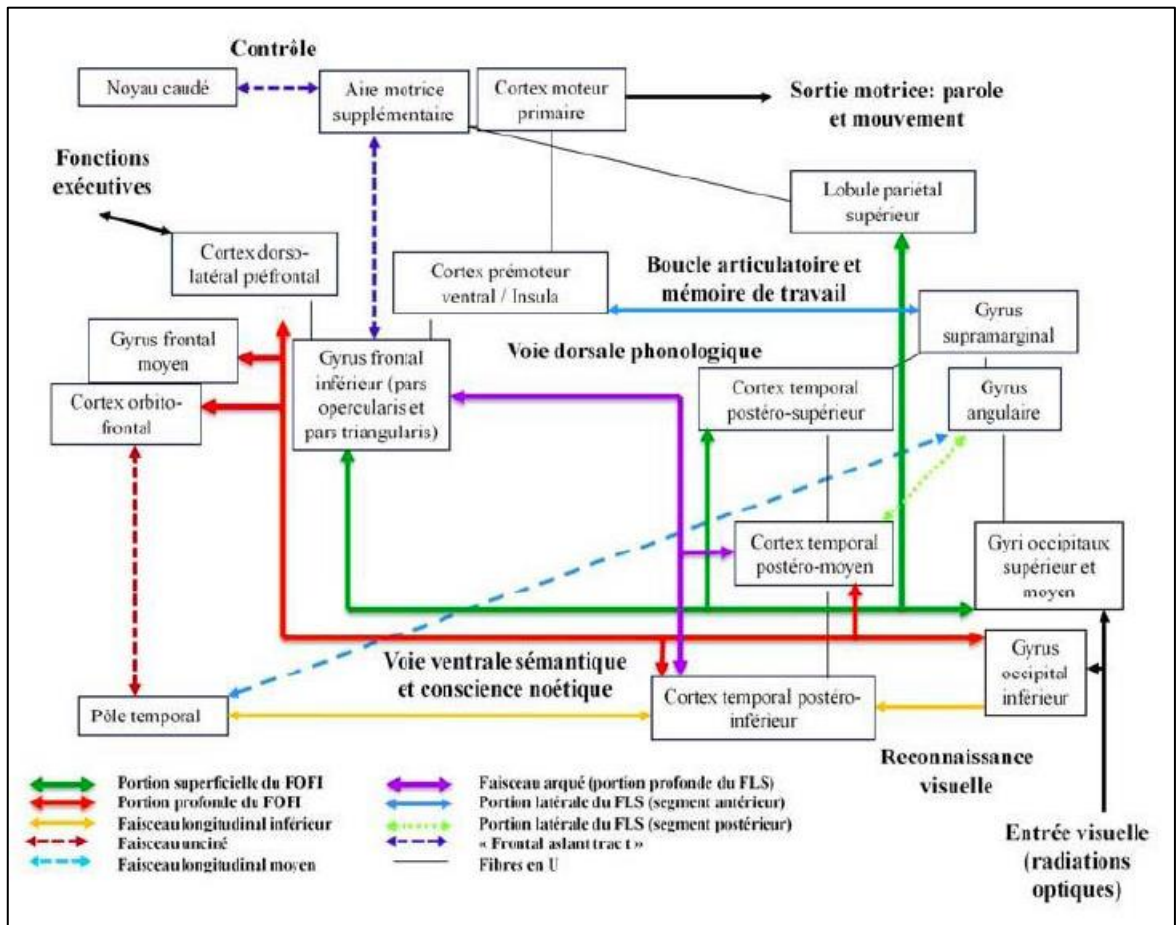


Figure 10 : Illustration du modèle hodotopique du langage (Duffau et al., 2014)

3 Gliomes, plasticité cérébrale et chirurgie éveillée

3.1 Gliomes

Le gliome se définit comme une tumeur infiltrante provenant de cellules gliales et fait partie des tumeurs les plus fréquentes du système nerveux central (SNC) (Ostrom et al., 2014).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini en 2016 une classification des tumeurs du SNC. Pour ce qui est des gliomes, celle-ci reprend la classification effectuée en 2007 en y ajoutant des données de biologie moléculaire ce qui amène à un 'diagnostic intégré' et permet de ce fait une meilleure prise en charge pour le clinicien. La *figure 11* ci-dessous résume les classifications de 2007 et 2016 (Brouland & Hottinger, 2017). La dernière classification (2021) a harmonisé la nomenclature et a intégré la reconnaissance de gliomes diffus 'de sous-type pédiatrique'.

Le tableau reprend la séparation entre les tumeurs diffuses astrocytaires ou oligodendrogiales et les autres tumeurs astrocytaires (astrocytome pilocytique, astrocytome pilomyxoïde, astrocytome à cellules géantes épendymaires et xanthoastrocytomes pléomorphes).

Diagnostiques morphologiques	n	Diagnostiques intégrés selon la classification OMS 2016	n
Astrocytome diffus, grade II	5	→ Astrocytome diffus, IDH-muté, grade II Astrocytome diffus, IDH-non muté, grade II dont 2 cas pédiatriques	2 3
Astrocytome diffus, grade III	6	→ Astrocytome anaplasique, IDH-muté, grade III Astrocytome anaplasique, IDH-non muté, grade III	2 4
Oligodendrogliome, grade II	8	→ Oligodendrogliome, IDH-muté, 1p-19q codéletés, grade II Astrocytome diffus, IDH-muté, grade II	7 1
Oligodendrogliome, grade III	6	→ Oligodendrogliome anaplasique, IDH-muté, 1p-19q codéletés, grade III Astrocytome anaplasique, IDH-non muté, grade III	5 1
Oligoastrocytome, grade II	5	→ Astrocytome diffus, IDH-muté, grade II Astrocytome diffus, IDH-non muté, grade II Oligodendrogliome, IDH-muté, 1p-19q codéletés, grade II	2 2 1
Oligoastrocytome, grade III	3	→ Astrocytome anaplasique, IDH-muté, grade III Astrocytome anaplasique, IDH-non muté, grade III	2 1
Glioblastome	44	→ Glioblastome, IDH-non muté, grade IV Glioblastome, IDH-muté, grade IV	40 4

Figure 11 : Classification des gliomes selon l'OMS

Au niveau neuroanatomique, des gliomes peuvent se développer dans les quatre lobes temporaux, mais on observe une plus grande prévalence dans le lobe frontal (23,6%) et temporal (17,4%) (Davis, 2018).

Chez la majorité des patients porteurs d'un gliome, on note l'apparition de troubles cognitifs marqués par un déficit mnésique, langagier ou exécutif (Boone et al., 2012).

3.1.1 Gliome diffus de bas grade (GDBG)

Les gliomes de bas-grade, tumeurs pré-cancéreuses, correspondent aux gliomes de grade II selon la classification de l'OMS (figure 11).

Ils représentent 30% des tumeurs gliales et touchent principalement les sujets jeunes (Soffietti et al., 2010) et, selon l'OMS, l'âge moyen d'apparition est de 34 ans. Dans 90% des cas, la présence d'un GDBG se révèle chez un patient par une crise d'épilepsie (Heimans & Taphoorn, 2002).

L'évolution du GDBG dans le cerveau se fait de manière constante et régulière, avec une croissance du diamètre de 4mm par an (Mandonnet et al., 2003).

C'est une tumeur rare qui progresse le long des faisceaux de la substance blanche de manière lente mais régulière et qui se transformera inévitablement en tumeur maligne (grade III) : on

parle alors de transformation anaplasique. La plupart du temps ces tumeurs se développent dans des aires dites ‘éloquentes’ (Duffau, 2014a).

Des troubles cognitifs apparaissent, ce qui impacte directement la qualité de vie du patient. Ces derniers sont dus au développement de la tumeur dans les zones sous-corticales (Duffau, 2014a). L’infiltration des cellules gliales le long de l’IFOF entraînerait des troubles du traitement sémantique (Almairac et al., 2014).

3.2 Plasticité cérébrale

La plasticité cérébrale est la capacité du cerveau à se réorganiser et se restructurer en fonction de stimuli internes ou externes dans l’objectif d’optimiser son fonctionnement (Mateos-Aparicio & Rodríguez-Moreno, 2019). Elle joue notamment un rôle crucial pour la récupération suite à une lésion (Duffau, 2005b).

On peut distinguer trois types de plasticité :

- La plasticité cérébrale évolutive qui est corrélée à l’environnement dans lequel l’être humain évolue
- La plasticité cérébrale développementale liée à la maturation du cerveau au cours des premiers temps de vie
- La plasticité cérébrale adaptative qui agit tout au long de notre vie au niveau de la mémoire, des apprentissages et en post-lésionnel.

La plasticité cérébrale permettra une réorganisation fonctionnelle chez les patients opérés d’un GDBG ce qui optimisera leur qualité de vie à travers la récupération (Duffau, 2006).

Le modèle hodotopique, vu précédemment, met en avant la possibilité d’exciser certaines zones, dites ‘inopérables’ selon la vision localisationniste, grâce à la réorganisation corticale qui s’opère de par l’évolution lentement évolutive des GDBG. La résection dans des zones dites ‘éloquentes’ est donc rendue possible par le truchement des mécanismes de plasticité cérébrale (Duffau, 2014b).

Néanmoins, cette dernière n’est possible que lorsque les fibres de substance blanche ne sont pas ou peu lésées (Herbet et al., 2015; Ius et al., 2012; Matsuda et al., 2014).

D’après une étude, ‘le cortex cérébral possède un potentiel plastique majeur’ (Bonnetblanc et al., 2006) et la redistribution peut être péri-lésionnelle, intra-hémisphérique, controlatérale ou intra-tumorale (Krainik et al., 2004).

La réorganisation fonctionnelle peut être préopératoire, en lien avec l'évolution lente de la tumeur, et postopératoire (Duffau, 2005b; Robles et al., 2008). De plus, des études ont démontré qu'une redistribution fonctionnelle pouvait aussi apparaître au cours de la chirurgie (Duffau, 2001; Duffau et al., 2000). Après l'opération, des troubles transitoires altérant certaines fonctions cognitives peuvent apparaître. Une récupération fonctionnelle spontanée va démarrer trois jours après l'opération, notamment avec la régression de l'œdème cérébral postopératoire. Néanmoins, la mise en place d'une prise en soins orthophonique est nécessaire et favorise une récupération cognitive optimale (Duffau, 2017).

3.3 Chirurgie éveillée

Le traitement le plus recommandé pour les GDBG est la résection chirurgicale (Duffau, 2009; Soffietti et al., 2010). Des traitements complémentaires comme la chimiothérapie ou la radiothérapie peuvent être proposés dans certains cas.

L'objectif de la chirurgie est de réséquer la tumeur de façon extensive jusqu'aux limites fonctionnelles tout en réduisant le risque de déficits postopératoires (Duffau, 2005b). Le patient est donc réveillé et des stimulations électriques (SED), à l'aide d'une électrode, sont effectuées sur différentes zones du cerveau afin d'effectuer une cartographie peropératoire. Ces dernières créent une lésion virtuelle transitoire au niveau de la zone stimulée et du réseau fonctionnel auquel elle appartient. Les SED sont appliquées pendant que le patient effectue certaines tâches langagières et cognitives administrées par un orthophoniste ou un neuropsychologue. Elles permettent de délimiter les zones fonctionnelles, qui induiront un changement comportemental chez le patient lors de la stimulation, des zones non fonctionnelles qui ne produiront aucune modification. Cette cartographie fonctionnelle effectuée en temps réel permet ainsi au chirurgien d'exciser les tissus tumoraux non-fonctionnels tout en préservant les fonctions du patient (Duffau, 2005b).

L'utilisation de stimulations électriques intra-opératoires est de fait nécessaire afin de limiter les déficits neurologiques en postopératoire (De Witt Hamer et al., 2012). Cette méthode est considérée comme le 'gold standard' car elle permet à la fois de détecter les zones corticales 'éloquentes' et les réseaux sous-corticaux fonctionnels (Duffau, 2005a; Duffau et al., 2008; Mandonnet et al., 2010).

De plus, une étude montre que la médiane de survie est meilleure lorsque l'on effectue une chirurgie éveillée qu'une méthode d'attente sous surveillance (Jakola et al., 2012). De même,

une vaste étude réalisée chez 1097 patients opérés d'un GDBG montre l'impact positif de la chirurgie sur la survie (Capelle et al., 2013).

3.3.1 Parcours du patient et rôle de l'orthophoniste

L'orthophoniste intervient dans la prise en soins des patients opérés d'un GDBG en phase préopératoire, peropératoire et postopératoire. Le rôle de l'orthophoniste est d'évaluer, à l'aide de tests, l'impact de la tumeur sur les compétences cognitives et langagières du patient afin d'évaluer l'efficacité de la plasticité et de la réorganisation fonctionnelle.

3.3.1.1 Préopératoire

Dans un premier temps, l'orthophoniste rencontre le patient quelques jours avant l'opération. Le but de cette entrevue est double : une évaluation qualitative et quantitative du fonctionnement cognitif du patient et une information au patient et à son proche sur le déroulement de la chirurgie.

L'évaluation standard proposée comprend différentes épreuves :

- Dénomination orale chronométrée (DO80) (Metz-Lutz et al., 1991)
- Appariement sémantique non-verbal chronométré (PPTT : Pyramids and Palm Trees Test) (Howard & Patterson, 1992)
- Fluences sémantiques et phonologiques (Cardebat et al., 1990)
- Lecture de texte et de mots – Ecla 16+ (Gola-Asmussen et al., 2011).

Tout au long de l'entretien, le niveau de compréhension, de fluence et d'informativité du discours du patient est évaluée (Moritz-Gasser, 2012).

Une évaluation dédiée aux autres fonctions cognitives est systématiquement proposée, laquelle évalue la cognition spatiale, la mémoire épisodique, la mémoire de travail, les fonctions exécutives, la mentalisation, la répétition et la compréhension des métaphores (Moritz-Gasser, 2012).

3.3.1.2 Peropératoire

Au cours de la phase peropératoire, l'orthophoniste utilise un protocole standard visant à évaluer en continu le fonctionnement cognitif du patient. On y retrouve une tâche de comptage, en boucle, de 1 à 10 au début de la période d'éveil du patient afin d'évaluer les automatismes verbaux. Dans un second temps, deux épreuves (précédemment citées dans l'évaluation préopératoire) sont utilisées : la dénomination DO80 et l'appariement

sémantique PPTT. Toutes les tâches sont effectuées en double tâche avec un mouvement du bras controlatéral pour tester les ressources attentionnelles et exécutives (Moritz-Gasser, 2012). Tout au long de la chirurgie, l'orthophoniste devra relever les éventuelles erreurs ou difficultés de langage de patient sur les tâches qui lui seront proposées (Duffau, 2003). Il s'agira notamment de repérer les éventuels troubles du langage ou de la parole comme les anomies, les troubles d'articulation, les paraphasies (sémantiques ou phonologiques), un ralentissement de la prosodie ou bien des persévérations (Moritz-Gasser et al., 2013).

3.3.1.3 Postopératoire

L'orthophoniste rencontre le patient en phase aiguë (entre trois et cinq jours après l'opération) en utilisant les mêmes tests qu'en phase préopératoire dans l'objectif de comparer les résultats. Des troubles sont observables en lien avec la zone réséquée et l'œdème résiduel ; ils sont variables d'un patient à l'autre, allant d'un trouble discret à une aphasie massive, mais on retrouve dans tous les cas un ralentissement du traitement de l'information et des difficultés attentionnelles et mnésiques (Moritz-Gasser, 2012). Il est alors primordial de mettre en place une prise en soins orthophonique dès le retour à domicile du patient afin de solliciter la plasticité cérébrale et d'optimiser la récupération. Une seconde évaluation en phase chronique (à partir de trois mois après l'opération) permet de faire un point sur la récupération du patient. Puis une rencontre est proposée une fois par an afin de dresser une appréciation du fonctionnement cognitif et de la qualité de vie du patient (Moritz-Gasser, 2012).

4 Problématique et hypothèse de recherche

4.1 Problématique

Le traitement sémantique repose sur deux systèmes que sont la mémoire sémantique, ou système des représentations sémantiques, permettant d'encoder et stocker l'information, et le contrôle sémantique, qui gère l'activation et l'accès à ces représentations sémantiques. Celui-ci joue un rôle crucial dans notre rapport au monde à travers l'utilisation du langage et la compréhension de l'environnement selon le contexte et suscite de nombreuses interrogations auxquelles les études en neurosciences cognitives tentent de répondre. Ces recherches s'attèlent à comprendre le fonctionnement cognitif et l'organisation des réseaux neurofonctionnels des différents processus impliqués.

