HAL
open science

Protocole d'évaluation du langage fondé sur le traitement de fonctions prosodiques : étude exploratoire de deux patients atteints de gliomes de bas grade en contexte peri-opératoire

Karine Aura

To cite this version:

Karine Aura. Protocole d'évaluation du langage fondé sur le traitement de fonctions prosodiques : étude exploratoire de deux patients atteints de gliomes de bas grade en contexte peri-opératoire. Linguistique. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2012. Français. NNT : . tel-00798667v1

HAL Id: tel-00798667

https://theses.hal.science/tel-00798667v1

Submitted on 9 Mar 2013 (v1), last revised 16 Apr 2013 (v2)

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.

Université de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :
Université Toulouse 2 Le Mirail (UT2 Le Mirail)

Présentée et soutenue par :
Karine AURA

Le mercredi 10 octobre 2012

Titre :
Protocole d'évaluation du langage fondé sur le traitement de fonctions prosodiques : Etude exploratoire de deux patients atteints de gliomes de bas grade en contexte peri-opératoire

---

ED CLESCO : Sciences du langage

Unité de recherche :
U.R.I Octogone - J. Lordat E.A. 4156

Directeur(s) de Thèse :

Pr. Barbara Köpke, Université de Toulouse 2-Le Mirail
Dr. Corine Astésano, Université de Toulouse 2-Le Mirail

Rapporteurs :

Pr. Lorraine Baqué, Universitat Autònoma de Barcelona
Pr. Mariapaola D'Imperio, Université de Provence

Autre(s) membre(s) du jury :

Pr. Jean-Luc Nespoulous, Université de Toulouse 2-Le Mirail
Pr. Jordi Peña Casanova, Universitat Autònoma de Barcelona

REMERCIEMENTS

Je tiens en premier lieu à exprimer toute ma gratitude à mes directrices, Barbara Köpke et Corine Astésano, pour avoir donné à mon parcours doctoral toute sa valeur. Grâce à vous, j'ai eu la possibilité de travailler sur une problématique passionnante. Merci également de m'avoir si bien guidée et encouragée.

Je remercie très chaleureusement Jean-Luc Nespoulous pour m'avoir insufflé sa passion de la pathologie du langage. Merci de me faire l'honneur de présider ma soutenance.

Mes remerciements vont également aux rapporteurs et membres du jury : Lorraine Baqué, Mariapaola D'imperio et Jordi Peña Casanova pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Merci à Manal Jiaa qui m'a permis de développer son étude initiale. Ce travail n'aurait pu aboutir sans la collaboration de Katia Prod'homme et Estelle Moreau-Le Cam. Merci pour votre expertise orthophonique et votre soutien. Merci à Vincent Lubrano de m'avoir ouvert les portes du bloc. J'ai vécu une expérience exceptionnelle et inoubliable.

Merci à Audrey Laroube et Sophie-Anne Bouyge d'avoir participé à ce projet en ayant crée la série de planches d'images utilisée dans la tâche prosodie-syntaxe. Merci Pascal Gaillard et Julien Tardieu pour avoir mis à disposition la cabine audiométrique du Plateau d'Etudes Techniques et de Recherche en Audition (PETRA, Université de Toulouse 2), pour leur soutien technique, et pour leurs encouragements. Je remercie Carine André pour m'avoir accueillie au Laboratoire Parole et Langage (LPL, Aix en Provence) et pour m'avoir initiée à PERCEVAL. Merci également à Robert Espesser pour avoir réalisé l'équilibrage audio de l'ensemble des stimuli. Merci à Anne-Lacheret Dujour pour nous avoir confié une partie du corpus enregistré que nous avons utilisé dans la tâche de prosodie-pragmatique.

Je tiens également à remercier l'équipe administrative (merci Geneviève) et les enseignants du département de Sciences du Langage pour m'avoir accueilli, d'abord en tant qu'étudiante, puis en tant que chargée de cours et ATER.

A mes collègues et ami(e)s du laboratoire Octogone : Juliette, Vanda, Lionel, Aurore, Émilie L. (merci pour ton aide en stats !), Myriam, Charlotte A. et Charlotte V. Merci à Marga, Audrey et Sören (pour votre soutien dans les moments difficiles, et mon anniversaire surprise un jour d'été dans un labo désertique…). Mes remerciements vont également à Marie-Mandarine et Émilie, pour nos discussions et autres pauses réconfortantes.

Ce paragraphe ne serait pas complet si je n'évoquais pas la promo du master LCAD 2007 : Maelle, Anna, Martha, Lucie (jusqu'au bout, mille fois merci !), Isa (que de bons souvenirs...).

Je remercie de tout cœur tous les volontaires qui ont accepté de se prêter au jeu et ont participé à mes multiples et diverses expérimentations. Merci infiniment à « *PONALB* » et « *LELJUL* », qui ont accepté de participer sans réserve à cette étude.

Un immense merci à ma famille. A mes parents (pour tout), à mes supers taties, à ma cousine Sandra et à sa petite famille. A Liliane et Christian pour leur soutien.
Merci à la famille M. : Greg & Lucie, Danièle & Roger.

A mes amis : Romu, David, et Romainde (à qui je remets officiellement le titre de meilleur ~~cobaye~~ participant sans trouble de l'année). Merci à Flo & Adri pour les pauses gourmandes et les bouffées d'air que vous m'avez offert. Je tiens aussi à remercier Myriam & Gilles, Nadine & Mathieu, pour leur amitié inestimable…. A mes relectrices : Sandrine, Elsa, Audrey R. et Katia. A Jérôme, dont chacune des visites me rend plus sereine, merci pour les mots d'encouragement. Un grand merci à Virginie, pour son soutien et sa présence si précieuse.

Enfin, je tiens à dédier ma thèse à Julien, merci de m'avoir accompagnée et rassurée tout au long de cette aventure. Merci d'avoir été si compréhensif. La vie est à nous !

☆

SOMMAIRE

SOMMAIRE **1**

LISTE DES ABREVIATIONS **7**

INTRODUCTION **9**

PARTIE 1 LA PROSODIE : PORTE D'ACCES AUX DIFFERENTES COMPOSANTES DU LANGAGE **13**

1. PRODUCTION ET COMPREHENSION DU LANGAGE : L'APPORT DES DONNEES EN APHASIOLOGIE ... **15**

1.1 LES AIRES CEREBRALES DEDIEES AU LANGAGE 16

1.1.1 Description abrégée de l'anatomie cérébrale *16*

1.1.2 Les aires de Broca et Wernicke : les premiers corrélats neuronaux *19*

1.1.2.1 L'aire de Broca 19

1.1.2.2 L'aire de Wernicke 19

1.1.2.3 L'hypothèse de la latéralisation cognitive 20

1.2 DES MODELES DYNAMIQUES DU TRAITEMENT DU LANGAGE 21

1.2.1 Le modèle dynamique de Lichtheim (1885) *22*

1.2.2 Le modèle général actuel *24*

1.3 DISCUSSION PARTIELLE : LA DOMINANCE HEMISPHERIQUE GAUCHE 25

2. LE TRAITEMENT DES DIFFERENTES COMPOSANTES DU LANGAGE EN COMPREHENSION **26**

2.1 PHONOLOGIE 26

2.1.1 L'implication prépondérante de l'HG dans le traitement phonologique *26*

2.1.2 La participation de l'HD dans le traitement phonologique *30*

2.1.3 Conclusion sur le traitement de la composante phonologique *31*

2.2 SYNTAXE 31

2.2.1 L'implication prépondérante de l'HG dans le traitement syntaxique *31*

2.2.2 La participation de l'HD dans le traitement syntaxique *33*

2.2.3 Conclusion sur le traitement de la composante syntaxique *34*

2.3 SEMANTIQUE 35

2.3.1 L'implication prépondérante de l'HG dans le traitement sémantique *35*

2.3.2 La participation de l'HD dans le traitement sémantique *36*

2.3.3 Conclusion sur le traitement de la composante sémantique *38*

2.4 PRAGMATIQUE ET DISCOURS 39

2.4.1 L'implication prépondérante de l'HD dans le traitement pragmatique et discursif *40*

2.4.1.1 Le langage non littéral 40

2.4.1.2 La cohérence narrative 44

2.4.2 La participation de l'HG dans le traitement pragmatique et discursif *45*

2.4.3 Conclusion sur le traitement des composantes pragmatique et discursive *46*

2.5 DISCUSSION PARTIELLE : LA SPECIALISATION HEMISPHERIQUE DU TRAITEMENT DES COMPOSANTES DU LANGAGE .. 47

3. UNE DESCRIPTION PLURIDIMENSIONNELLE DE LA PROSODIE 51

3.1 DEFINITION PARAMETRIQUE 52

3.1.1 Les paramètres acoustiques 52

3.1.2 Les paramètres prosodiques 53

3.2 LES GRANDES FONCTIONS DE LA PROSODIE 56

3.2.1 La fonction paralinguistique (émotionnelle) 58

3.2.2 La fonction linguistique 59

3.2.2.1 La théorie morphologique ou théorie des contours 59

3.2.2.2 La théorie phonologique ou théories métriques et métriques autosegmentales 60

3.3 VERS UNE APPROCHE FONCTIONNELLE DE LA PROSODIE : ILLUSTRATION AVEC LE SYSTEME ACCENTUEL DU FRANÇAIS 62

3.3.1 Fonction syntaxique de la prosodie 63

3.3.1.1 Les relations entre Prosodie & Syntaxe 63

3.3.1.2 Actualisation de la fonction syntaxique de la prosodie 65

3.3.2 Fonction pragmatique de la prosodie 66

3.3.2.1 Les relations entre Prosodie & Pragmatique 66

3.3.2.2 Actualisation de la fonction pragmatique de la prosodie 67

3.4 DISCUSSION PARTIELLE - LA PROSODIE : UN SYSTEME COMPLEXE AU SERVICE DU LANGAGE ORAL 69

4. HYPOTHESES CLASSIQUES DE LA LATERALISATION DE LA PROSODIE LINGUISTIQUE 70

4.1 LA PRIMAUTE DE L'HD 71

4.1.1 Le traitement des stimuli vocaux 71

4.1.2 Le traitement de la prosodie 72

4.1.3 Conclusion sur l'hypothèse de la primauté de l'HD 73

4.2 LA LATERALISATION FONCTIONNELLE : PROSODIE LINGUISTIQUE VS. PROSODIE EMOTIONNELLE 73

4.2.1 Confrontation des traitements des fonctions linguistiques et émotionnelles 73

4.2.2 Traitement de la fonction émotionnelle : Latéralisation des paramètres acoustiques 75

4.2.2.1 Prédominance de HD 75

4.2.2.2 Participation de l'HG 76

4.2.3 Traitement de la fonction linguistique : latéralisation des paramètres prosodiques 77

4.2.3.1 Traitement de l'intonation : l'exemple des modalités 77

4.2.3.2 Traitement de l'accentuation : l'exemple de l'accent lexical contrastif 78

4.2.4 Conclusion sur l'hypothèse de latéralisation fonctionnelle de la prosodie 79

4.3 LA LATERALISATION PARAMETRIQUE 80

4.3.1 Latéralisation des paramètres acoustiques 80

4.3.1.1 Traitement auditif des sons non verbaux 80

4.3.1.2 Traitement auditif de la prosodie émotionnelle 82

4.3.2 Latéralisation des paramètres prosodiques 82

4.3.3 Conclusion sur l'hypothèse de latéralisation paramétrique de la prosodie 82

4.4 DISCUSSION PARTIELLE : DU TRAITEMENT PARAMETRIQUE AU TRAITEMENT FONCTIONNEL 83

5. VERS UNE MODELISATION DU TRAITEMENT DES FONCTIONS DE LA PROSODIE 85

5.1 QUID DU TRAITEMENT DES FONCTIONS SYNTAXIQUE ET PRAGMATIQUE ?..... 85

5.2 HYPOTHESES SUR LA SPECIALISATION HEMISPHERIQUE DU TRAITEMENT DES FONCTIONS SYNTAXIQUE ET PRAGMATIQUE DE LA PROSODIE 87