L'étude que nous effectuons s'inscrit dans la continuité de travaux préliminaires qui ont mis en avant des déficits du contrôle sémantique chez les patients atteints d'un gliome de bas grade avec une prédominance des troubles chez les patients opérés dans l'HG en utilisant la même batterie informatisée conçue spécifiquement pour ces études (Guedon L. & Roget A., 2019 ; Mariani A. 2022).

L'objectif majeur de cette recherche est d'étudier le contrôle sémantique chez des patients opérés d'un GDBG en condition éveillée afin d'analyser l'impact des résections chirurgicales sur le contrôle sémantique et d'appréhender le fonctionnement cérébral à travers la dissociation de l'hémisphère gauche vs l'hémisphère droit qui est à ce jour très discutée. Pour ce faire, nous avons élargi la population en recrutant notamment davantage de patients avec une lésion au niveau de l'HD.

4.2 Hypothèse

Hypothèse générale :

Les patients ayant bénéficié d'une résection chirurgicale pour un GDBG présentent des troubles du contrôle sémantique, en particulier lors de tâches verbales si la tumeur est localisée dans l'hémisphère gauche et dans des tâches non-verbales pour les patients avec une lésion de l'HD et de l'HG.

DEUXIÈME PARTIE : PARTIE

EXPÉRIMENTALE

1 Dispositif méthodologique

1.1 Description de la population

1.1.1 Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour constituer notre population, nous avons recruté des personnes francophones ayant entre 18 et 65 ans. Pour le groupe patient, les sujets devaient être atteints d'un gliome de bas grade et avoir été opérés par le professeur Duffau au CHU de Gui de Chauliac depuis plus de trois mois. Nous avons exclu les personnes présentant un trouble visuel, auditif ou moteur non corrigé empêchant le déroulement de la passation du protocole. De plus, nous avons écarté les personnes souffrant d'un trouble psychiatrique ou neurologique (autre que le GDBG).

1.1.2 Présentation de l'échantillon

L'échantillon est divisé en deux groupes :

- Un groupe contrôle
- Un groupe patient.

Notre étude a recruté 20 sujets contrôle et onze patients. Au total, en ajoutant la population recrutée lors des deux premières études, notre population est constituée de 80 sujets contrôles et 39 patients.

1.1.2.1 Les patients

Le groupe patient est composé de 19 participants présentant une lésion dans l'HD (48,71 %) et 20 patients avec une lésion de l'HG (51,28 %). On compte 20 femmes (51,28 %) et 19 hommes (48,71 %). Leur âge au moment de la passation varie entre 23 et 66 ans ($m = 43,3 \pm 11,22$ ans [23-66]). Leur NSC varie entre 9 et 20 ($m = 14,51 \pm 2,60$ ans [9-20]). On compte 35 droitiers (89,74 %), trois gauchers (7,69 %) et un ambidextre (2,56 %).

Un tableau des données sociodémographiques des patients se trouve en annexe 1.

1.1.2.2 Les sujets de la population contrôle

Le groupe contrôle est composé de 80 participants sans atteinte neurologique, dont 34 femmes (42,5 %) et 66 hommes (57,5 %). Leur âge au moment de la passation varie entre

20 et 65 ans ($m = 36,2 \pm 13,05$ ans [20-65]). Leur NSC varie entre 9 et 20 ($m = 14,76 \pm 2$ ans [9-20]). On compte 65 droitiers (81,25 %) et quinze gauchers (18,75 %).

Un tableau des données sociodémographiques des sujets contrôles se trouve en annexe 2.

1.2 Protocole expérimental

1.2.1 Présentation du protocole

La batterie d'évaluation étudiant le contrôle sémantique a été créé par Sylvie Moritz-Gasser, Léna Guedon et Agathe Roget en 2019. Elle a été ensuite implémentée sur Matlab par Guillaume Herbet. Le protocole est constitué de huit épreuves en modalité d'entrée visuelle. Deux épreuves 'contrôles' (dénomination et lecture) permettent d'écarter la présence d'un éventuel trouble lexical majeur oral ou écrit, et sont administrées en premier. Chaque épreuve est proposée en modalité d'entrée non-verbale puis verbale. Deux épreuves évaluent les capacités de contrôle sémantique : la génération de verbes et appariement sémantique. Le contenu sémantique est identique ce qui permettra de faire des comparaisons inter-tâches et de mettre éventuellement en évidence une dissociation entre les deux modalités d'entrée. Deux autres épreuves évaluent les compétences de contrôle non-sémantique :

- Une épreuve d'appariement d'images identiques ou désorientées
- Une épreuve d'appariement de mots identiques ou avec lettres mélangées.

La comparaison des résultats de ces deux épreuves à celles évaluant le contrôle sémantique (citées précédemment) permettra de mettre en lumière une possible dissociation entre le contrôle sémantique et le contrôle non-sémantique.

De plus, deux niveaux de difficulté divisent équitablement chaque épreuve, les items nécessitant un faible niveau de contrôle : items 'low', et les items nécessitant un haut niveau de contrôle : items 'high'. Ces degrés ont été définis et remaniés selon l'analyse des réponses de la population contrôle initiale. Un tableau synthétise la correspondance des items 'low' et 'high' en annexe 3.

La passation du protocole d'évaluation s'effectue selon un ordre préétabli et non-modifiable :

- Épreuves contrôles : dénomination puis lecture
- Génération de verbes en modalité d'entrée non-verbale (images)
- Appariement d'images identiques

- Génération de verbes en modalité d'entrée verbale (mots)
- Appariement sémantique d'images
- Appariement de mots identiques
- Appariement sémantique de mots.

Afin d'éviter un effet d'apprentissage inter-tâche, une épreuve non-sémantique est proposée entre les épreuves sémantiques. Chacune des épreuves dispose d'une consigne écrite et d'un exemple afin de s'assurer de la bonne compréhension de la consigne. Des analyses qualitative (relevé des réponses) et quantitative (nombre de réponses correctes et temps de réponses) sont effectuées tout au long du protocole. Les temps de réponses sont enregistrés automatiquement par l'ordinateur. Un tableau récapitulatif de l'ordre des différentes épreuves ainsi que leur évaluation spécifique se trouve en annexe 4.

Dans la suite, nous présentons les différentes épreuves selon l'ordre de passation.

1.2.1.1 Tâche de dénomination d'images

Le participant doit dénommer 30 images, présentées une à une, le plus rapidement possible (*Figure 12*). Cette épreuve évalue à la fois le système sémantique (représentations et accès par voie d'entrée visuelle), la mémoire tampon phonologique et le lexique phonologique (représentations et accès au lexique phonologique de sortie). Elle peut mettre en avant des troubles de la production lexicale : non-réponses, erreurs de type paraphasies sémantiques ou phonémiques. On peut aussi rencontrer des conduites d'approches (formelles ou sémantiques), des circonlocutions ou des modalisations (commentaires dénotant de la difficulté éprouvée).

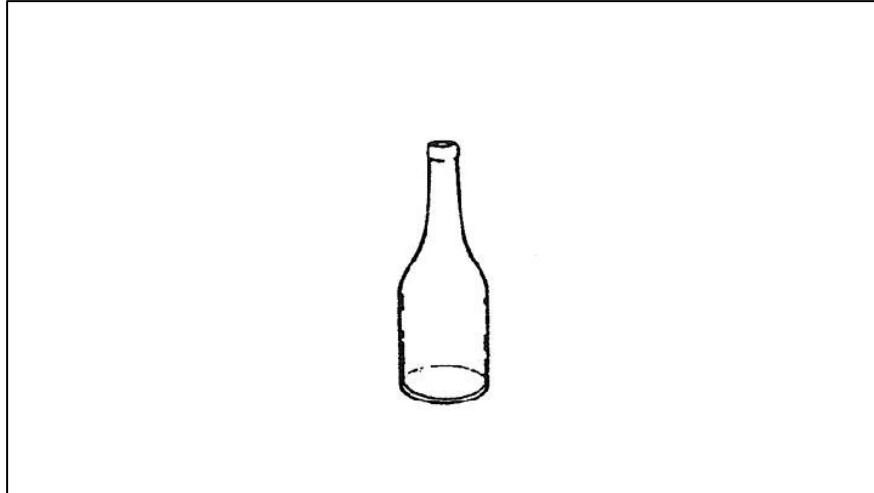


Figure 12 : Exemple d'un item de dénomination d'images

1.2.1.2 Tâche de lecture de mots

Les 30 mots proposés correspondent aux 30 images précédentes et doivent être lus le plus rapidement possible (*Figure 13*). La tâche permet d'évaluer les processus de lecture, la mémoire tampon phonologique et le lexique phonologique de sortie.

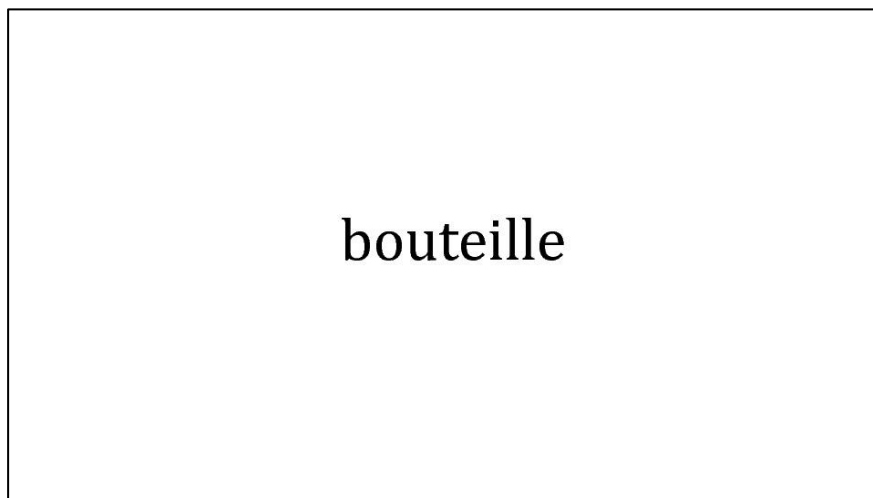


Figure 13 : Exemple d'un item de lecture

1.2.1.3 Tâche de génération de verbes en modalité d'entrée non-verbale

Les 30 images sont de nouveau présentées au sujet qui doit évoquer le premier verbe associé à chaque image qu'il voit (*Figure 14*). Les réponses sont notées puis cotées en :

- Réponse spécifique : exemple : 'boire' pour bouteille
- Réponse non spécifique : exemple : 'vider' pour bouteille

- Réponse fausse (absence de réponse, verbe inexistant, périphrases ou mot appartenant à une autre catégorie grammaticale).

Le temps de réponse enregistré lors de cette épreuve sera un indicateur clé de l'efficacité du contrôle sémantique. Cette épreuve évalue l'accès au stock sémantique par voie d'entrée non-verbale et le contrôle sémantique. Certaines réponses nécessiteront que le sujet inhibe une réponse concurrente (par exemple pour l'item banane : manger ou éplucher).

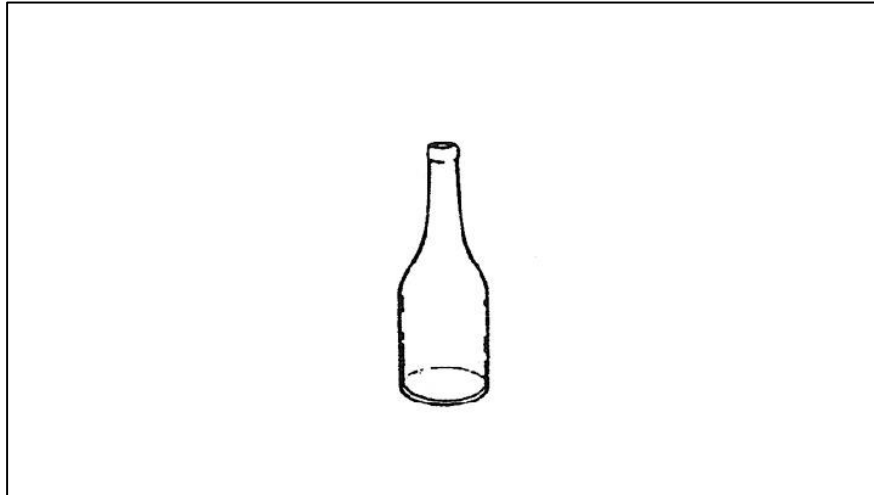


Figure 14 : Exemple d'un item de la génération de verbes en modalité d'entrée non-verbale

1.2.1.4 Tâche d'appariement d'images identiques ou désorientées

Une image est présentée en haut de l'écran, et trois autres en bas. Le sujet doit retrouver parmi les trois celle qui est identique à celle du haut, en sachant que l'image peut parfois être désorientée (*Figures 15 et 16*). L'épreuve contient 34 items avec 17 images proposées deux fois pour chaque niveau de difficulté 'high' et 'low'. Elle teste à la fois le contrôle non-sémantique, les gnosies visuelles (perception et discrimination des éléments d'une image, représentation et rotation mentale) et les fonctions d'inhibition et de flexibilité mentale.

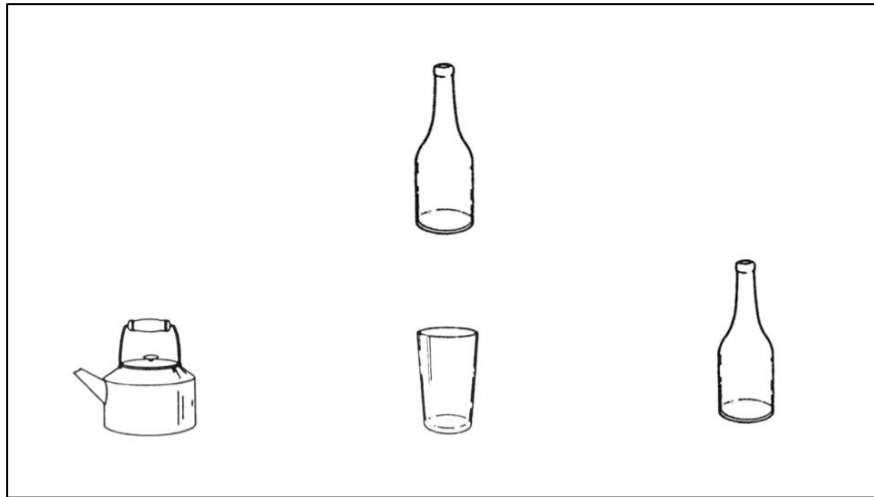


Figure 15 : Exemple d'un item d'appariement d'images identiques

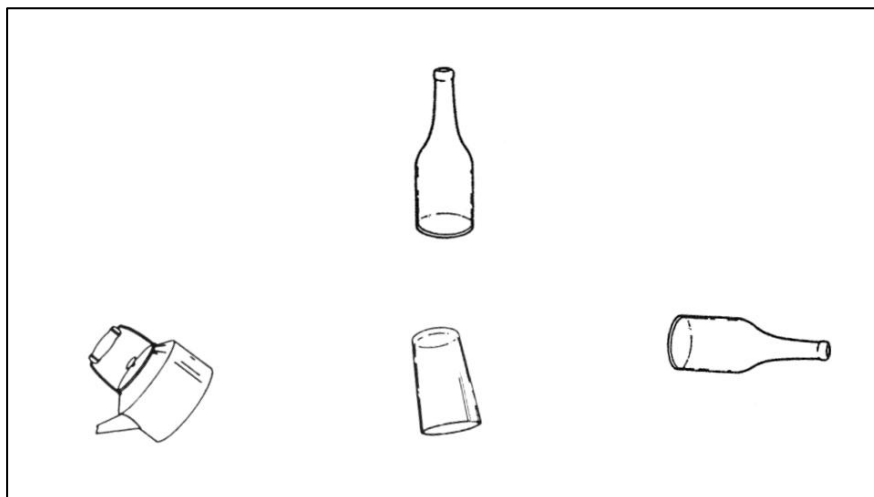


Figure 16 : Exemple d'un item d'appariement d'images désorientées

1.2.1.5 Tâche de génération de verbes en modalité d'entrée verbale

Un mot écrit est affiché au milieu de l'écran pour lequel le sujet doit donner le premier verbe associé à ce mot qui lui vient à l'esprit (*Figure 17*). La passation et la cotation de cette épreuve se font de la même manière que la génération verbale en modalité non-verbale énoncée plus haut. L'accès au stock sémantique par voie d'entrée verbale ainsi que le contrôle sémantique sont évalués, de même que les fonctions exécutives évoquées plus haut.