***PARTIE 2 EXPERIMENTATION* 91**

6. CONTEXTE EXPERIMENTAL 93

6.1 UNE PROBLEMATIQUE INTERDISCIPLINAIRE 93

6.1.1 Évaluation du langage dans la pratique orthophonique courante 93

6.1.2 Évaluation du langage en chirurgie éveillée 97

6.1.2.1 La méthode de stimulation électrique directe (SED) 97

6.1.2.2 Tâches langagières et procédures utilisées en chirurgie éveillée 99

6.2 LES GLIOMES DE BAS GRADE (GBG) 101

6.3 DISCUSSION PARTIELLE 103

7. METHODOLOGIE 103

7.1 CONSTRUCTION DU MATERIEL..... 104

7.1.1 Tâche prosodie-syntaxe 104

7.1.1.1 Conditions expérimentales 106

7.1.1.2 Étapes de présélection des stimuli..... 107

7.1.1.3 Création des planches d'images..... 112

7.1.1.4 Élimination des stimuli audio redondants..... 115

7.1.1.5 Normalisation de la tâche (Pré-test 3) 116

7.1.1.6 Adaptation aux conditions de chirurgie éveillée 124

7.1.2 Tâche prosodie-pragmatique..... 125

7.1.2.1 Conditions Expérimentales 126

7.1.2.2 Étapes de présélection des stimuli..... 127

7.1.2.3 Planches réponses..... 130

7.1.2.4 Normalisation de la tâche 130

7.1.2.5 Adaptation aux conditions de chirurgie éveillée 139

7.1.3 Tâche contrôle adaptée du BAT 140

7.1.3.1 Conditions Expérimentales 141

7.1.3.2 Étapes de présélection des stimuli..... 141

7.1.3.3 Planches réponses..... 141

7.1.3.4 Normalisation de la tâche 142

7.1.3.5 Adaptation aux conditions de chirurgie éveillée 143

7.1.4 Récapitulatif du matériel définitif 144

7.2 LES PARTICIPANTS 147

7.2.1 La population contrôle *147*
7.2.2 Les patients *149*
7.3 PROCEDURES 152
7.3.1 Les participants contrôles *152*
7.3.2 Les patients, chronologie des passations et description des épreuves *152*
7.4 RESUME DE LA METHODOLOGIE 159
PARTIE 3 RESULTATS **161**
8. PRESENTATION DES RESULTATS **163**
8.1 LA POPULATION CONTROLE 163
8.1.1. Tâche Prosodie-Syntaxe *164*
8.1.1.1 Score et Temps de réaction 164
8.1.1.2 Les stimuli : Effets des conditions expérimentales 165
8.1.1.3 Les résultats comportementaux : Effet des facteurs *inter* groupes 168
8.1.2. Tâche Prosodie-Pragmatique *170*
8.1.2.1 Score et temps de réaction 171
8.1.2.2 Les stimuli : Effet des conditions expérimentales 171
8.1.2.3 Les résultats comportementaux : Effet des facteurs intergroupes 174
8.1.3. Résumé des résultats du groupe contrôle sur le protocole prosodie *178*
8.2. RESULTATS DU PROTOCOLE PROSODIE AUPRES DES DEUX PATIENTS ATTEINTS DE GBG EN CONDITION PRE- ET POST-OPERATOIRES 181
8.2.1. Étude de cas 1 - PONALB *182*
8.2.1.1 Les stimuli du protocole Prosodie : Effets des conditions expérimentales 182
8.2.1.2 Interprétations des résultats comportementaux 184
8.2.2. Étude de cas 2 - LELJUL, CLD *189*
8.2.2.1 Les stimuli du protocole Prosodie : Effets des conditions expérimentales 189
8.2.2.2 Interprétation des résultats comportementaux 191
8.2.3. Résumé des résultats obtenus en conditions pré- et post-opératoires *197*
8.2.3.1 Etude de cas 1 – PONALB 197
8.2.3.2 Étude de cas 2 - LELJUL 198
8.2.4. Confrontation des résultats et retour sur nos hypothèses *198*
8.2.4.1 Étude de cas 1 – PONALB 199
8.2.4.2 Étude de cas 2 – LELJUL 200
8.3. COMPARAISON DES PERFORMANCES ENTRE LE PROTOCOLE PROSODIE ET LE BILAN ORTHOPHONIQUE 201
8.3.1 Étude de cas 1 - PONALB *202*
8.3.1.1 Interprétation globale du bilan orthophonique 202
8.3.1.2 Confrontation bilan orthophonique *vs.* protocole prosodie 205
8.3.2. Étude de cas 2 - LELJUL *207*
8.3.2.1 Interprétation globale du bilan orthophonique 207
8.3.2.2 Confrontation bilan orthophonique *vs.* protocole prosodie 209

8.3.3. Résumé protocole prosodie vs. bilan orthophonique 210

8.4. EXPLORATION DU PROTOCOLE PROSODIE AUPRES DES DEUX PATIENTS ATTEINTS DE GLIOMES DE BAS GRADE EN CONDITION PER-OPERATOIRE (CHIRURGIE EVEILLEE) 211

8.4.1. Rappel du contexte d'intervention 211

8.4.2. Étude de cas 1 – PONALB 212

8.4.2.1 Résultats obtenus à la tâche prosodie-syntaxe 213

8.4.2.2 Résultats obtenus à la tâche contrôle syntaxe adaptée du BAT 215

8.4.3. Étude de cas 2 – LELJUL 218

8.4.4. Contraintes de la chirurgie éveillée 222

8.4.4.1. Contexte médical 223

8.4.4.2. Limites méthodologiques 224

8.4.5. Résumé 224

8.5. RESUME DES RESULTATS 226

8.5.2.1 Population contrôle 226

8.5.2.2 Présentation du protocole prosodie aux patients 227

8.5.2.3 L'apport des bilans orthophoniques 228

8.5.2.4 Étude exploratoire en chirurgie éveillée 229

***PARTIE 4 DISCUSSION & PERSPECTIVES* 231**

9. SPECIALISATION HEMISPHERIQUE DE LA PROSODIE 233

9.1 RAPPEL DE LA PROBLEMATIQUE 233

9.2 RESULTATS GENERAUX : LES FACTEURS INTERINDIVIDUELS 234

9.3 RESULTATS SPECIFIQUES 1: RETOUR SUR LES HYPOTHESES 235

9.4 RESULTATS SPECIFIQUES 2 : L'EVALUATION VS. BILAN ORTHO 237

9.5 RESULTATS SPECIFIQUES 3 : CHIRURGIE EVEILLEE 238

10. AMELIORATION DU PROTOCOLE 238

10.1 NORMALISATION 239

10.1.1 Effet du vieillissement 239

10.1.2 Effet du vieillissement sur le traitement de la prosodie ? 241

10.1.3 Adaptation des conditions expérimentales en contexte contraint de chirurgie éveillée 241

10.2 PERSPECTIVES DE RECHERCHE 244

CONCLUSION 247

BIBLIOGRAPHIE 253

TABLE DES FIGURES 273

TABLE DES TABLEAUX 275

***ANNEXES* 279**

LISTE DES ABREVIATIONS

AF : accent final

AI : accent initial

ANOVA : analyse de variance

AVC : accident vasculaire cérébral

BAT : Bilingual Aphasia Test (Paradis & Libben, 1987)

CLD : cérébro-lésé droit

CLG : cérébro-lésé gauche

ENT : phase d'entraînement

F0 : fréquence fondamentale

GBG : gliome de bas grade

HD : hémisphère droit

HG : hémisphère gauche

MEC : Protocole Montréal d'Evaluation de la Communication (Joanette et *al*., 2004)

MT 86 : Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie (Nespoulous et *al*., 1986)

SED : stimulation électrique directe

TR : temps de réaction

INTRODUCTION

La latéralisation fonctionnelle du langage est au cœur de la problématique globale du traitement cognitif et cérébral. Les travaux en pathologie du langage (aphasiologie) ont permis de révéler les fonctionnalités langagières du cerveau. Il est depuis communément admis que l'hémisphère gauche (ci-après noté HG) dirige préférentiellement la production et la compréhension des aspects segmentaux du langage. Confrontés à la complexité du traitement du langage, les travaux se sont ainsi inscrits dans une approche modulaire étudiant isolément chacune des différentes composantes (phonologique, syntaxique, sémantique, pragmatique…) et négligent ainsi les spécificités de l'oral qu'instancie la prosodie. Les théories de spécialisation hémisphérique du langage, ainsi déterminées, ont contribué au développement des bilans langagiers actuels. Ceux-ci, évaluant majoritairement les troubles de l'HG, ne sont de fait adaptés qu'aux patients cérébro-lésés gauches (ci-après noté CLG).

Les orthophonistes déplorent ainsi non seulement le fait que les bilans actuels ne proposent qu'un examen partiel du langage, négligeant notamment les spécificités de l'oral, mais également le manque d'outils disponibles pour accompagner la prise en charge des patients cérébro-lésés droits (ci-après noté CLD), certains d'entre eux présentant effectivement des altérations langagières subtiles.

Le constat précédent se prolonge dans le contexte particulier de la chirurgie éveillée. La méthode de stimulation directe, pratiquée auprès de patients atteints de tumeurs cérébrales (gliomes de bas grade), permet de détecter précisément les zones cérébrales fonctionnelles essentielles, et ainsi de les préserver de l'exérèse. Les patients bénéficiant de cette thérapeutique sont alors moins enclin à développer des troubles cognitifs post-lésionnels que les patients bénéficiant d'une chirurgie classique. Cependant, les rares épreuves de langage utilisées dans ce contexte, principalement des tâches de dénomination, n'évaluent que partiellement le traitement du langage. Les fonctions langagières plus fines ne sont pas investies. En outre, cette méthode examine exclusivement les zones langagières mieux connues de l'HG et n'est donc pas proposée aux patients atteints d'un gliome de bas grade droit.

L'un des objectifs de notre travail est ainsi de développer un protocole d'évaluation à visée clinique, intégrant l'examen approfondi de l'ensemble des fonctions langagières, utilisable en soins courants, mais également en contexte de chirurgie éveillée, tant auprès de patients CLG que de patients CLD.

Nous élaborons dans cette perspective une évaluation se fondant sur le traitement de la prosodie. Sa nature pluridimensionnelle en fait un objet complexe, difficile à appréhender dans son intégralité. Nous ne disposons aujourd'hui que d'une description très partielle de son organisation cognitive. Or, ses spécificités internes en font un objet particulièrement intéressant à utiliser dans le cadre de l'évaluation du traitement du langage oral. En effet, interagissant étroitement avec les composantes du langage (lexicale, sémantique, syntaxique, pragmatique, discursive…), la prosodie actualise les fonctions structurantes du langage. Examiner son traitement pourrait ainsi permettre de révéler les corrélats neuronaux qui sous-tendent le traitement global du langage. En outre, inscrit dans le contexte d'intervention orthophonique, l'utilisation d'un tel protocole pourrait permettre de détecter des troubles subtils du langage qui affectent notamment les patients atteints de gliomes de base grade ou les patients traumatisés crâniens.

La première partie de la thèse est consacrée à la présentation de la problématique. Nous nous faisons l'écho des lacunes générales concernant l'appréhension du traitement cognitif et cérébral du langage et envisageons ainsi l'exploration des fonctionnalités de la prosodie en tant que porte d'accès au traitement langagier. A travers un bref rappel historique des écrits et des théories *princeps*, nous ferons état du contexte actuel dans lequel le traitement du langage est envisagé. Nous présenterons ensuite les études ayant observé le traitement de chacune des composantes du langage afin de décrire le cadre de recherche dans lequel la spécialisation hémisphérique est envisagée. Celui-ci n'intégrant pas l'ensemble des caractéristiques du langage oral, nous décrivons alors l'objet complexe qu'est la prosodie. Etudié à travers des descriptions parcellaires, son traitement cognitif est alors également envisagé de manière restreinte. Notre travail s'évertuera à concevoir la prosodie dans sa globalité, à travers les fonctions qu'elle actualise notamment par l'intermédiaire du système accentuel que nous décrirons succinctement. Nous présenterons également les trois hypothèses classiques de latéralisation cérébrale de la prosodie linguistique : la primauté de l'hémisphère droit (ci-après noté HD), la distribution relative aux fonctions linguistique et paralinguistique et la distribution dépendant des paramètres acoustiques. Nous constaterons de nouveau le manque d'études investissant le traitement cérébral des deux

fonctions prosodiques que nous explorons dans notre protocole. Nous proposerons alors de manipuler ces deux fonctions à travers l'élaboration d'un protocole d'évaluation du langage.