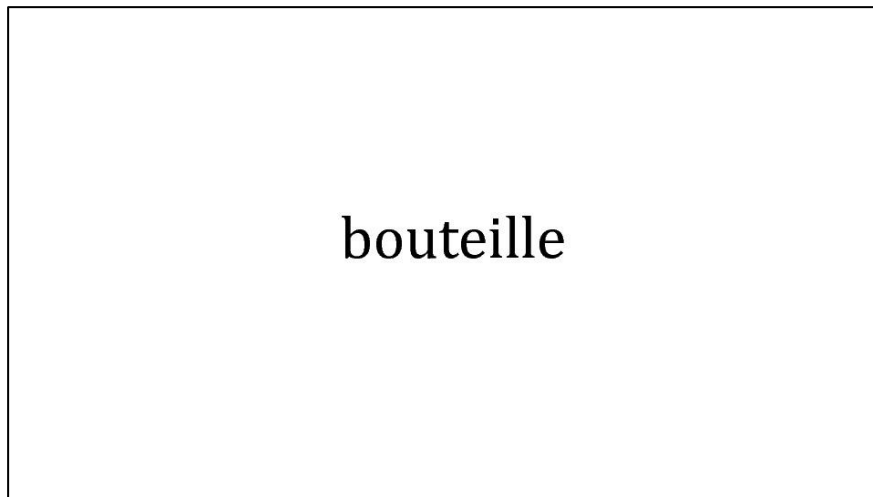


Figure 17 : Exemple d'un item de génération de verbes en modalité d'entrée verbale

1.2.1.6 Tâche d'appariement sémantique d'images

Une image est présentée en haut de l'écran, et trois autres en bas. Le sujet doit retrouver parmi les trois celle qui est associée à celle du haut (*Figures 18 et 19*). L'épreuve contient 34 items avec 17 images proposées deux fois : une association 'low' et une association 'high' pour chaque image. Dans cette épreuve on évalue les représentations sémantiques et le contrôle sémantique en modalité non-verbale d'entrée et de sortie. Le temps de réponse est utilisé comme une mesure comportementale de l'efficacité de l'accès et du contrôle sémantique.

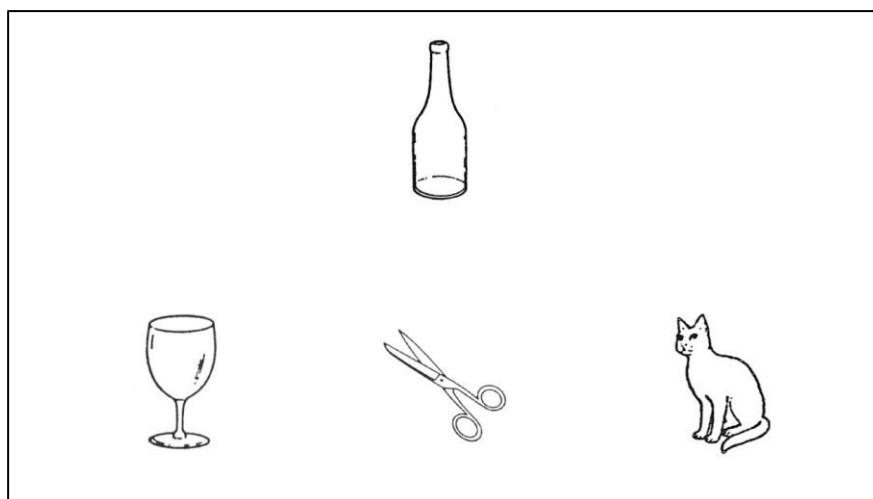


Figure 18 : Exemple d'un item 'low' d'appariement sémantique d'images

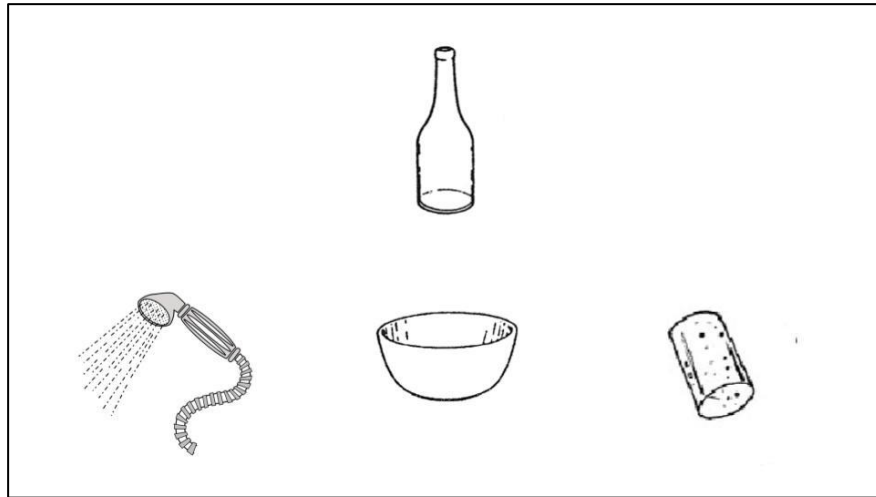


Figure 19 : Exemple d'un item 'high' d'appariement sémantique d'images

1.2.1.7 Tâche d'appariement de mots identiques ou avec lettres désordonnées

Un mot est affiché en haut de l'écran et trois autres en bas. Le participant doit retrouver parmi les trois celui qui est identique à celui du haut, en sachant que parfois les lettres des mots sont désordonnées (*Figures 20 et 21*). L'épreuve contient 34 items avec 17 mots proposés deux fois pour chaque niveau de difficulté 'high' et 'low'.

Cette épreuve d'appariement sémantique évalue les mêmes domaines que l'épreuve d'appariement d'images identiques ou désorientées, mais ce en modalité verbale. De plus, elle s'intéresse aux gnosies visuelles appliquées au lexique orthographique ainsi qu'à l'inhibition qui doit s'activer de manière plus prégnante lorsque les lettres sont en désordre (inhibition d'un mot visuellement proche du mot cible).

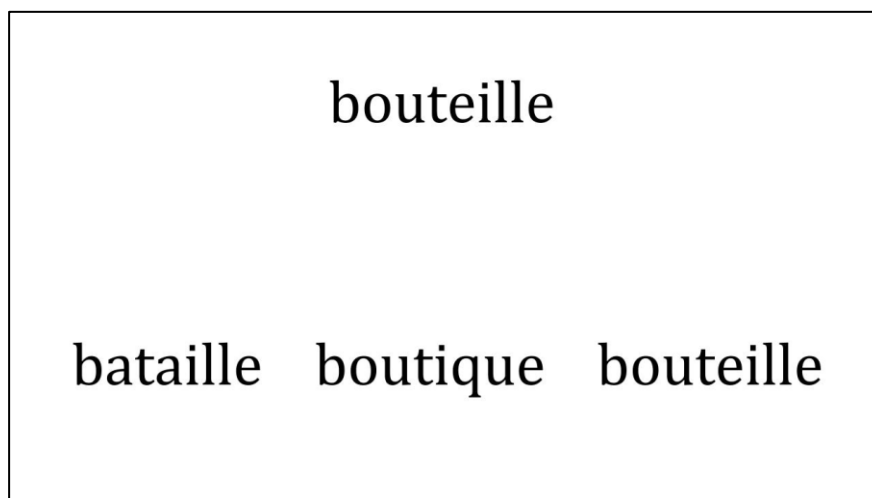


Figure 20 : Exemple d'un item d'appariement de mots identiques

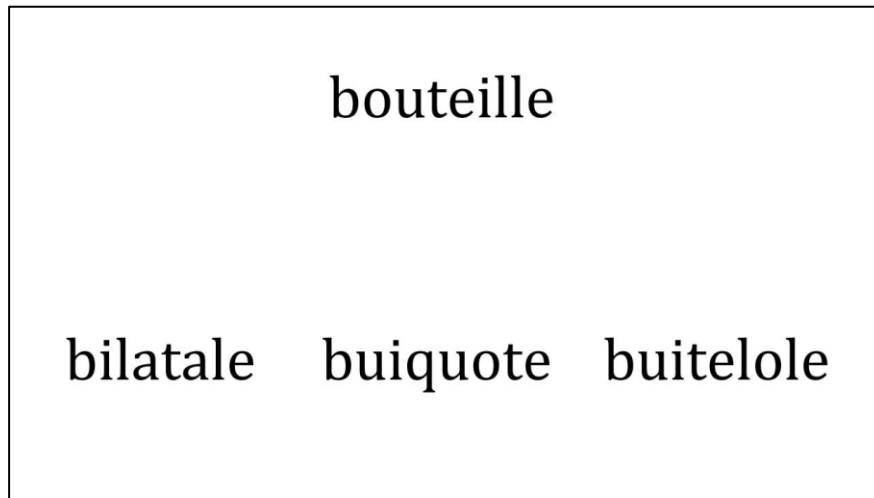


Figure 21 : Exemple d'un item d'appariement de mots identiques avec lettres désordonnées

1.2.1.8 Tâche d'appariement sémantique de mots

Un mot est affiché en haut de l'écran et trois autres en bas. Le participant doit retrouver parmi les trois celui qui est associé à celui du haut (*Figures 22 et 23*). L'épreuve contient 34 items avec 17 mots proposés deux fois : une association 'high' et une association 'low' pour chaque mot. Ici, les représentations sémantiques en modalité verbale et le contrôle sémantique sont évalués en modalité d'entrée verbale contre une modalité de sortie non-verbale. Un récapitulatif des associations 'high' et 'low' se trouve en annexe 5 pour les épreuves d'appariement.

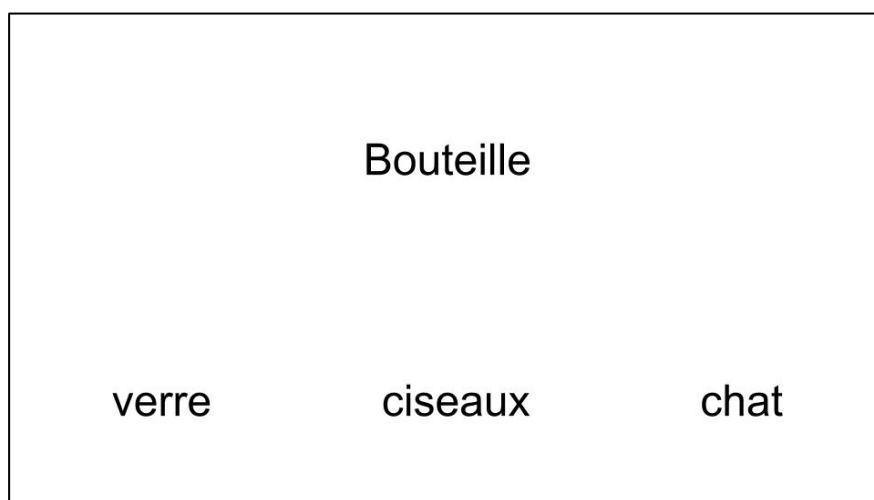


Figure 22 : Exemple d'un item 'low' d'appariement sémantique de mots

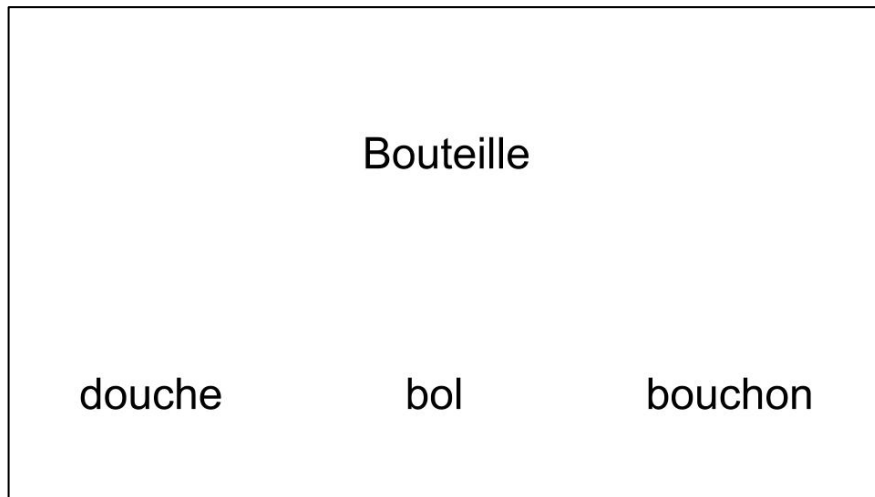


Figure 23 : Exemple d'un item 'high' d'appariement sémantique de mots

1.2.2 Passation du protocole

Les passations du groupe des patients ont été réalisées au CHU Gui de Chauliac à Montpellier au stade postopératoire (de trois à quinze mois après la chirurgie). La durée de passation du protocole d'évaluation est d'environ 30 minutes et peut fluctuer selon la fatigabilité ou les difficultés éventuelles rencontrées par le patient.

1.3 Variables et hypothèses opérationnelles

1.3.1 Variables

Les variables dépendantes sont :

- Scores obtenus aux épreuves (pourcentages de bonnes réponses ou pourcentages représentant chaque type de réponses)
- Temps de réponse.

Les variables indépendantes à deux modalités sont :

- Groupe : {G₁ groupe contrôle ; G₂ groupe patients}
- Localisation de la lésion : {L₁ gauche ; L₂ droite}
- Modalité de l'épreuve : {M₁ épreuve non-verbale ; M₂ épreuve verbale}
- Condition de l'épreuve : {C₁ condition expérimentale sémantique ; C₂ condition contrôle non-sémantique}
- Niveau de difficulté des items en termes de contrôle : {N₁ niveau low ; N₂ niveau high}.

1.3.2 Hypothèses opérationnelles

1. Les participants du groupe G_1 ont de meilleures performances que les patients du groupe G_2
2. Les patients avec une lésion à gauche (L_1) ont des performances inférieures à celles des patients avec une lésion à droite (L_2) pour les épreuves en modalité d'entrée verbale

1.4 Traitement statistique

Pour effectuer notre analyse statistique, nous avons utilisé les logiciels *Excel* et *Statistica*. Nous avons utilisé les tests suivants :

- ANOVA à mesures répétées et mixtes
- Test de fréquence du Khi-2
- Comparaison de moyennes : *T*-test de Student.

Même si nos distributions n'étaient pas normales, nous avons utilisé des tests paramétriques afin de voir les effets d'interaction, ces tests étant les seuls permettant de traiter nos données. Le tableau des valeurs de données de normalité se trouve en annexe 6.

2 Résultats

Dans cette étude, nous considérons un résultat statistiquement significatif à $p < 0.05$. À noter que toute probabilité inférieure à 0.001 est systématiquement noté $p < 0.001$ dans ce qui suit.

2.1 Analyse des données socio-démographiques

2.1.1 Âge et niveau socio-culturel

2.1.1.1 Analyse intergroupe contrôle – patients

Les analyses statistiques révèlent une différence significative entre les deux groupes pour l'âge avec $t_{(1, 117)} = -3,07$ et $p = 0,0026$. Afin de ne pas complexifier les analyses, et eu égard à une différence somme toute modeste compte tenu de l'âge relativement jeune des participants (différence d'âge = 7,4 ans), nous avons choisi de ne pas contrôler la variable 'âge'. Pour le NSC nous ne notons pas de différence significative ($t_{(1, 117)} = 0,50$; $p = 0,61$).

2.1.1.2 Analyse intergroupe selon la localisation lésionnelle

Il n'y a pas de différence d'âge entre les patients opérés à gauche et les patients opérés à droite ($t_{(1,37)} = 0,50$ et $p = 0,61$). De même, les deux groupes sont globalement homogènes pour le NSC ($t_{(1,37)} = 1,88$ et $p = 0,06$).

2.1.2 Sexe

Une analyse à l'aide du Khi-2 a permis de démontrer qu'il n'existait pas de différence significative entre les deux groupes, patients et contrôles, ($\chi^2 = 0,81$; $p = 0,36$) ni entre les deux groupes deux patients, lésion à gauche et lésion à droite, ($\chi^2 = 0,02$; $p = 0,88$). Il n'existe donc pas de différence de performances en fonction du sexe.

2.2 Analyse des épreuves du protocole

Un récapitulatif des statistiques descriptives des épreuves du protocole se trouve en annexes 7 et 8.

2.2.1 Comparaisons intergroupes contrôle - patients

2.2.1.1 Génération de verbes

2.2.1.1.1 *Temps de réponse*

Nous retrouvons un effet général significatif de la difficulté sur les temps de réponse, avec un temps de réponse rallongé pour les patients par rapport aux sujets contrôles aussi bien dans l'épreuve non-verbale ($F_{(1,117)} = 15,47$; $p < 0,001$) que dans l'épreuve verbale ($F_{(1,117)} = 8,85$; $p < 0,001$). Les temps de réponse sont donc rallongés pour les items de difficulté sémantique supérieure (items 'high'), peu importe la modalité d'entrée, et ce pour les deux groupes.

Pour la modalité non-verbale, un effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe met en avant une différence significative des temps de réponse entre les deux groupes selon la charge sémantique ($F_{(1,117)} = 7,56$; $p = 0,006$) (*Figure 24*) où la charge correspond à la difficulté de l'item (l'item 'high' nécessitant une forte charge sémantique vs item 'low' qui nécessite une charge sémantique plus faible). Les temps de réponse sont donc plus élevés chez les patients pour les items 'high' dans l'épreuve de génération de verbes en modalité non-verbale. Ce même constat ne se retrouve pas dans l'épreuve de génération de verbes en modalité verbale.