La seconde partie de notre thèse présente ainsi le contexte clinique, et la méthodologie employée pour concevoir et tester notre protocole. Nous décrirons également les résultats obtenus par les deux populations de sujets que nous avons recrutées. Nous mettons tout d'abord en exergue les attentes des praticiens tant dans le domaine du suivi orthophonique que dans le cadre particulier de la chirurgie éveillée. Nous présenterons dans ce cadre la pathologie à laquelle nous ferons référence : les gliomes de bas grade. Par la suite, nous expliciterons la méthodologie employée pour procéder à l'évaluation des fonctions syntaxique et pragmatique des patients. Nous détaillerons alors les conditions expérimentales, ainsi que les étapes de normalisation qui ont été réalisées. Compte tenu de la présentation de notre protocole en condition de chirurgie éveillée, nous introduirons également la tâche contrôle que nous avons adaptée d'un bilan standardisé. Nous présenterons enfin la population contrôle et les deux patients que nous avons recrutés.

La troisième partie exposera alors les résultats recueillis auprès des deux populations. Nous reviendrons sur la normalisation de nos deux tâches de prosodie et examinerons les données obtenus par les patients en conditions pré- et post-opératoires. Les résultats seront également interprétés au regard de ceux obtenus dans le bilan orthophonique. Enfin, nous présenterons les résultats de l'étude exploratoire que nous avons menée en contexte de chirurgie éveillée.

La quatrième partie sera consacrée à l'appréciation de l'ensemble de notre travail. Nous reviendrons notamment sur l'interprétation des résultats, et suggérons l'implication de facteurs de variabilités inhérents à la fois à notre protocole, mais également au contexte de notre étude (pathologie, chirurgie éveillée). Nous proposerons également les améliorations concrètes à mettre en place pour valoriser notre protocole. Nous conclurons enfin par une mise en relief des perspectives de développement que notre travail suppose, et reviendrons ainsi sur les multiples intérêts qu'un tel protocole présente. Nous soulignerons son approche « intégrative ». Nous préciserons ainsi que son utilisation pourrait contribuer à une meilleure appréhension du traitement cognitif et cérébral du langage, et améliorer la prise en charge des patients.

PARTIE 1

LA PROSODIE : PORTE D'ACCES AUX DIFFERENTES COMPOSANTES DU LANGAGE

1. Production et Compréhension du langage : l'apport des données en aphasiologie

L'étude de la pathologie permet de décrire et d'analyser non seulement les différents symptômes présents chez le patient, mais également d'appréhender par ce biais le fonctionnement cognitif chez les sujets sains (Nespoulous, 1994 ; 2006). Vaste terrain de recherche, on distingue deux grands types de pathologies : les pathologies développementales et les pathologies acquises. Les pathologies développementales se révèlent dès l'enfance. Elles se traduisent par une « *incapacité durable à développer une fonction* » (Yépremian & Gérard, 2002, p. 397). Dans la majorité des cas, les pathologies développementales résultent d'une maturation cérébrale atypique. Nous avons choisi pour notre part de nous concentrer exclusivement sur les pathologies acquises, qui par définition se caractérisent par l'altération de processus cognitifs précédemment fonctionnels. Bien qu'elles puissent également se rencontrer chez l'enfant, elles s'observent principalement chez l'adulte. Les pathologies acquises résultent d'une lésion cérébrale qui peut avoir été provoquée par divers facteurs : infection ou inflammation (méningite, méningo-encéphalite, anoxie)[1], accident vasculaire cérébral (AVC)[2], traumatisme crânien, tumeur cérébrale et/ou exérèse de la tumeur cérébrale. Par convention, les patients affectés par ce type de pathologies sont désignés comme étant cérébro-lésés gauches ou droits (CLG ou CLD) selon la localisation de la lésion.

Notre travail s'intéresse spécifiquement à l'influence des tumeurs cérébrales, et de leur résection, sur les fonctions langagières du patient. Les patients atteints de gliomes de bas grade (grade II) attireront particulièrement notre attention. Mais avant de présenter plus amplement ces patients et de décrire plus en détails ce type de lésions (cf. chapitre 6.2), nous exposons ci-après les bases théoriques prédéfinissant le traitement cognitif du langage. Celles-ci prennent leur source dans le champ de l'aphasiologie, domaine de recherche de référence, particulièrement investi par les travaux de neuropsycho-linguistique.

[1] La méningite et la méningo-encéphalite sont provoquées par des inflammations des méninges (enveloppe du système nerveux central) le plus fréquemment infectieuses. L'anoxie se définit par un arrêt de l'oxygénation du cerveau qui peut être provoqué par un arrêt cardiaque ou un étouffement.
[2] Un AVC peut être provoqué par une embolie cérébrale (obstruction de la circulation sanguine, on parle d'AVC ischémique) ou par la rupture d'un vaisseau sanguin (AVC hémorragique).

1.1 Les aires cérébrales dédiées au langage

Après la phrénologie des bosses, initiée par Gall au début du 19ème siècle, sont apparues les premières descriptions histologiques du cerveau. Les explorations successives de la substance blanche et de la substance grise[3] (Gall & Spurzheim, 1809 ; Baillarger, 1840, cité dans Séron & Jeannerod, 1998), ainsi que d'autres travaux en cytoarchitectonie[4] se sont développés et ont permis d'établir des représentations cérébrales plus précises. La pratique plus courante d'examens *post-mortem* a non seulement permis de révéler l'anatomie des lobes, des circonvolutions et des sillons du cortex humain (Jeannerod, 1998), mais a aussi permis d'envisager les premières corrélations entre zones cérébrales et fonctions cognitives.

C'est ainsi que des médecins comme Bouillaud (1825) ou Dax (1835 ,1865[5]) (cités dans Lechevalier, Eustache et Viader, 2008) ont pu examiner les cerveaux de patients présentant des altérations langagières, et découvrir l'implication de zones de L'HG. Il faudra cependant attendre quelques années supplémentaires et l'avènement des descriptions du cortex cérébral, pour que la communauté scientifique exploite et confirme les hypothèses des auteurs.

1.1.1 Description abrégée de l'anatomie cérébrale

Les travaux d'anatomie comparée de Gratiolet (1839) ont permis de distinguer quatre lobes cérébraux externes : le lobe frontal, le lobe temporal, le lobe pariétal, le lobe occipital ; et un lobe interne : l'insula (cf. figure 1)[6].

Quatre lobes principaux constituent la surface du cortex : le lobe frontal situé dans la zone antérieure du cerveau, le lobe temporal dans sa partie latérale inférieure, le lobe pariétal dans sa partie postéro-supérieure et le lobe occipital dans la zone postéro-inférieure.

---

[3] La substance blanche est constituée de fibres qui permettent notamment de relier le cerveau à la moelle épinière. La substance grise composée de neurones permet la transmission des messages nerveux.
[4] La cytoarchitectonie se définit comme l'étude de la composition cellulaire.
[5] Les écrits de Dax ont été publiés par son fils en 1865.
[6] Non visible en surface, l'insula n'apparaît pas dans la figure 1.

Les différents reliefs sont décrits en termes de circonvolutions ou de gyri :

- Les première (F1), deuxième (F2), troisième (F3) et quatrième (F4) circonvolutions du lobe frontal correspondent respectivement aux gyri frontaux supérieur, moyen, inférieur, et ascendant.
- Les première (T1), deuxième (T2) et troisième (T3) circonvolutions du lobe temporal correspondent respectivement aux gyri temporaux supérieur, moyen et inférieur.
- Les première (O1), deuxième (O2) et troisième (O3) circonvolutions du lobe occipital correspondent respectivement aux gyri occipitaux supérieur, moyen et inférieur.
- Le lobe pariétal comprend les circonvolutions pariétales ascendante (gyrus pré-central), supérieure (P1) et inférieure (P2). P2 se subdivise en deux gyri : le gyrus supramarginal dans sa partie antérieure et le gyrus angulaire dans sa partie postérieure.

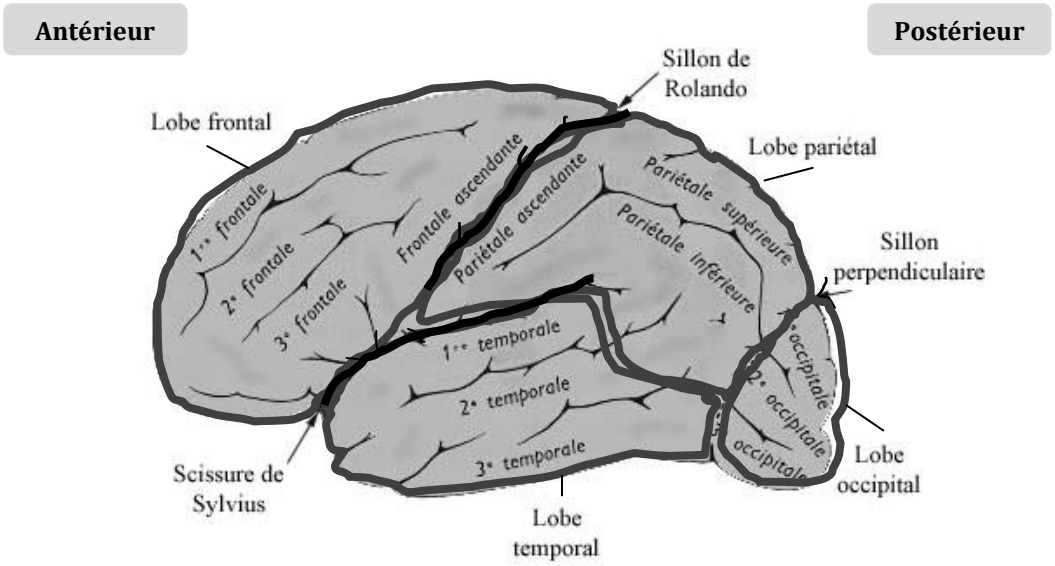

Figure 1 – Vue latérale de l'hémisphère gauche : illustration des lobes cérébraux externes (frontal, temporal, pariétal et occipital), des circonvolutions (gyri) et des sillons ou scissures (sulci)

Les lobes et les gyri sont délimités par des sulci nommés aussi scissures ou sillons[7] . Le lobe occipital n'étant pas caractéristique du traitement du langage oral, nous présentons ici les éléments spécifiques aux lobes frontal, temporal et pariétal.
On distingue trois scissures principales :

- La scissure inter-hémisphérique (non représentée dans la figure 1), comme son nom l'indique permet de différencier les deux hémisphères cérébraux (HG et HD).
- La scissure de Rolando qui marque la frontière entre le lobe frontal et le lobe pariétal.
- Et la scissure de Sylvius qui permet de discerner le lobe temporal des lobes frontal et pariétal.

Les sillons permettent de déterminer les différents gyri, une nomenclature similaire est alors utilisée :

- Dans le lobe frontal, on observe notamment le sillon frontal supérieur qui sépare les gyri frontaux supérieur (F1) et moyen (F2), le sillon frontal inférieur qui délimite les gyri frontaux moyen (F2) et inférieur (F3).
- Dans le lobe temporal, le sillon temporal supérieur sépare les gyri temporaux supérieur (T1) et moyen (T2), et le sillon temporal inférieur délimite les gyri temporaux moyen (T2) et inférieur (T3).
- Dans le lobe pariétal, le sillon intra-pariétal sépare les gyri pariétaux supérieur (P1) et inférieur (P2), et le sillon post-central (ou post rolandique) marque le gyrus pré-central.

La description des reliefs du cerveau ainsi déterminée va permettre de développer les observations anatomo-pathologiques de patients cérébro-lésés atteints de troubles du langage.

[7] On distingue parfois les scissures des sillons selon leur profondeur. On parle de sillons lorsque les rainures sont superficielles, et de scissures lorsqu'elles sont plus profondes. Notre planche illustrative (figure 1), ne tient pas compte de cette définition.

1.1.2 Les aires de Broca et Wernicke : les premiers corrélats neuronaux

L'intérêt pour l'étude des structures cérébrales se développant, le 19ème siècle voit émerger la théorie localisationniste et avec elle l'hypothèse selon laquelle chaque fonction cognitive pourrait être précisément située dans le cerveau.