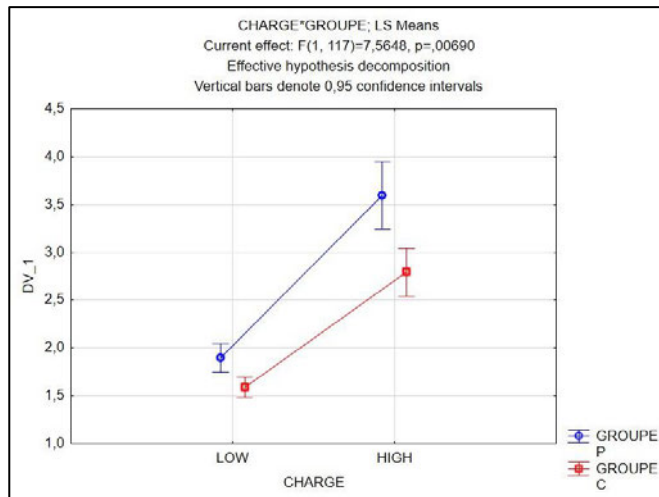


Figure 24 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour l'épreuve de génération de verbes en modalité non-verbale

De plus, nous retrouvons un second effet d'interaction de premier ordre Tâche x Groupe ($F(1, 117) = 3,95 ; p = 0,04$) (Figure 25) signifiant que les temps de réponse sont donc significativement différents entre les deux groupes, les patients ayant des temps de réponse plus élevés et cela particulièrement pour la tâche de génération de verbes en modalité non-verbale.

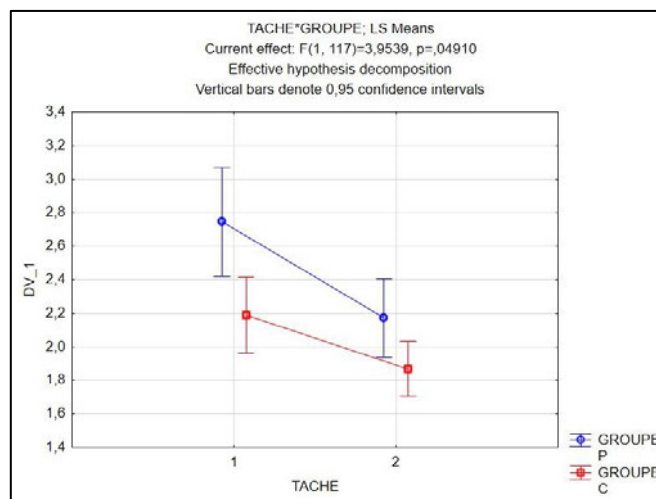


Figure 25 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Groupe relevé sur les temps de réponse pour l'épreuve de génération de verbes (tâche 1 : non-verbale ; tâche 2 : verbale)

2.2.1.1.2 Pourcentages de réponses spécifiques

Au niveau des pourcentages de réponses spécifiques nous observons aussi un effet de la difficulté, que ce soit en modalité non-verbale ($F(1, 116) = 1,836 ; p < 0,001$) (Figure 26) ou

verbale ($F_{(1, 117)} = 5,09$; $p < 0,001$) (Figure 27). Le nombre de réponses de verbes spécifiques est plus faible lors de la présentation des items de haut niveau pour les deux groupes de participants.

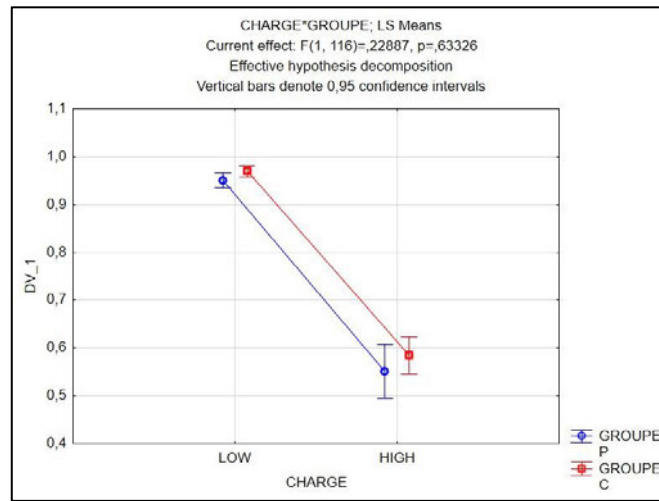


Figure 26 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les pourcentages pour l'épreuve de génération de verbes en modalité non-verbale

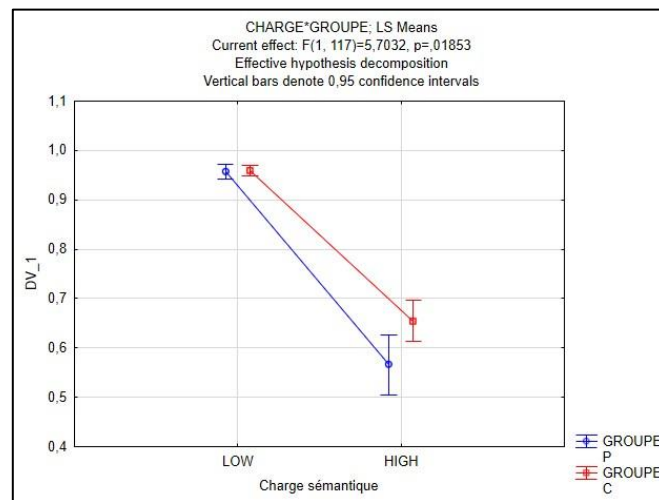


Figure 27 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les pourcentages pour l'épreuve de génération de verbes en modalité verbale

Un effet du facteur tâche a été observé ($F_{(1, 116)} = 10,59$; $p = 0,001$). Les pourcentages de réponses spécifiques sont plus faibles lors de la tâche de génération de verbes en modalité non-verbale.

Nous notons un effet d'interaction de premier ordre Tâche x Charge ($F_{(1, 116)} = 13,65$; $p < 0,001$) (Figure 28) au niveau du pourcentages de réponses spécifiques entre les deux

épreuves de génération. Il y a donc un pourcentage significativement inférieur lors de la tâche en modalité non-verbale et ce d'autant plus lorsque la charge sémantique est élevée.

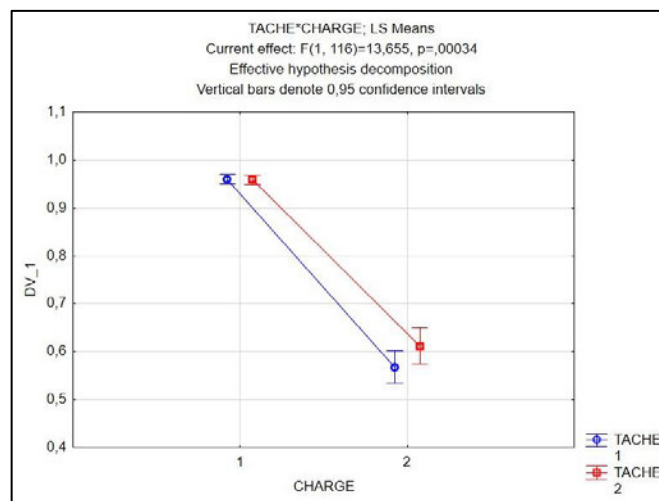


Figure 28 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Charge relevé sur les pourcentages pour l'épreuve de génération de verbes (tâche 1 : non-verbale ; tâche 2 : verbale)

Enfin, un effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe a été relevé ($F(1, 116) = 8,11 ; p = 0,005$) (Figure 29). Le nombre de réponses spécifiques est significativement différent entre les deux groupes avec un pourcentage plus faible chez les patients et ce d'autant plus lorsque la charge sémantique est élevée et cela se retrouve notamment pour l'épreuve en modalité non-verbale (tâche 1).

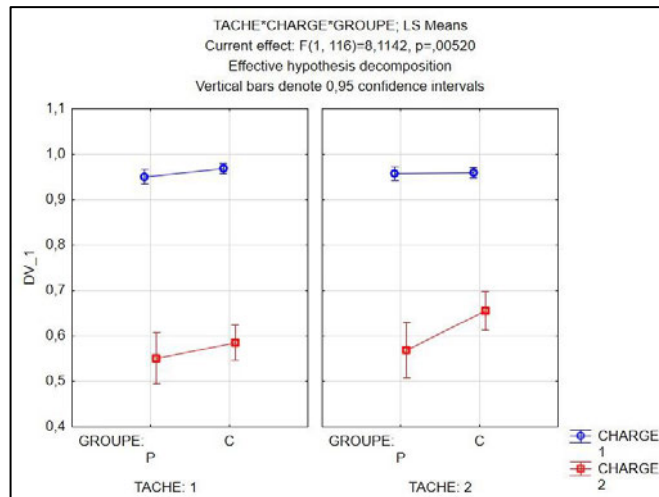


Figure 29 : Effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les pourcentages pour l'épreuve de génération de verbes (tâche 1 : non-verbale ; tâche 2 : verbale. Groupe P : patients ; groupe C : contrôles)

Synthèse des épreuves de génération de verbes :

Les temps de réponse sont plus élevés et les pourcentages de réponses spécifiques plus faibles lors de la présentation d'un item demandant un haut niveau de charge sémantique (item 'high') et lorsque la modalité est non-verbale. Les patients répondent plus lentement et produisent moins de réponses spécifiques que les sujets témoins et ce d'autant plus lorsque la charge sémantique est 'high' et lorsque la modalité d'entrée est non-verbale.

2.2.1.2 Appariement d'images et de mots

Un effet général de la charge sémantique liée à la difficulté des items est remarqué dans toutes les épreuves d'appariement pour les TDR et au niveau des pourcentages de bonnes réponses pour les épreuves d'appariement sémantique d'images, d'appariement non sémantique et sémantique de mots. Les deux groupes (patients et contrôles) ont donc de meilleurs scores pour les items 'low' par rapport aux items 'high' avec un TDR plus court et des pourcentages plus élevés (Tableau 1).

Tableau 1 : Effet de la charge sémantique sur les temps de réponse et pourcentages de bonnes réponses des tâches d'appariement

Tâche	Temps de réponses	Pourcentages de bonnes réponses
Appariement non-sémantique d'images	$F_{(1, 117)} = 128,31 ; p < 0,001$	
Appariement sémantique d'images	$F_{(1, 117)} = 182,86 ; p < 0,001$	$(F_{(1, 117)} = 134,33 ; p < 0,001)$
Appariement non-sémantique de mots	$F_{(1, 117)} = 236,81 ; p < 0,001$	$(F_{(1, 117)} = 23,8 ; p < 0,001)$
Appariement sémantique de mots	$F_{(1, 117)} = 94,91 ; p < 0,001$	$(F_{(1, 117)} = 137,25 ; p < 0,001)$

De plus, pour les tâches d'appariement non-sémantique d'images (*Figure 30*), sémantique d'images (*Figure 31*) et non-sémantique de mots (*Figure 32*), nous notons un effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe (*Tableau 2*). Les temps de réponse sont donc significativement différents entre les deux groupes et ce d'autant plus lorsque l'item est 'high'.

Tableau 2 : Effet de premier ordre Charge x Groupe sur les temps de réponse des épreuves d'appariement

Épreuves	Temps de réponse
Appariement non-sémantique d'images	$F_{(1, 117)} = 9,38 ; p = 0,002$
Appariement sémantique d'images	$F_{(1, 117)} = 7,71 ; p = 0,006$
Appariement non-sémantique de mots	$F_{(1, 117)} = 33,88 ; p < 0,001$
Appariement sémantique de mots	

Nous ne relevons pas de tel effet sur l'épreuve d'appariement sémantique de mots.

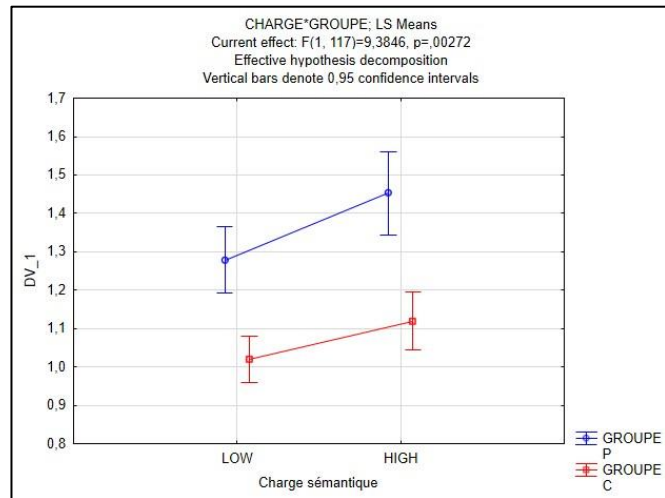


Figure 30 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement non-sémantique d'images

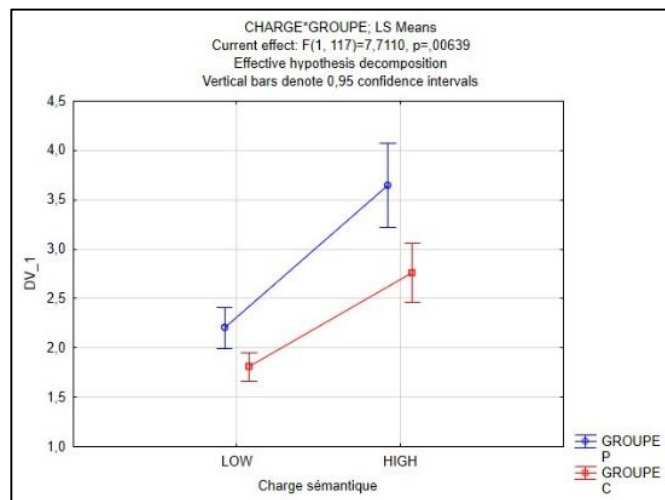


Figure 31 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement sémantique d'images

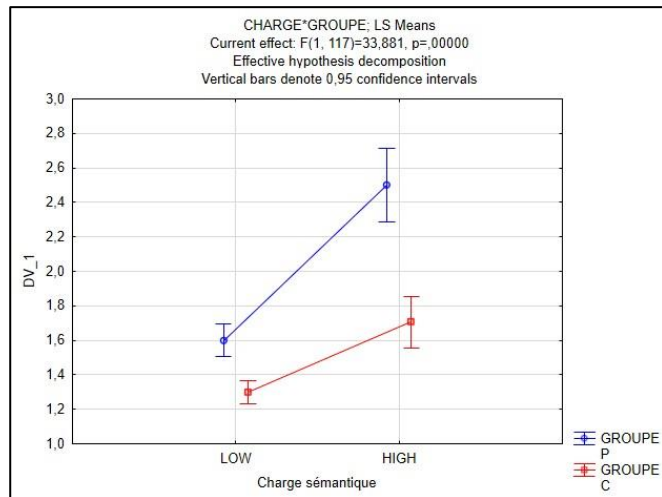


Figure 32 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement non-sémantique de mots

2.2.1.3 Appariement d'images

Premièrement nous notons un effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe ($F(1, 117) = 5,69 ; p = 0,01$) (Figure 33) qui met en avant une différence significative du temps de réponse avec un temps plus élevé chez les patients lors de la tâche d'appariement sémantique et ce d'autant plus lorsque la charge sémantique est forte.

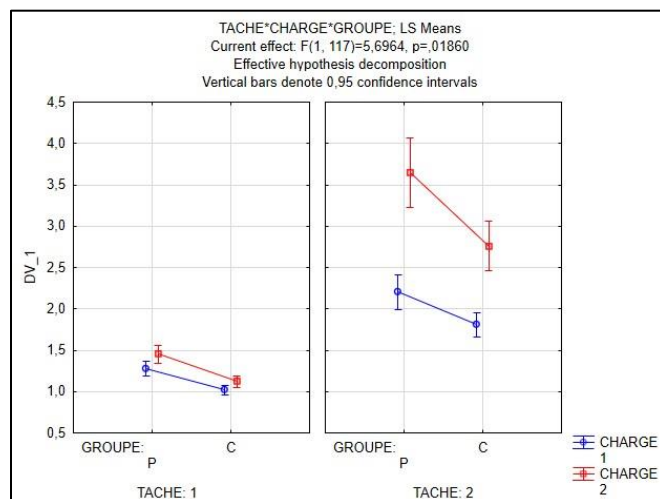


Figure 33 : Effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement d'images (tâche 1 : non-sémantique ; tâche 2 : sémantique. Groupe P : patients ; groupe C : contrôles)

Au niveau du pourcentage de réponses correctes, nous retrouvons un effet de la tâche ($F_{(1, 117)} = 113,56 ; p < 0,001$) et de la charge ($F_{(1, 117)} = 130,7 ; p < 0,001$). Le nombre de réponses correctes est donc supérieur lorsque la tâche est non-sémantique et lorsque les items présentés demandent une charge sémantique plus faible.