1.1.2.1 L'aire de Broca

Dans la lignée de ses prédécesseurs (Bouillaud, 1825 ; Dax, 1835), Broca, médecin anatomiste français, souligne de nouveau en 1861, l'incidence de l'HG et précise la localisation d'une zone cérébrale dédiée au traitement du langage. L'autopsie singulière de M. Leborgne (surnommé « *Tan* » en raison de l'impossibilité de prononcer une autre syllabe que celle-ci), puis celles d'autres patients présentant également une production orale restreinte, ont corroboré l'hypothèse selon laquelle la présence d'une lésion dans la partie antérieure de l'HG provoquerait des altérations langagières. Broca stipule que la zone cérébrale investissant la 3ème circonvolution frontale gauche (ou pied de F3 ; ou aires 44 et 45 de Brodmann : BA 44 et 45[8]) représenterait « *le siège du langage articulé* » (Broca, 1865). Cette région porte désormais son nom : aire de Broca. Toute lésion apparente engendre des difficultés de l'organisation du langage articulé. Des travaux ultérieurs (Alajouanine, Ombredane, Durand M., 1939, cités dans Lechevalier, Eustache et Viader, 2008 ; Valdois & Nespoulous, 1994, Pillon & Nespoulous, 1994) reliant les descriptions anatomiques et les conceptions linguistiques ont permis de préciser les altérations langagières : programmation phonétique et articulatoire perturbée, déficit phonologique et morphologique, agrammatisme… (Gil, 1999). Ces troubles caractérisent l'aphasie de Broca.

1.1.2.2 L'aire de Wernicke

A la même période, un neurologue allemand nommé Wernicke (1874), découvre, chez des patients dont la compréhension était déficitaire, la présence d'une lésion dans la partie postérieure de l'HG et plus précisément dans une zone temporo-pariétale incluant la partie postérieure de la face externe de la 1ère circonvolution temporale supérieure (T1) et les circonvolutions de Heschl (BA 22, 41 et 42). Cette zone porte désormais son nom : l'aire de Wernicke. Toute lésion présente dans cette zone provoque non seulement des altérations du décodage du message verbal, mais peut aussi engendrer des perturbations verbales

[8]Développée au début du 20ème siècle, la cartographie de Brodmann (1909) est toujours utilisée comme référence à l'heure actuelle, elle décrit plus précisément les structures cellulaires composant le cerveau humain : 52 aires corticales ont ainsi été répertoriées (cf. Lechevalier et *al*., 2008).

telles que des paraphasies (phonémique, morphologique, syntaxique)[9] ou une jargonaphasie[10]. Les patients présentant ce type de lésion sont atteints d'aphasie de Wernicke.

Les travaux de Broca (1865), puis ceux de Wernicke (1874) ont ainsi mis au jour les premières relations de cause à effet entre la localisation d'une lésion hémisphérique et une pathologie langagière. En outre, ils ont également permis de développer l'hypothèse selon laquelle l'HG inclurait le centre du langage.

1.1.2.3 L'hypothèse de la latéralisation cognitive

La théorie d'une spécialisation hémisphérique du traitement du langage a soulevé des questionnements relatifs à la latéralisation motrice et cognitive. Si l'observation du contrôle moteur a permis de constater une dominance controlatérale (l'HG dirige les muscles de l'hémicorps droit, et l'HD les muscles de l'hémicorps gauche), la prédominance hémisphérique gauche du traitement du langage a suscité de nombreuses hypothèses concernant d'une part les origines biologiques de cette asymétrie fonctionnelle et d'autre part une possible corrélation entre le langage et la préférence manuelle. L'usage de techniques d'observation directe, qu'il s'agisse d'examens neurobiologiques ou de méthodes d'imagerie cérébrale (xénon-133, tomographie par émission de positrons (TEP), imagerie par résonnance magnétique (IRM), électro-encéphalographie (EEG), magnéto-encéphalographie (MEG)) a permis d'examiner et de décrire les divergences anatomiques des hémisphères auprès de sujets sans trouble : différences cytoarchitectoniques (connexions neuronales caractéristiques de l'HG ou de l'HD), biochimiques (présence de neurotransmetteurs spécifiques à l'HG ou à l'HD), ou développementales (proportion supérieure du *planum temporale*[11] gauche) (pour une revue voir Goldberg & Costa, 1981 ; Hellige, 2002). En parallèle, des recherches comportementales ont présupposé une corrélation entre préférence manuelle et hémisphère dominant en invoquant la proximité des aires cérébrales traitant le langage et des aires du contrôle manuel (Kimura, 1987, dans Lechevalier et *al*., 2008). Mais cette hypothèse n'est pas strictement vérifiée.

---

[9] Les paraphasies se définissent comme un trouble du langage caractérisé par la déformation ou la substitution d'unités linguistiques, elles peuvent affecter chacune des différentes composantes du langage.

[10] La jargonaphasie caractérise un trouble du langage induit par l'usage abondant de paraphasies. Elle provoque également par un débit verbal atypique et la production de néologismes.

[11] Le *planum temporale* est une zone du lobe temporal, il se situe au niveau du gyrus temporal supérieur (T1), il intègre l'aire de Wernicke.

En effet, s'il est admis que le langage est traité dans l'HG pour la population droitière, la réciproque n'est pas confirmée. Des travaux soulignent notamment une prédominance hémisphérique gauche chez la grande majorité des gauchers et tendent à démontrer chez d'autres une activation bilatérale (Pujol, Deus, Losilla et Capdevila, 1999 ; voir aussi Knecht, Dräger, Deppe, Bobe, Lohmann, Flöel, Ringelstein et Henningsen, 2000). Seule une faible minorité de gauchers présenteraient une dominance de l'HD. S'il n'existe pas de consensus concernant la spécialisation hémisphérique des sujets gauchers, la dominance de l'HG est quant à elle avérée chez 96 % des sujets droitiers (Sergent, 1994). Fort de ce constat, l'ensemble des références auxquelles nous faisons appel concernent exclusivement des travaux réalisés auprès de sujets droitiers. De même, afin d'éviter tout biais méthodologiques issus de phénomènes de latéralisation, nous recrutons dans notre étude uniquement des sujets droitiers, HG dominant[12].

L'identification par Broca (1865) et Wernicke (1874) de deux aires cérébrales de l'HG impliquées chacune dans un processus de traitement du langage (production et compréhension) est non seulement à l'origine du développement de la théorie localisationniste, mais a également permis de questionner l'organisation fonctionnelle du cerveau.