2.2.1.4 Appariement de mots

Nous observons un effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe pour les temps de réponse ($F_{(1, 117)} = 7,05 ; p = 0,009$) (Figure 34). Il y a donc une différence significative du temps de réponse entre les deux épreuves, avec un temps plus élevé chez les patients lorsque la tâche est sémantique et notamment pour les items nécessitant une forte charge sémantique.

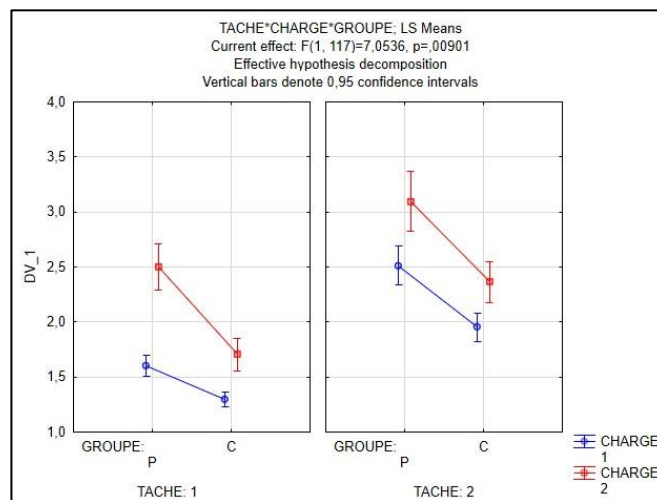


Figure 34 : Effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement de mots (tâche 1 : non-sémantique ; tâche 2 : sémantique. Groupe P : patients ; groupe C : contrôles)

Au niveau des pourcentages de réponses correctes, nous notons un effet de la tâche ($F_{(1, 117)} = 94,43 ; p < 0,001$), un effet de la charge sémantique ($F_{(1, 117)} = 172,85 ; p < 0,001$) et un effet d'interaction de premier ordre Tâche x Charge ($F_{(1, 117)} = 69,49 ; p < 0,001$) (Figure 35).

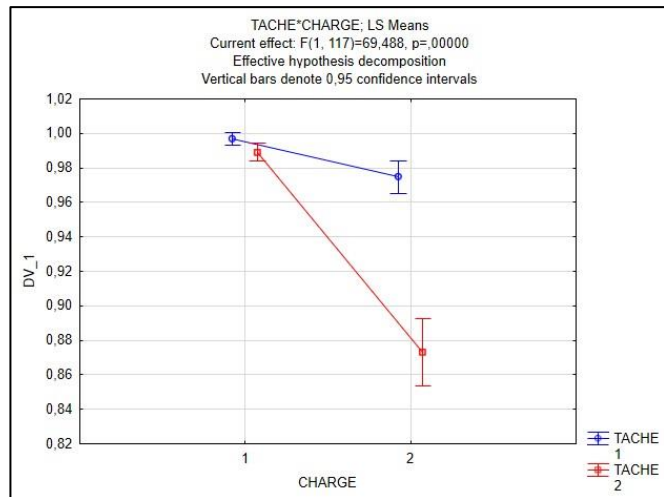


Figure 35 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Charge relevé sur les pourcentages pour les épreuves d'appariement de mots (tâche 1 : non-sémantique ; tâche 2 : sémantique)

2.2.1.5 Appariement sémantique de mots et d'images

Nous notons un effet de second ordre Tâche x Charge x Groupe ($F(1, 117)=4,49 ; p=0,03$) (Figure 36) pour le temps de réponse entre les tâches d'appariement sémantique (mots et images).

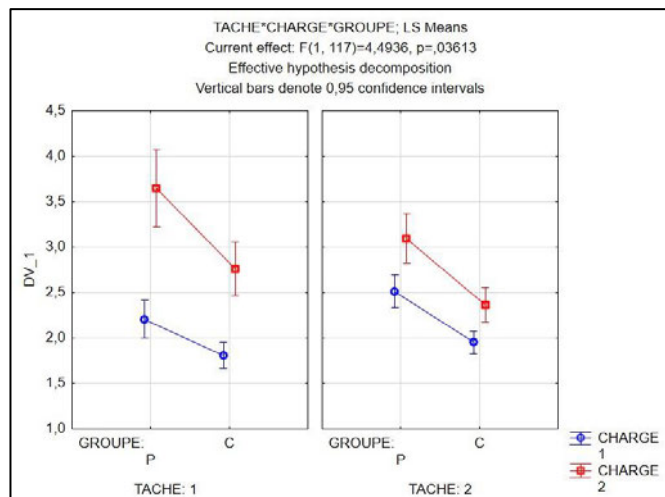


Figure 36 : Effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement sémantique de mots et d'images (tâche 1 : images ; tâche 2 : mots. Groupe P : patients ; groupe C : contrôles)

Les temps de réponse sont donc supérieurs lors de la tâche 1 (appariement sémantique d'images) que lors de la tâche 2 (appariement sémantique de mots) chez les patients et d'autant plus lorsque la tâche sémantique est forte. Cela met en avant un effet de la modalité d'entrée.

Pour les pourcentages, des effets de la tâche ($F_{(1, 117)} = 7,91 ; p = 0,005$) et de la charge ($F_{(1,117)} = 193,32 ; p < 0,001$) sont retrouvés. Il y a donc un nombre de bonnes réponses plus faible lors de la tâche d'appariement d'images et lorsque la tâche requiert une charge sémantique forte.

Synthèse des épreuves d'appariement :

Les scores des patients comme des sujets contrôles sont moins bons lorsque la charge sémantique nécessaire à la tâche est forte. Cela se traduit par des temps de réponse plus élevés et des pourcentages de réponses correctes moins bons. De même, les pourcentages de bonnes réponses sont inférieurs quand la tâche est sémantique.

De manière générale les patients répondent plus lentement que les sujets sains et notamment lorsque la tâche est sémantique et quand la charge sémantique est forte. On retrouve d'autant plus cet effet pour la modalité d'entrée non-verbale : les patients mettent davantage de temps à répondre que les sujets témoins lorsque la charge sémantique est forte et ce d'autant plus pour l'appariement sémantique d'images.

2.2.2 Comparaisons intergroupes selon la latéralité lésionnelle

2.2.2.1 Génération de verbes

Nous relevons un effet d'interaction de premier ordre Tâche x Groupe pour les pourcentages de réponses spécifiques ($F_{(1, 37)} = 4,33 ; p = 0,04$) (*Figure 37*). Le pourcentage de réponses spécifiques est donc inférieur pour les patients portant une lésion dans l'HG et ce notamment pour la modalité d'entrée non-verbale.

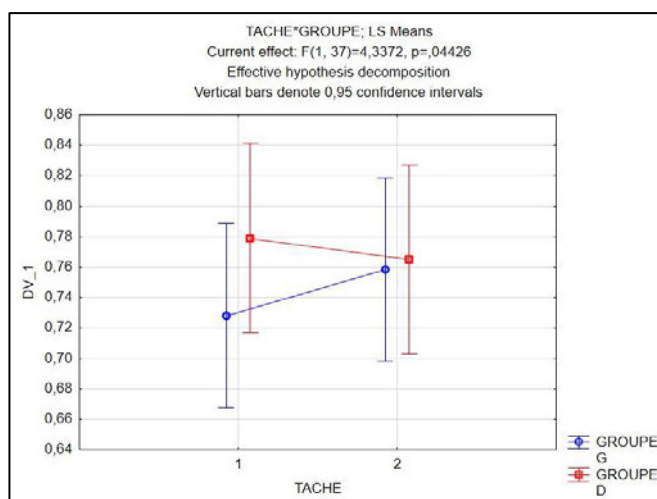


Figure 37 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Groupe relevé sur les pourcentages pour les épreuves de génération de verbes (tâche 1 : non-verbale ; tâche 2 : verbale)

Synthèse des épreuves de génération de verbes :

Les patients avec une lésion à gauche énoncent moins de verbes spécifiques que les patients avec une lésion à droite et ce notamment pour la modalité d'entrée non-verbale.

2.2.2.2 Appariement d'images et de mots

Un effet du groupe est repéré dans l'épreuve d'appariement non-sémantique d'images pour les pourcentages de réponses correctes ($F_{(1, 37)} = 5,3$; $p = 0,02$). Les patients présentant une lésion dans l'HG ont moins de bonnes réponses que les patients opérés dans l'HD. De même, un effet du groupe se retrouve dans l'épreuve d'appariement sémantique de mots ($F_{(1, 37)} = 5,95$; $p = 0,01$) pour les temps de réponse. Les patients avec une lésion de l'HG répondent plus lentement que les patients avec une lésion dans l'HD.

Un effet de premier ordre Charge x Groupe est retrouvé au niveau des temps de réponse pour l'épreuve d'appariement non-sémantique d'images ($F_{(1, 37)} = 4,95$; $p = 0,03$) (Figure 38). Les patients opérés dans l'HG ont des temps de réponse supérieurs et ce notamment lorsque l'item présenté est 'high'.

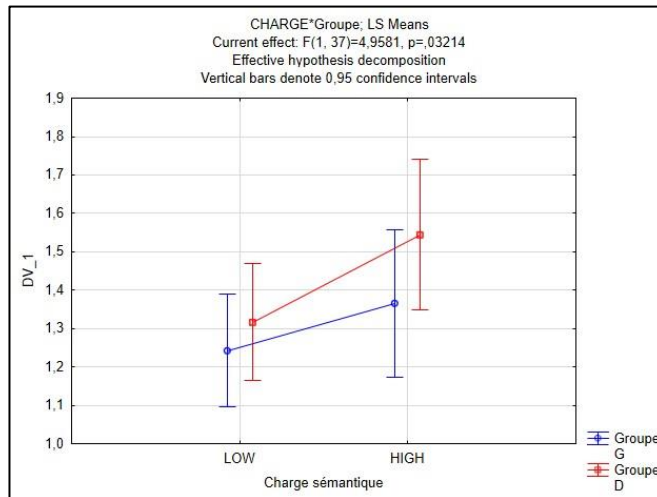


Figure 38 : Effet d'interaction de premier ordre Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement non-sémantique d'images

Enfin, nous relevons un effet d'interaction de second ordre Tâche x Charge x Groupe ($F_{(1, 35)} = 5,79 ; p = 0,02$) (Figure 39). Les temps de réponse des patients opérés dans l'HG sont supérieurs surtout pendant la tâche d'appariement sémantique de mots et ce de manière plus marquée lorsque la charge sémantique est forte.

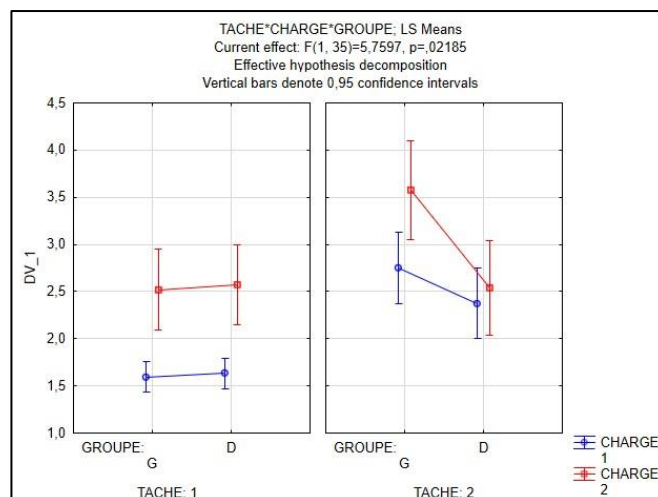


Figure 39 : Effet d'interaction de premier ordre Tâche x Charge x Groupe relevé sur les temps de réponse pour les épreuves d'appariement de mots (tâche 1 : non-sémantique ; tâche 2 : sémantique)

Synthèse des épreuves d'appariement :

Les patients avec une lésion de l'HG ont des pourcentages de bonnes réponses inférieurs pour l'épreuve d'appariement non-sémantique d'images et répondent plus lentement que les patients avec une lésion à droite pour l'épreuve d'appariement sémantique de mots. De même, pour l'épreuve d'appariement d'images identiques, les patients opérés dans l'HG ont des temps de réponse supérieurs et ce notamment lorsque l'item présenté nécessite un niveau de difficulté plus important (images désorientées). Pour l'épreuve d'appariement sémantique de mots, les patients avec une lésion de l'HG mettent davantage de temps à répondre à l'item et ce d'autant plus quand la charge sémantique requise est forte (association sémantique plus faible).

2.2.3 Tâches contrôle : dénomination et lecture

2.2.3.1 Dénomination

Nous avons écarté les temps de réponse des items auxquels les sujets n'avaient pas répondu ou lorsque le temps dépassait sept secondes, temps à partir duquel nous considérons cela comme une anomie. Les moyennes des réponses correctes entre les deux groupes (patients vs contrôles) ne présentent pas de différence significative ($t_{(1, 117)} = -1,06 ; p = 0,79$). Toutefois, le temps des réponses des patients sont significativement plus longs que les contrôles ($t_{(1, 117)} = 3,93 ; p < 0,001$). Nous ne retrouvons pas de différence significative entre les groupes de patients (gauche et droite) pour les temps de réponse ($t_{(1, 37)} = 0,64 ; p = 0,52$). Aucun trouble lexico-sémantique n'a été relevé, aucun sujet n'a donc été exclu de l'étude.

2.2.3.2 Lecture

Pour l'épreuve de lecture, aucune erreur n'a été relevée. Nous notons cependant une différence significative pour le temps de réponse entre les deux groupes patients et contrôles ($t_{(1, 117)} = 4,75 ; p < 0,001$) avec un temps plus élevé chez les patients que chez les contrôles. De plus, une différence significative est à relever pour les temps de réponse entre les deux groupes de patients : les patients présentant une lésion de l'HG sont plus rapides que les patients présentant une lésion de l'HD ($t_{(1, 37)} = -2,7 ; p = 0,01$).

TROISIÈME PARTIE : DISCUSSION

Notre étude a pour but de s'intéresser au contrôle sémantique chez les patients opérés d'un gliome de grade II. En comparant les scores entre le groupe patient et le groupe contrôle, nous relevons que les sujets contrôles présentent de meilleurs résultats que les sujets patients. Par ailleurs, en confrontant les résultats de tâches sémantique et non-sémantique nous relevons un temps de réponse moyen particulièrement plus élevé pour les patients au niveau des tâches sémantiques et d'autant plus lorsque la charge sémantique requise est forte. Cela objective donc la présence d'un trouble du contrôle sémantique chez les patients opérés d'un GDBG et va dans le sens des résultats obtenus par les précédentes études réalisées par Léna Guedon, Agathe Roget et Aurore Mariani. De plus, pour les pourcentages de bonnes réponses, nous ne notons pas de différence significative entre les sujets contrôles et les patients. Cela confirmerait donc une atteinte de l'accès aux représentations sémantiques mais des représentations sémantiques préservées. L'accès est rendu possible mais de manière plus ralentie (Jefferies & Lambon Ralph, 2006).

Par ailleurs, l'hémisphère gauche est principalement reconnu comme l'hémisphère dominant pour le traitement du langage avec l'activation d'un réseau cortical spécifique au traitement sémantique (Binder et al., 2009; Vigneau et al., 2006). Les patients présentant une lésion dans l'HG auraient donc de moins bonnes performances dans les tâches sémantiques verbales que les patients avec une lésion de l'HD. Concernant les représentations sémantiques, nous retrouvons néanmoins deux pensées divergentes : certains auteurs soutiennent que les ATL forment un système bilatéral (Patterson et al., 2007; Schapiro et al., 2013) tandis que d'autres confèrent un rôle spécifique à chaque hémisphère en fonction de la modalité ou de la catégorie sémantique (Damasio et al., 2004; Gainotti, 2013). Dans les premières études réalisées sur ce sujet, Léna Guedon, Agathe Roget et Aurore Mariani retrouvaient une altération du contrôle sémantique et ce particulièrement chez les patients opérés d'une lésion à gauche. Néanmoins, ces résultats étaient à nuancer de par l'hétérogénéité des groupes qui présentaient plus de patients avec une lésion à gauche que des patients avec une lésion à droite. Dans notre présente étude, nos deux groupes de patients sont homogènes (19 présentent une lésion à droite et 20 présentent une lésion à gauche). À partir de nos résultats, nous notons que les patients opérés à gauche présentaient de moins bons scores pour les tâches sémantiques verbales (appariement sémantique de mots et génération de verbes en modalité verbale) que les patients opérés à droite, et nous ne

retrouvons pas cette différence pour les tâches sémantiques en modalité d'entrée non-verbale. Cela suggérerait que le contrôle sémantique serait soutenu de façon bilatérale pour les stimuli non-verbaux et latéralisé dans l'HG pour les stimuli verbaux. De même, les épreuves contrôles (dénomination et lecture) ont permis d'écarter la présence d'un trouble lexico-sémantique ce qui renforce la présence d'une atteinte pure du contrôle sémantique. Une étude de Rice et al., (2015) a mis en avant une activation plus importante de l'ATL gauche lorsque le stimulus d'entrée était un mot écrit ou lorsque la tâche demandée nécessite la production d'un mot. De même, Herbet et al., (2017) et Moritz-Gasser et al., (2013) ont mis en évidence que les IFOF gauche et droit étaient impliqués dans la cognition sémantique non-verbale. Thompson et al., (2016) ont confirmé le fonctionnement bilatéral du contrôle sémantique en étudiant les résultats de patients ayant fait un AVC : des troubles multimodaux sont retrouvés chez les deux groupes de patients, que la lésion soit à gauche ou à droite. Ceci démontre d'une part, l'implication de l'IFOF gauche dans les processus sémantiques verbaux et non-verbaux et confirme, d'autre part, que l'HG serait spécialisé dans le traitement des stimuli verbaux tandis que les stimuli non-verbaux seraient traités de façon bilatérale. Ces résultats sont à mettre en lien avec le fonctionnement bilatéral des ATL évoqué par Lambon Ralph, (2014).

Selon le modèle de Caramazza & Hillis (1990), l'atteinte des représentations sémantiques se traduit par un déficit au niveau de toutes les modalités tandis qu'un déficit d'accès aux représentations sémantiques s'illustre par un déficit au niveau d'au moins une modalité d'entrée. Dans notre cas, nous pouvons noter que la modalité non-verbale semble être plus échouée que la modalité verbale ce qui indique une atteinte de l'accès aux représentations et confirme donc de nouveau la présence d'un trouble du contrôle sémantique chez les patients opérés d'un GDBG. Ces résultats sont toutefois à nuancer de par l'effet d'apprentissage inter-tâches qui peut exister.

Limites de l'étude :

Notre population générale n'est pas totalement homogène notamment au niveau de l'âge. Il serait intéressant d'effectuer des analyses statistiques prenant en compte cette variable, ou rééquilibrer la population contrôle afin qu'elle puisse être plus représentative de la population patients actuelle.

En ce qui concerne notre protocole, il est présenté dans un ordre immuable ce qui induit un biais d'apprentissage inter-tâches entre les modalités non-verbales et verbales, les images étant toujours présentées en premier. En outre, les items sont placés au même endroit d'une modalité à une autre : pour un même item 'lit', la réponse 'canapé' avec laquelle le mot cible doit être associé, se trouve dans la même position en modalité non-verbale et verbale. Pour l'épreuve de génération de verbes, les items 'high' sont majoritairement échoués pour les deux groupes ce qui ne permet pas d'analyser les résultats entre patients et contrôles, notamment les items animaux ('singe', 'écureuil', 'araignée'). Il est donc compliqué de bénéficier de résultats significatifs pour ces items. Par ailleurs, certains graphismes génèrent davantage de réponses erronées tant chez les patients que chez les sujets contrôles : on observe des paraphasies sémantiques notamment sur les items d'animaux ('vache' pour 'mouton', 'lapin' pour 'écureuil') et aussi des paraphasies visuelles pour l'item 'fenêtre' (porte, armoire).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La capacité à comprendre le monde qui nous entoure dépend de deux systèmes intégrés que sont la mémoire sémantique et le contrôle sémantique. Ce dernier nous permet à la fois un accès aux traits sémantiques du langage et des objets mais aussi à la compréhension de l'environnement selon le contexte. Dans le cas d'un déficit du contrôle sémantique, l'accès aux représentations sémantiques, elles-mêmes intactes, sera altéré ou impossible.

Dans cette étude, le protocole informatisé nous a permis de mettre en avant un déficit du contrôle sémantique chez les patients opérés d'un gliome diffus de bas grade en condition éveillée. Nous avons pu, d'autre part, observer des déficits chez tous les patients quand la modalité d'entrée était non-verbale tandis que les déficits étaient plus marqués chez les patients avec une lésion dans l'hémisphère gauche lorsque la modalité d'entrée était verbale. Cela suggère donc un fonctionnement bilatéral du contrôle sémantique pour la modalité non-verbale et un fonctionnement latéralisé à gauche pour la modalité verbale.

Dans une recherche future, le recrutement d'un plus grand nombre de patients opérés dans les deux hémisphères permettrait de rendre les résultats de l'étude plus représentatifs. En outre, afin d'étudier avec plus de précisions les structures cortico-sous-corticales impliquées dans le contrôle sémantique, que ce soit en modalité verbale ou non-verbale, il serait intéressant d'approfondir l'analyse statistique en prenant en compte les structures cérébrales réséquées pour réaliser des corrélations anatomo-fonctionnelles. Cela donnerait davantage de clefs pour comprendre le fonctionnement du réseau sous-tendant le contrôle sémantique et de proposer en conséquence le meilleur accompagnement pour le patient cérébrolésé. En effet, juste après l'opération, de par l'œdème cérébral, des troubles transitoires concernant les fonctions cognitives et langagières peuvent apparaître (Moritz-Gasser & Duffau, 2010) mais certains troubles plus discrets peuvent persister. Une récupération spontanée de ces fonctions débute dès 72h après l'opération et est optimisée par une prise en charge orthophonique afin de stimuler plus fortement les processus de plasticité cérébrale qui permettront une récupération optimale (Duffau, 2017). De même, pour explorer le fonctionnement de la plasticité cérébrale, il pourrait être pertinent de prendre en compte la durée associée à la fréquence du suivi orthophonique et d'essayer d'estimer dans quelle mesure le temps de prise en soins a une influence sur la qualité des processus de récupération des patients. Par ailleurs, l'évaluation des processus exécutifs qui sont intrinsèquement liés

au contrôle sémantique nous offrirait la possibilité de faire une évaluation plus fine des déficits.

In fine, notre étude amène à réfléchir à la prise en charge globale de ces patients. En effet, en pré et peropératoire il serait intéressant de proposer, en plus de l'appariement sémantique d'images (PPTT), une épreuve d'appariement sémantique de mots pour évaluer la modalité verbale, et une épreuve investiguant spécifiquement le contrôle. Cela permettra de proposer par la suite une prise en soins orthophonique postopératoire plus adaptée et spécifique au patient cérébrolésé afin d'optimiser sa qualité de vie.

Bibliographie

- Agosta, F., Henry, R. G., Migliaccio, R., Neuhaus, J., Miller, B. L., Dronkers, N. F., Brambati, S. M., Filippi, M., Ogar, J. M., Wilson, S. M., & Gorno-Tempini, M. L. (2010). Language networks in semantic dementia. *Brain*, 133(1), 286-299.
<https://doi.org/10.1093/brain/awp233>
- Almairac, F., Herbet, G., Moritz-Gasser, S., Champfleur, N. M. D., & Duffau, H. (2014). Le faisceau occipito-frontal inferieur sous-tend la voie ventrale sémantique directe du langage : Une approche multimodale. *Revue Neurologique*, 170, A65.
<https://doi.org/10.1016/j.neurol.2014.01.189>
- Almairac, F., Herbet, G., Moritz-Gasser, S., de Champfleur, N. M., & Duffau, H. (2015). The left inferior fronto-occipital fasciculus subserves language semantics : A multilevel lesion study. *Brain Structure and Function*, 220(4), 1983-1995. <https://doi.org/10.1007/s00429-014-0773-1>
- Beauvois, M., Broadbent, D. E., & Weiskrantz, L. (1997). Optic aphasia : A process of interaction between vision and language. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 298(1089), 35-47. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0070>
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where Is the Semantic System? A Critical Review and Meta-Analysis of 120 Functional Neuroimaging Studies. *Cerebral Cortex*, 19(12), 2767-2796. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp055>
- Bonnetblanc, F., Desmurget, M., & Duffau, H. (2006). Gliomes de bas grade et plasticité cérébrale : Implications fondamentales et cliniques. *médecine/sciences*, 22(4), 389-395.
<https://doi.org/10.1051/medsci/2006224389>
- Boone, M., Roussel, M., Chauffert, B., Le Gars, D., Monet, P., & Godefroy, O. (2012). Prévalence et analyse descriptive des troubles cognitifs des gliomes de grade I à III de l'adulte. *Revue Neurologique*, 168, A70-A71. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2012.01.176>

- Brouland, J. P., & Hottinger, A. F. (2017). Nouvelle classification OMS 2016 des gliomes : Quels changements ? *Revue Médicale Suisse*, 13(579), 1805-1809.
<https://doi.org/10.53738/REVMED.2017.13.579.1805>
- Capelle, L., Fontaine, D., Mandonnet, E., Taillandier, L., Golmard, J. L., Bauchet, L., Pallud, J., Peruzzi, P., Baron, M. H., Kujas, M., Guyotat, J., Guillevin, R., Frenay, M., Taillibert, S., Colin, P., Rigau, V., Vandebos, F., Pinelli, C., Duffau, H., & __. (2013). Spontaneous and therapeutic prognostic factors in adult hemispheric World Health Organization Grade II gliomas : A series of 1097 cases: Clinical article. *Journal of Neurosurgery*, 118(6), 1157-1168. <https://doi.org/10.3171/2013.1.JNS121>
- Caramazza, A., Hillis, A. E., Rapp, B. C., & Romani, C. (1990). The multiple semantics hypothesis : Multiple confusions? *Cognitive Neuropsychology*, 7(3), 161-189.
<https://doi.org/10.1080/02643299008253441>
- Cardebat, D., Doyon, B., Puel, M., Goulet, P., & Joannette, Y. (1990). [Formal and semantic lexical evocation in normal subjects. Performance and dynamics of production as a function of sex, age and educational level]. *Acta Neurologica Belgica*, 90(4), 207-217.
- Catani, M., Jones, D. K., & ffytche, D. H. (2005). Perisylvian language networks of the human brain. *Annals of Neurology*, 57(1), 8-16. <https://doi.org/10.1002/ana.20319>
- Chiou, R., Humphreys, G. F., Jung, J., & Lambon Ralph, M. A. (2018). Controlled semantic cognition relies upon dynamic and flexible interactions between the executive ‘semantic control’ and hub-and-spoke ‘semantic representation’ systems. *Cortex*, 103, 100-116.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.02.018>
- Clark, H. H., & Chase, W. G. (1972). On the process of comparing sentences against pictures. *Cognitive Psychology*, 3(3), 472-517. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(72\)90019-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(72)90019-9)
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407-428. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.82.6.407>
- Corbett, F., Jefferies, E., Ehsan, S., & Lambon Ralph, M. A. (2009). Different impairments of semantic cognition in semantic dementia and semantic aphasia : Evidence from the non-verbal domain. *Brain*, 132(9), 2593-2608. <https://doi.org/10.1093/brain/awp146>

- Damasio, H., Tranel, D., Grabowski, T., Adolphs, R., & Damasio, A. (2004). Neural systems behind word and concept retrieval. *Cognition*, 92(1-2), 179-229.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2002.07.001>
- Davis, M. E. (2018). Epidemiology and Overview of Gliomas. *Seminars in Oncology Nursing*, 34(5), 420-429. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2018.10.001>
- De Witt Hamer, P. C., Robles, S. G., Zwinderman, A. H., Duffau, H., & Berger, M. S. (2012). Impact of Intraoperative Stimulation Brain Mapping on Glioma Surgery Outcome : A Meta-Analysis. *Journal of Clinical Oncology*, 30(20), 2559-2565.
<https://doi.org/10.1200/JCO.2011.38.4818>
- de Zubizaray, G. I., Rose, S. E., & McMahon, K. L. (2011). The structure and connectivity of semantic memory in the healthy older adult brain. *NeuroImage*, 54(2), 1488-1494.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.08.058>
- Duffau, H. (2001). Acute functional reorganisation of the human motor cortex during resection of central lesions : A study using intraoperative brain mapping. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 70(4), 506-513. <https://doi.org/10.1136/jnnp.70.4.506>
- Duffau, H. (2003). The role of dominant premotor cortex in language : A study using intraoperative functional mapping in awake patients. *NeuroImage*, 20(4), 1903-1914.
[https://doi.org/10.1016/S1053-8119\(03\)00203-9](https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00203-9)
- Duffau, H. (2005a). Intraoperative cortico–subcortical stimulations in surgery of low-grade gliomas. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 5(4), 473-485.
<https://doi.org/10.1586/14737175.5.4.473>
- Duffau, H. (2005b). Lessons from brain mapping in surgery for low-grade glioma : Insights into associations between tumour and brain plasticity. *The Lancet Neurology*, 4(8), 476-486.
[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(05\)70140-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(05)70140-X)
- Duffau, H. (2006). Brain plasticity : From pathophysiological mechanisms to therapeutic applications. *Journal of Clinical Neuroscience*, 13(9), 885-897.
<https://doi.org/10.1016/j.jocn.2005.11.045>

- Duffau, H. (2009). Surgery of low-grade gliomas : Towards a ‘functional neurooncology’. *Current Opinion in Oncology*, 21(6), 543-549. <https://doi.org/10.1097/CCO.0b013e3283305996>
- Duffau, H. (2014a). Diffuse low-grade gliomas and neuroplasticity. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 95(10), 945-955. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2014.08.001>
- Duffau, H. (2014b). Gliomes diffus de bas grade et neuroplasticité. *Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle*, 95(10), 935-945.
<https://doi.org/10.1016/j.jradio.2014.07.002>
- Duffau, H. (2017). Hodotopy, neuroplasticity and diffuse gliomas. *Neurochirurgie*, 63(3), 259-265.
<https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2016.12.001>
- Duffau, H., De Witt, P., Martino, J., Vergani, F., Maldonado, I., Le Bars, E., Mangeot, N., & Moritz-Gasser, S. (2009). Étude anatomofonctionnelle de la voie ventrale sémantique : Applications en neurochirurgie oncologique. *Neurochirurgie*, 55(4-5), 528-529.
<https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2009.08.127>
- Duffau, H., Gatignol, P., Mandonnet, E., Capelle, L., & Taillandier, L. (2008). Intraoperative subcortical stimulation mapping of language pathways in a consecutive series of 115 patients with Grade II glioma in the left dominant hemisphere. *Journal of Neurosurgery*, 109(3), 461-471. <https://doi.org/10.3171/JNS/2008/109/9/0461>
- 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>
- Duffau, H., Sichez, J. P., & Lehericy, S. (2000). Intraoperative unmasking of brain redundant motor sites during resection of a precentral angioma : Evidence using direct cortical stimulation. *Annals of Neurology*, 47(1), 132-135.
- Gainotti, G. (2013). Laterality effects in normal subjects’ recognition of familiar faces, voices and names. Perceptual and representational components. *Neuropsychologia*, 51(7), 1151-1160.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.03.009>

- Gola-Asmussen, C., Lequette, C., Pouget, G., Rouyet, C. et Zorman, M. (2011).
ECLA-16+ : Évaluation des compétences de lecture chez l'adulte de plus de
16 ans. France : Centre de Formation de Conseillers d'Orientations-
Psychologues
- Hartwigsen, G., Henseler, I., Stockert, A., Wawrzyniak, M., Wendt, C., Klingbeil, J.,
Baumgaertner, A., & Saur, D. (2017). Integration demands modulate effective connectivity
in a fronto-temporal network for contextual sentence integration. *NeuroImage*, 147,
812-824. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.08.026>
- Heimans, J. J., & Taphoorn, M. J. B. (2002). Impact of brain tumour treatment on quality of life.
Journal of Neurology, 249(8), 955-960. <https://doi.org/10.1007/s00415-002-0839-5>
- Herbet, G., Latorre, J. G., & Duffau, H. (2015). The role of cerebral disconnection in cognitive
recovery after brain damage. *Neurology*, 84(14), 1390-1391.
<https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000001453>
- Herbet, G., Maheu, M., Costi, E., Lafargue, G., & Duffau, H. (2016). Mapping neuroplastic
potential in brain-damaged patients. *Brain*, 139(3), 829-844.
<https://doi.org/10.1093/brain/awv394>
- Herbet, G., Moritz-Gasser, S., & Duffau, H. (2017). Direct evidence for the contributive role of the
right inferior fronto-occipital fasciculus in non-verbal semantic cognition. *Brain Structure
and Function*, 222(4), 1597-1610. <https://doi.org/10.1007/s00429-016-1294-x>
- Herbet, G., Moritz-Gasser, S., Lemaitre, A.-L., Almairac, F., & Duffau, H. (2019). Functional
compensation of the left inferior longitudinal fasciculus for picture naming. *Cognitive
Neuropsychology*, 36(3-4), 140-157. <https://doi.org/10.1080/02643294.2018.1477749>
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2004). Dorsal and ventral streams : A framework for understanding
aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, 92(1-2), 67-99.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.10.011>
- Hodgson, V. J., Lambon Ralph, M. A., & Jackson, R. L. (2021). Multiple dimensions underlying
the functional organization of the language network. *NeuroImage*, 241, 118444.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118444>

- Hoffman, P., Jefferies, B., & Ralph, M. L. (2015). Special issue of *Neuropsychologia* : Semantic cognition. *Neuropsychologia*, 76, 1-3.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.09.011>
- Hoffman, P., McClelland, J. L., & Lambon Ralph, M. A. (2018). Concepts, control, and context : A connectionist account of normal and disordered semantic cognition. *Psychological Review*, 125(3), 293-328. <https://doi.org/10.1037/rev0000094>
- Howard, D., & Patterson, K. (1992). *The pyramids and palm trees test : A test of semantic access from words and pictures*. Thames Valley Test Company.
- Ius, T., Isola, M., Budai, R., Pauletto, G., Tomasino, B., Fadiga, L., & Skrap, M. (2012). Low-grade glioma surgery in eloquent areas : Volumetric analysis of extent of resection and its impact on overall survival. A single-institution experience in 190 patients: Clinical article. *Journal of Neurosurgery*, 117(6), 1039-1052. <https://doi.org/10.3171/2012.8.JNS12393>
- Jakola, A. S., Myrmet, K. S., Kloster, R., Torp, S. H., Lindal, S., Unsgård, G., & Solheim, O. (2012). Comparison of a Strategy Favoring Early Surgical Resection vs a Strategy Favoring Watchful Waiting in Low-Grade Gliomas. *JAMA*, 308(18), 1881.
<https://doi.org/10.1001/jama.2012.12807>
- Jefferies, E. (2013). The neural basis of semantic cognition : Converging evidence from neuropsychology, neuroimaging and TMS. *Cortex*, 49(3), 611-625.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.10.008>
- Jefferies, E., & Lambon Ralph, M. A. (2006). Semantic impairment in stroke aphasia versus semantic dementia : A case-series comparison. *Brain*, 129(8), 2132-2147.
<https://doi.org/10.1093/brain/awl153>
- Kohn, S. E., & Friedman, R. B. (1986). Word-meaning deafness : A phonological-semantic dissociation. *Cognitive Neuropsychology*, 3(3), 291-308.
<https://doi.org/10.1080/02643298608253361>
- Krainik, A., Duffau, H., Capelle, L., Cornu, P., Boch, A.-L., Mangin, J.-F., Le Bihan, D., Marsault, C., Chiras, J., & Lehericy, S. (2004). Role of the healthy hemisphere in recovery after

- resection of the supplementary motor area. *Neurology*, 62(8), 1323-1332.
<https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000120547.83482.B1>
- Lambon Ralph, M. A. (2014). Neurocognitive insights on conceptual knowledge and its breakdown. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1634), 20120392. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0392>
- Lambon Ralph, M. A., Cipolotti, L., Manes, F., & Patterson, K. (2010). Taking both sides : Do unilateral anterior temporal lobe lesions disrupt semantic memory? *Brain*, 133(11), 3243-3255. <https://doi.org/10.1093/brain/awq264>
- Lambon-Ralph, M. A. L., Jefferies, E., Patterson, K., & Rogers, T. T. (2017). The neural and computational bases of semantic cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(1), 42-55.
<https://doi.org/10.1038/nrn.2016.150>
- Maldonado, I. L., Moritz-Gasser, S., & Duffau, H. (2011). Does the left superior longitudinal fascicle subserve language semantics? A brain electrostimulation study. *Brain Structure and Function*, 216(3), 263-274. <https://doi.org/10.1007/s00429-011-0309-x>
- Mandonnet, E., Delattre, J.-Y., Tanguy, M.-L., Swanson, K. R., Carpentier, A. F., Duffau, H., Cornu, P., Van Effenterre, R., Alvord, E. C., & Capelle, L. (2003). Continuous growth of mean tumor diameter in a subset of grade II gliomas. *Annals of Neurology*, 53(4), 524-528.
<https://doi.org/10.1002/ana.10528>
- Mandonnet, E., Nouet, A., Gatignol, P., Capelle, L., & Duffau, H. (2007). Does the left inferior longitudinal fasciculus play a role in language? A brain stimulation study. *Brain*, 130(3), 623-629. <https://doi.org/10.1093/brain/awl361>
- Mandonnet, E., Winkler, P. A., & Duffau, H. (2010). Direct electrical stimulation as an input gate into brain functional networks : Principles, advantages and limitations. *Acta Neurochirurgica*, 152(2), 185-193. <https://doi.org/10.1007/s00701-009-0469-0>
- Mateos-Aparicio, P., & Rodríguez-Moreno, A. (2019). The Impact of Studying Brain Plasticity. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 13, 66. <https://doi.org/10.3389/fncel.2019.00066>
- Matsuda, R., Moritz-Gasser, S., Duvaux, S., Fernández Coello, A., Martinoni, M., & Duffau, H. (2014). The persistent crucial role of the left hemisphere for language in left-handers with a

- left low grade glioma : A stimulation mapping study. *Acta Neurochirurgica*, 156(4), 661-670. <https://doi.org/10.1007/s00701-014-2003-2>
- Mesulam, M.-M., Wieneke, C., Hurley, R., Rademaker, A., Thompson, C. K., Weintraub, S., & Rogalski, E. J. (2013). Words and objects at the tip of the left temporal lobe in primary progressive aphasia. *Brain*, 136(2), 601-618. <https://doi.org/10.1093/brain/aws336>
- Metz-Lutz, M. N., Kremin, H., Deloche, G., Hannequin, D., Ferrand, I., Perrier, D., Quint, S., Dordain, M., Bunel, G., Cardebat, D., & Lota, A. M. (s. d.). Standardisation d'un test de dénomination orale : Contrôle des effets de l'âge, du sexe et du niveau de scolarité chez les sujets adultes normaux.
- Mollo, G., Cornelissen, P. L., Millman, R. E., Ellis, A. W., & Jefferies, E. (2017). Oscillatory Dynamics Supporting Semantic Cognition : MEG Evidence for the Contribution of the Anterior Temporal Lobe Hub and Modality-Specific Spokes. *PLOS ONE*, 12(1), e0169269. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169269>
- Moritz-Gasser, S. (2012). Les bases neurales du traitement sémantique: un nouvel éclairage (These de doctorat). Institut des neurosciences de Montpellier, France.
- Moritz-Gasser, S., & Duffau, H. (2010). Conséquences psychologiques de la chirurgie éveillée des tumeurs cérébrales. *Psycho-Oncologie*, 4(2), 96-102. <https://doi.org/10.1007/s11839-010-0256-4>
- Moritz-Gasser, S., Herbet, G., & Duffau, H. (2013). Mapping the connectivity underlying multimodal (verbal and non-verbal) semantic processing : A brain electrostimulation study. *Neuropsychologia*, 51(10), 1814-1822. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.06.007>
- Noonan, K. A., Jefferies, E., Visser, M., & Lambon Ralph, M. A. (2013). Going beyond Inferior Prefrontal Involvement in Semantic Control : Evidence for the Additional Contribution of Dorsal Angular Gyrus and Posterior Middle Temporal Cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(11), 1824-1850. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00442
- Ostrom, Q. T., Gittleman, H., Liao, P., Rouse, C., Chen, Y., Dowling, J., Wolinsky, Y., Kruchko, C., & Barnholtz-Sloan, J. (2014). CBTRUS Statistical Report : Primary Brain and Central

- Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2007-2011. *Neuro-Oncology*, 16(suppl 4), iv1-iv63. <https://doi.org/10.1093/neuonc/nou223>
- Patterson, K., Nestor, P. J., & Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(12), 976-987. <https://doi.org/10.1038/nrn2277>
- Pobric, G., Jefferies, E., & Lambon Ralph, M. A. (2010). Amodal semantic representations depend on both anterior temporal lobes : Evidence from repetitive transcranial magnetic stimulation. *Neuropsychologia*, 48(5), 1336-1342. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.12.036>
- Rice, G. E., Lambon Ralph, M. A., & Hoffman, P. (2015). The Roles of Left Versus Right Anterior Temporal Lobes in Conceptual Knowledge : An ALE Meta-analysis of 97 Functional Neuroimaging Studies. *Cerebral Cortex*, 25(11), 4374-4391. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv024>
- Robles, S. G., Gatignol, P., Lehericy, S., & Duffau, H. (2008). Long-term brain plasticity allowing a multistage surgical approach to World Health Organization Grade II gliomas in eloquent areas : Report of 2 cases. *Journal of Neurosurgery*, 109(4), 615-624. <https://doi.org/10.3171/JNS/2008/109/10/0615>
- Rogers, T. T., Lambon Ralph, M. A., Garrard, P., Bozeat, S., McClelland, J. L., Hodges, J. R., & Patterson, K. (2004). Structure and Deterioration of Semantic Memory : A Neuropsychological and Computational Investigation. *Psychological Review*, 111(1), 205-235. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.1.205>
- Rogers, T. T., Patterson, K., Jefferies, E., & Lambon Ralph, M. A. (2015). Disorders of representation and control in semantic cognition : Effects of familiarity, typicality, and specificity. *Neuropsychologia*, 76, 220-239. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.04.015>
- Saffran, E. M. (2000). The Organization of Semantic Memory : In Support of a Distributed Model. *Brain and Language*, 71(1), 204-212. <https://doi.org/10.1006/brln.1999.2251>

- Schapiro, A. C., McClelland, J. L., Welbourne, S. R., Rogers, T. T., & Lambon Ralph, M. A. (2013). Why Bilateral Damage Is Worse than Unilateral Damage to the Brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(12), 2107-2123. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00441
- Snowden, J. S., Harris, J. M., Thompson, J. C., Kobylecki, C., Jones, M., Richardson, A. M., & Neary, D. (2018). Semantic dementia and the left and right temporal lobes. *Cortex*, 107, 188-203. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.08.024>
- Soffietti, R., Baumert, B. G., Bello, L., Von Deimling, A., Duffau, H., Frénay, M., Grisold, W., Grant, R., Graus, F., Hoang-Xuan, K., Klein, M., Melin, B., Rees, J., Siegal, T., Smits, A., Stupp, R., & Wick, W. (2010). Guidelines on management of low-grade gliomas : Report of an EFNS–EANO* Task Force. *European Journal of Neurology*, 17(9), 1124-1133. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2010.03151.x>
- Thompson, H. E., Almaghyuli, A., Noonan, K. A., Barak, O., Lambon Ralph, M. A., & Jefferies, E. (2018). The contribution of executive control to semantic cognition : Convergent evidence from semantic aphasia and executive dysfunction. *Journal of Neuropsychology*, 12(2), 312-340. <https://doi.org/10.1111/jnp.12142>
- Thompson, H. E., Henshall, L., & Jefferies, E. (2016). The role of the right hemisphere in semantic control : A case-series comparison of right and left hemisphere stroke. *Neuropsychologia*, 85, 44-61. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.02.030>
- Tulving, E. (1972). Organization of memory. Episodic and semantic memory.
- Tulving, E. (1984). Relations among components and processes of memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 7(2), 257-268. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00044617>
- Vigneau, M., Beaucousin, V., Hervé, P. Y., Duffau, H., Crivello, F., Houdé, O., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2006). Meta-analyzing left hemisphere language areas : Phonology, semantics, and sentence processing. *NeuroImage*, 30(4), 1414-1432. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.11.002>
- Visser, M., Jefferies, E., Embleton, K. V., & Lambon Ralph, M. A. (2012). Both the Middle Temporal Gyrus and the Ventral Anterior Temporal Area Are Crucial for Multimodal Semantic Processing : Distortion-corrected fMRI Evidence for a Double Gradient of

- Information Convergence in the Temporal Lobes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1766-1778. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00244
- Visser, M., & Lambon Ralph, M. A. (2011). Differential Contributions of Bilateral Ventral Anterior Temporal Lobe and Left Anterior Superior Temporal Gyrus to Semantic Processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(10), 3121-3131. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00007
- Warrington, E. K. (1975). The Selective Impairment of Semantic Memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27(4), 635-657. <https://doi.org/10.1080/14640747508400525>
- Warrington, E. K., & Shallice, T. (1979). SEMANTIC ACCESS DYSLEXIA. *Brain*, 102(1), 43-63. <https://doi.org/10.1093/brain/102.1.43>
- Warrington, E. K., & Shallice, T. (1984). CATEGORY SPECIFIC SEMANTIC IMPAIRMENTS. *Brain*, 107(3), 829-853. <https://doi.org/10.1093/brain/107.3.829>
- Wawrzyniak, M., Hoffstaedter, F., Klingbeil, J., Stockert, A., Wrede, K., Hartwigsen, G., Eickhoff, S. B., Classen, J., & Saur, D. (2017). Fronto-temporal interactions are functionally relevant for semantic control in language processing. *PLoS ONE*, 12(5), 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177753>
- Whitney, C., Kirk, M., O'Sullivan, J., Lambon Ralph, M. A., & Jefferies, E. (2011). The Neural Organization of Semantic Control : TMS Evidence for a Distributed Network in Left Inferior Frontal and Posterior Middle Temporal Gyrus. *Cerebral Cortex*, 21(5), 1066-1075. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhq180>

DOCUMENTS ANNEXES

Annexe 1 : Données sociodémographiques du groupe patient

Annexe 2 : Données sociodémographiques du groupe contrôle

Annexe 3 : Tableau des items ‘ low ’ et items ‘ high ’ pour chaque épreuve

Annexe 4 : Tableau récapitulatif des épreuves du protocole d'évaluation dans l'ordre de passation

Annexe 5 : Choix des mots et associations des épreuves d'appariement sémantique

Annexe 6 : Tableau des valeurs de normalité (test de Shapiro-Wilk) des épreuves du protocole

Annexe 7 : Tableau des statistiques descriptives des épreuves du protocole : comparaison intergroupe contrôles - patients

Annexe 8 : Tableau des statistiques descriptives des épreuves du protocole : comparaison intergroupe patients opérés à gauche – patients opérés à droite

Annexe 1 : Données socio-démographiques du groupe patient

Numéro	Sexe	Âge	NSC	Latéralité	Temps postopératoire	Localisation
1	H	41	16	D	10 mois	fronto-mésial D
2	F	51	12	D	15 mois	temporo-insulaire
3	H	28	12	D	3 mois	paralimbique G
4	H	41	14	D	4 mois	frontal G
5	H	43	15	D	6 mois	paralimbique G
6	H	36	17	D	4 mois	aire prémotrice supplémentaire D
7	H	29	17	D	15 mois	paralimbique D
8	F	32	12	D	15 mois	frontal G
9	H	45	12	G	15 mois	Temporal G
10	F	45	14	D	4 mois	Operculaire G
11	F	48	16	D	3 mois	Frontal G
12	F	37	14	D	10 mois	Frontal G
13	H	52	18	D	15 mois	Insulaire D
14	H	57	12	D	3 mois	paralimbique G
15	F	36	15	D	3 mois	Temporo-basal postérieur G
16	H	29	12	D	9 mois	aire motrice G
17	F	23	18	D	3 mois	Fronto-mésial antérieur G
18	F	55	16	D	15 mois	Pré-moteur D
19	F	56	15	D	13 ans	Frontal G
20	F	60	12	D	7 ans	Temporo-basal G
21	H	43	14	D	9 ans	Frontal G
22	H	27	15	D	12 mois	pariétal G
23	H	31	17	G	13 mois	pariétal G
24	F	54	12	D	8 ans	frontal D
25	F	27	15	D	10 ans	rétro-central D
26	F	36	20	D	6 ans	temporo-occipital D
27	H	38	18	D	2 ans 4 mois	temporo-frontal D
28	H	59	15	D	14 mois	gyrus supra-marginal G
29	F	66	15	G		Temporal G
30	H	46	12	D		Gyrus frontal inférieur D
31	H	40	14	D		Précunéus D
32	F	60	12	D		Insulo-frontal D
33	H	43	12	D		Pariétal D
34	F	35	9	D		Préfrontal D
35	F	47	19	D		Gyrus frontal inférieur D
36	F	62	17	D		Fronto-Insulaire D
37	F	50	15	A		Précunéus D
38	H	48	17	D		Fronto-Insulaire D
39	F	34	9	D		Temporal D

Annexe 2 : Données socio-démographiques du groupe contrôle

Numéro	Sexe	Âge	NSC	Latéralité
1	F	56	11	D
2	H	55	11	D
3	F	51	16	D
4	H	60	19	D
5	H	58	9	G
6	H	28	17	D
7	F	51	11	G
8	H	55	9	G
9	F	27	16	D
10	H	24	17	D
11	F	24	16	D
12	F	24	16	G
13	F	24	16	G
14	F	26	16	D
15	H	25	15	G
16	F	24	14	D
17	F	20	14	D
18	H	30	11	D
19	H	48	9	D
20	F	51	17	D
21	H	52	15	D
22	H	43	14	G
23	F	40	14	D
24	F	58	15	D
25	F	47	17	D
26	H	28	20	D
27	F	25	16	D
28	F	23	16	D
29	F	25	16	D
30	H	30	15	D
31	H	60	14	D
32	F	58	15	D
33	H	26	12	G
34	F	31	14	D
35	H	30	12	D
36	F	44	16	D
38	F	59	17	G
37	F	24	18	D
39	F	31	14	D
40	H	34	14	D

41	F	38	14	D
42	F	49	12	D
43	F	45	13	D
44	H	31	14	D
45	H	25	16	D
46	H	30	14	G
47	F	52	14	D
48	F	27	14	D
49	F	24	17	D
50	H	22	13	D
51	H	37	16	D
52	F	42	14	D
53	H	54	12	G
54	H	40	16	D
55	F	28	12	D
56	F	51	12	D
57	H	34	13	D
58	F	26	16	D
59	H	26	16	D
60	F	24	16	D
61	H	30	17	D
62	H	29	11	D
63	H	23	14	D
64	H	26	20	D
65	H	25	17	D
66	H	22	13	D
67	H	30	17	G
68	H	54	20	D
69	H	34	9	D
70	H	24	17	G
71	H	28	18	D
72	H	31	17	D
73	H	31	17	D
74	H	65	11	D
75	H	25	17	D
76	H	54	15	D
77	H	23	16	G
78	H	26	17	G
79	H	23	16	D
80	H	59	14	D

Annexe 3 : Tableau des items ‘low’ et items ‘high’ pour chaque épreuve

Épreuves	Item ‘ low ’	Item ‘ high ’
Épreuves contrôles Dénomination & lecture	Item très fréquent dans la langue française Occurrence > 70%	Item moins fréquent dans la langue française Occurrence < 70%
Épreuves de génération de verbes	Objets manufacturés possédant un trait sémantique fonctionnel évident : activation d’un seul verbe <i>Exemple : cigarette → fumer</i>	Item possédant plus de traits sémantiques (catégoriels, perceptifs, associatifs, fonctionnels) : activation d’un verbe plus laborieuse <i>Exemple : singe</i>
Épreuves d’appariement sémantique	Forte association sémantique entre l’item représenté et l’item cible <i>Exemple : singe et banane</i>	Faible association sémantique entre l’item représenté et l’item cible <i>Exemple : bureau et bois</i>
Épreuves d’appariement non-sémantique D’images et de mots	Item avec image dans le bon sens ou mot avec lettres ordonnées	Item avec image désorientée ou mot avec lettres désordonnées

Annexe 4 : Tableau récapitulatif des épreuves du protocole d'évaluation dans l'ordre de passation

Intitulé de l'épreuve	Autres intitulés employés	Cotation
Dénomination		<ul style="list-style-type: none"> - TDR (temps de réponse) - Score
Lecture		<ul style="list-style-type: none"> - TDR (temps de réponse) - Score
Génération de verbes à partir d'images	<ul style="list-style-type: none"> - Génération non-verbale - Génération de verbes en modalité d'entrée non-verbale 	<ul style="list-style-type: none"> - TDR - % de verbes spécifiques
Appariement d'images identiques et désorientées	<ul style="list-style-type: none"> - Appariement non sémantique en modalité d'entrée non-verbale 	<ul style="list-style-type: none"> - TDR - % bonnes réponses
Génération de verbes à partir de mots	<ul style="list-style-type: none"> - Génération verbale - Génération de verbes en modalité d'entrée verbale 	<ul style="list-style-type: none"> - TDR - % de verbes spécifiques
Appariement sémantique d'images	<ul style="list-style-type: none"> - Appariement sémantique en modalité d'entrée non-verbale 	<ul style="list-style-type: none"> - TDR - % bonnes réponses
Appariement de mots identiques avec lettre désordonnées	<ul style="list-style-type: none"> - Appariement non sémantique en modalité d'entrée verbale 	<ul style="list-style-type: none"> - TDR - % bonnes réponses
Appariement sémantique de mots	<ul style="list-style-type: none"> - Appariement sémantique en modalité d'entrée verbale 	<ul style="list-style-type: none"> - TDR - % bonnes réponses

Annexe 5 : Choix des mots et associations des épreuves d'appariement sémantique

Items bas Fréquence >70%	Association sémantique forte	Association sémantique faible	Items hauts Fréquence <70%	Association sémantique forte	Association sémantique faible
Ciseaux			Chapeau	Casquette	Soleil
Chaise	Table	Tabouret	Parapluie		
Piano			Araignée	Toile	Fourmi
Échelle			Bouteille	Verre	Bouchon
Avion			Cravate	Chemise	Nœud
Serrure	Clé	Porte	Enveloppe		
Cigarette			Bureau	Stylo	Bois
Fenêtre	Porte	Soleil	Clôture		
Cloche	Église	Œuf de Pâques	Souris		
Banane			Mouton	Chèvre	Chien (de berger)
Stylo	Crayon	Livre	Crocodile		
Nez	Bouche	Fleur	Chaîne		
Roue	Vélo	Moulin	Écureuil	Arbre	Souris
Lit	Canapé	Canapé	Puits		
Fourchette	Couteau	Main	Singe	Banane	Cacahuète

Annexe 6 : Tableau des valeurs de normalité (test de Shapiro-Wilk) des épreuves du protocole

ÉPREUVES		HIGH/LOW	Test de Shapiro-Wilk
DÉNOMINATION	TDR		$p < 0,001$
	%		
LECTURE	TDR		$p = 0,003$
	%		
GÉNÉRATION NON-VERBALE	TDR	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p < 0,001$
	%	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p = 0,004$
GÉNÉRATION VERBALE	TDR	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p < 0,001$
	%	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p = 0,003$
APPARIEMENT NON-SÉMANTIQUE D'IMAGES	TDR	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p < 0,001$
	%	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p < 0,001$
APPARIEMENT SÉMANTIQUE D'IMAGES	TDR	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p < 0,001$
	%	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p < 0,001$
APPARIEMENT NON-SÉMANTIQUE DE MOTS	TDR	LOW	$p < 0,001$

	%	HIGH	$p < 0,001$
		LOW	$p < 0,001$
APPARIEMENT SÉMANTIQUE DE MOTS	TDR	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p < 0,001$
	%	LOW	$p < 0,001$
		HIGH	$p < 0,001$

Annexe 7 : Tableau des statistiques descriptives des épreuves du protocole : comparaison intergroupe contrôles - patients

ÉPREUVES		HIGH/LOW	CONTRÔLES	PATIENTS
DÉNOMINATION	TDR		1,24 ± 0,25 [0,65-1,89]	1,52 ± 0,51 [0,95-3,4]
	%			
LECTURE	TDR		0,77 ± 0,13 [0,51-1,16]	0,92 ± 0,16 [0,60-1,28]
	%			
GÉNÉRATION NON-VERBALE	TDR	LOW	1,58 ± 0,34 [1,12-2,74]	1,89 ± 0,66 [0,92-4,31]
		HIGH	2,79 ± 0,74 [1,76-4,81]	3,59 ± 1,64 [0,91-8,93]
	%	LOW	0,96 ± 0,04 [0,80-1]	0,95 ± 0,06 [0,73-1]
		HIGH	0,58 ± 0,18 [0,13-0,93]	0,55 ± 0,15 [0,20-0,80]
GÉNÉRATION VERBALE	TDR	LOW	1,51 ± 0,27 [1,09-2,32]	1,70 ± 0,39 [0,99-2,53]
		HIGH	2,22 ± 0,75 [1,35-4,17]	2,64 ± 0,94 [1,11-5,52]
	%	LOW	0,95 ± 0,04 [0,86-1]	0,95 ± 0,04 [0,86-1]
		HIGH	1,24 ± 0,25 [0,13-0,93]	0,56 ± 0,17 [0,13-0,86]
APPARIEMENT NON-SÉMANTIQUE D'IMAGES	TDR	LOW	1,01 ± 0,23 [0,66-1,81]	1,27 ± 0,32 [0,66-2,49]
		HIGH	1,11 ± 0,28 [0,74-2,35]	1,45 ± 0,42 [0,79-3,37]
	%	LOW	0,99 ± 0,01 [0,93-1]	0,99 ± 0,02 [0,88-1]
		HIGH	0,98 ± 0,02 [0,86-1]	0,99 ± 0,01 [0,93-1]
APPARIEMENT SÉMANTIQUE D'IMAGES	TDR	LOW	1,89 ± 0,55 [0,97-3,72]	2,20 ± 0,83 [0,94-4,8]
		HIGH	2,75 ± 1,21 [1,36-6,79]	3,64 ± 1,56 [0,69-7,79]
	%	LOW	0,98 ± 0,05 [0,60-1]	0,96 ± 0,12 [0,23-1]
		HIGH	0,86 ± 0,10 [0,60-1]	0,82 ± 0,13 [0,41-1]
APPARIEMENT NON-SÉMANTIQUE DE MOTS	TDR	LOW	1,30 ± 0,28 [0,72-2,23]	1,59 ± 0,32 [1,02-2,24]

		HIGH	1,70 ± 0,54 [0,88-3,55]	2,50 ± 0,87 [1,25-4,65]
	%	LOW	0,99 ± 0,02 [0,86-1]	1 ± 0,00 [1-1]
HIGH		0,96 ± 0,05 [0,66-1]	0,98 ± 0,04 [0,76-1]	
APPARIEMENT SÉMANTIQUE DE MOTS	TDR	LOW	1,91 ± 0,40 [1,21-3,08]	2,51 ± 0,79 [1,36-4,6]
		HIGH	2,36 ± 0,68 [1,38-4,69]	3,09 ± 1,13 [1,67-5,62]
	%	LOW	0,99 ± 0,02 [0,93-1]	0,98 ± 0,02 [0,86-1]
		HIGH	0,86 ± 0,10 [0,47-1]	0,87 ± 0,08 [0,66-1]

Annexe 8 : Tableau des statistiques descriptives des épreuves du protocole : comparaison intergroupe patients opérés à gauche – patients opérés à droite

ÉPREUVES		HIGH/LOW	PATIENTS - GAUCHE	PATIENTS - DROITE
DÉNOMINATION	TDR		1,57 ± 0,63 [1,02-3,40]	1,46 ± 0,35 [0,95-2,31]
	%			
LECTURE	TDR		0,84 ± 0,13 [0,65-1,09]	0,97 ± 0,17 [0,60-1,28]
	%			
GÉNÉRATION NON-VERBALE	TDR	LOW	1,96 ± 0,77 [1,21-4,31]	1,81 ± 0,52 [0,92-3,02]
		HIGH	3,70 ± 1,62 [2,10-8,93]	3,47 ± 1,69 [0,91-8,65]
	%	LOW	0,93 ± 0,07 [0,73-1]	0,96 ± 0,04 [0,86-1]
		HIGH	0,51 ± 0,16 [0,20-0,73]	0,59 ± 0,13 [0,33-0,80]
GÉNÉRATION VERBALE	TDR	LOW	1,81 ± 0,42 [1,18-2,53]	1,57 ± 0,33 [0,99-2,47]
		HIGH	2,79 ± 1,07 [1,68-5,52]	2,48 ± 0,78 [1,11-4,38]
	%	LOW	0,95 ± 0,05 [0,86-1]	0,96 ± 0,04 [0,86-1]
		HIGH	0,56 ± 0,18 [0,13-0,80]	0,56 ± 0,16 [0,33-0,86]
APPARIEMENT NON-SÉMANTIQUE D'IMAGES	TDR	LOW	1,24 ± 0,25 [0,66-1,7]	1,31 ± 0,38 [0,91-2,49]
		HIGH	1,36 ± 0,28 [0,79-1,88]	1,54 ± 0,53 [1,10-3,37]
	%	LOW	0,99 ± 0,02 [0,88-1]	1 ± 0,00 [1-1]
		HIGH	0,98 ± 0,02 [0,93-1]	1 ± 0,00 [1-1]
APPARIEMENT SÉMANTIQUE D'IMAGES	TDR	LOW	2,34 ± 0,86 [0,94-4,70]	2,06 ± 0,80 [1,34-4,8]
		HIGH	3,90 ± 1,7 [0,69-7,79]	3,36 ± 1,36 [1,93-7,52]
	%	LOW	0,94 ± 0,16 [0,23-1]	0,99 ± 0,02 [0,94-1]
		HIGH	0,80 ± 0,15 [0,41-1]	0,84 ± 0,11 [0,53-1]

APPARIEMENT NON-SÉMANTIQUE DE MOTS	TDR	LOW	1,59 ± 0,28 [1,02-2,19]	1,60 ± 0,37 [1,09-2,24]
		HIGH	2,49 ± 0,81 [1,25-4,65]	2,57 ± 0,96 [1,31-4,65]
	%	LOW	1 ± 0,00 [1-1]	1 ± 0,00 [1-1]
		HIGH	0,98 ± 0,03 [0,88-1]	0,97 ± 0,05 [0,76-1]
APPARIEMENT SÉMANTIQUE DE MOTS	TDR	LOW	2,74 ± 0,73 [1,40-4,51]	2,35 ± 0,81 [1,40-4,6]
		HIGH	3,48 ± 1,17 [1,79-5,62]	2,49 ± 0,97 [1,36-5,07]
	%	LOW	0,98 ± 0,03 [0,86-1]	0,99 ± 0,01 [0,93-1]
		HIGH	0,86 ± 0,08 [0,73-1]	0,89 ± 0,08 [0,66-1]

Résumé

Le contrôle sémantique est un domaine encore peu étudié à ce jour. Pourtant celui-ci joue un rôle primordial dans notre rapport au monde à travers l'utilisation du langage et la compréhension de l'environnement selon le contexte. Les études en neurosciences cognitives permettent de mieux comprendre le fonctionnement de ce système et d'identifier les différentes structures cérébrales cortico-sous-corticales impliquées dans le traitement sémantique en effectuant notamment des recherches auprès de patients cérébrolésés, ce qui permet par la suite de proposer une prise en soins plus adaptée. Notre étude a pour but d'étudier le contrôle sémantique chez des patients opérés d'un gliome diffus de bas grade par le professeur Duffau au CHU Gui de Chauliac (Montpellier). Pour ce faire, nous avons recruté une population divisée en deux groupes avec des sujets contrôles sains et des sujets patients auxquels nous avons fait passer un protocole sémantique à l'aide d'une batterie informatisée. Celui-ci avait pour but d'une part d'évaluer l'efficacité du contrôle sémantique en présentant des épreuves sémantiques et non-sémantiques, en modalité verbale et non-verbale et d'autre part, permettre d'explorer les structures cérébrales impliquées. Nos résultats mettent en avant la présence d'un déficit du contrôle sémantique chez les patients opérés d'un gliome diffus de bas grade par rapport aux sujets contrôles, avec la présence d'un ralentissement cognitif global. Néanmoins, nous ne relevons pas de latéralisation hémisphérique du contrôle sémantique. Celui-ci serait donc bilatéral avec une prédominance hémisphérique gauche concernant la modalité verbale. Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte l'évaluation du contrôle sémantique dans la prise en soins orthophonique de patients cérébrolésés.

Mots-clefs : contrôle sémantique ; gliome diffus de bas grade ; chirurgie éveillée ; plasticité cérébrale.

Abstract

Semantic control remains a poorly studied field. Nevertheless, it plays an important role in our relationship to the world by the use of language and by the understanding of the context-dependent environment. Cognitive neurosciences studies allow us to better understand this process and to identify the different cortico-subcortical brain structures implicated in the semantic system chiefly by carrying out research on patients with brain lesions which then permits the most suitable health care. Our study aims at studying the semantic control in diffuse low-grade patients who have underwent a surgery by Professor Hugues Duffau at Gui de Chauliac, University Hospital of Montpellier. In order to achieve this, we have recruited a population of individuals divided into two groups with healthy control patient and diffuse low-grade patients to whom we have carried out a semantic protocol thanks to computer-programmed tests by means of R software. These tests are designed to assess on one hand the efficacy of semantic control with semantic and non-semantic tasks in verbal and non-verbal modalities and on the other hand enable to explore the involved cerebral structures. Our results highlight the presence of a semantic control deficit in diffuse low-grade patients compared to healthy control with an overall cognitive slowdown. Yet, we observe no hemispheric lateralization of semantic control. Altogether, it would indicates it as bilateral with a preference of the verbal modality in the left hemisphere. These results highlight the importance of taking into account the assessment of semantic control in the speech therapy of patients with brain lesions.

Keywords : semantic control ; low-grade diffuse glioma ; awake surgery ; brain plasticity