1.2 Des modèles dynamiques du traitement du langage

Les observations concernant la spécialisation hémisphérique du traitement du langage ont encouragé Wernicke à poser l'hypothèse selon laquelle les deux aires dédiées au langage (Broca et Wernicke), reliées entre elles par un ensemble de fibres nerveuses, appelé « faisceau arqué », contribueraient conjointement au traitement du langage. Ce premier modèle à la fois localisationniste et associationniste a permis d'envisager qu'une altération du faisceau arqué entraînerait une « déconnexion » entre les deux aires, provoquant ainsi un autre type d'altération langagière. Faisant suite aux définitions des aphasies de Broca et de Wernicke, un troisième type d'aphasie, nommé aphasie de conduction, est alors décrit. Celui-ci provoque notamment une perturbation de la production verbale où paraphasies phonémiques et morphologiques peuvent se manifester (Gil, 1999). Avec ces premières descriptions fonctionnelles se développent des représentations « systémiques » du traitement du langage.

[12] La latéralisation sera vérifiée par l'intermédiaire du test d'Edimbourg (Oldfield, 1971).

1.2.1 Le modèle dynamique de Lichtheim (1885)

Dans la lignée de Wernicke, Lichtheim (1885), s'approprie la théorie d'un lien entre fonctions cognitives et aires cérébrales. Tout en enrichissant le tableau clinique des aphasies, il développe un modèle fonctionnel du traitement du langage. Vivement critiqué en raison de l'inclusion d'un centre hypothétique contenant les informations conceptuelles, ce modèle incarne cependant les racines des travaux actuels (cf. figure 2).

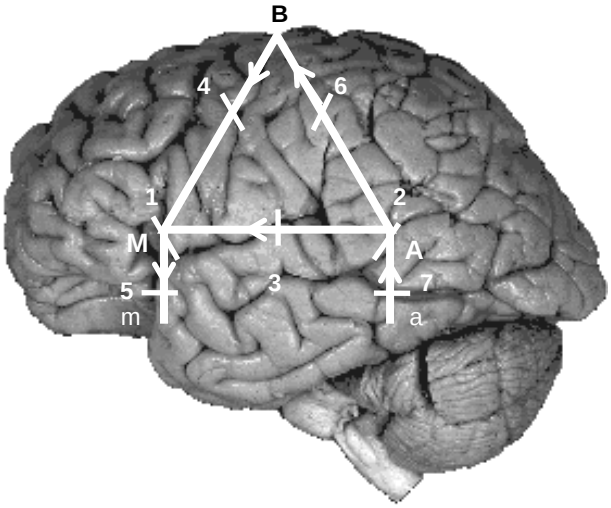

Figure 2 – Le modèle dynamique de Lichtheim (la « maison », Lichtheim 1885) appliqué aux zones cérébrales de l'hémisphère gauche
(Légende : a : entrée auditive/Perception ; A : Centre des images auditives (aire de Wernicke) ; B : Informations conceptuelles ; M : Centre des images motrices (aire de Broca) ; m : sortie motrice/Production ; 1 : aphasie de Broca ; 2 : Aphasie de Wernicke ; 3 : Aphasie de Conduction ; 4 : Aphasie transcorticale motrice ; 5 : Aphasie motrice pure ; 6 : Aphasie transcorticale sensorielle ; 7 : Surdité verbale pure)

Ce modèle met en relief les interactions qui coexistent entre les différents modules de traitement. Les stimuli auditifs (*a*) parviennent à l'aire de Wernicke (*A*), où ils sont interprétés en faisant appel au centre conceptuel (*B* ; centre théorique non localisé). Les informations transitent alors jusqu'à l'aire de Broca (*M*) par l'intermédiaire du faisceau arqué, et le processus de production est activé (*m*). Lorsqu'un dysfonctionnement survient sur un module, un type d'aphasie spécifique apparaît :

- 1 - Aphasie de Broca : atteinte de l'aire de Broca (3ème circonvolution frontale gauche), provoquant des altérations de la production orale (programmation phonétique et articulatoire perturbée, déficit phonologique et morphologique, agrammatisme…),
- 2 - Aphasie de Wernicke : atteinte de l'aire de Wernicke (partie postérieure de la face externe de la 1ère circonvolution temporale supérieure (T1),

provoquant des altérations massives de la compréhension et également des perturbations de la production orale : logorrhée [13] ; paraphasies phonémiques, morphologiques, syntaxiques ; jargonaphasie),

- 3 - Aphasie de conduction : atteinte du faisceau arqué, provoquant des altérations de la production orale (paraphasies phonémiques et morphologiques),
- 4 - Aphasie transcorticale motrice : atteinte du gyrus insulaire, des structures limbiques[14], du gyrus précentral du lobe pariétal, provoquant une production verbale restreinte, parfois avec écholalie[15],
- 5 - Aphasie motrice pure (ou anarthrie): atteinte du lobe frontal (étendue à l'opercule frontal ou au quadrilatère de Marie)[16] provoquant une altération massive de la production orale (trouble articulatoire pur ou suspension totale du langage),
- 6 - Aphasie transcorticale sensorielle : atteinte de la zone du gyrus angulaire, provoquant une atteinte de la production orale et un déficit massif de la compréhension,
- 7 - Surdité verbale pure : atteintes temporales gauches, provoquant une altération de la production orale (répétition impossible) et de la compréhension.

L'abondance des travaux en aphasiologie qui ont suivi la parution de ce modèle a permis d'une part de poser le tableau clinique actuel des différents types d'aphasies (pour une revue, voir Gil, 1999), et d'autre part de transposer ce modèle de traitement du langage oral à la population sans trouble.

---

[13] La logorrhée est un trouble du langage caractérisé par un flux de parole incontrôlé.

[14] Les structures limbiques correspondent à un ensemble de structures corticales et sous-corticales fonctionnellement impliquées dans la mémoire, l'apprentissage, les émotions et le comportement. Selon les acceptions, ces structures peuvent être regroupées sous le terme de lobe limbique. Celui-ci, tout comme le lobe insulaire, se définit comme un lobe interne.

[15] L'écholalie est un trouble du langage qu consiste à répéter des syllabes oudes mots de manière systématique.

[16] Le quadrilatère de Marie (1906, cité dans Lechevalier, 1993), correspond à une zone limitée « *en avant par un plan vertico-frontal allant de F3 au noyau caudé, en arrière par un plan vertico-frontal allant de la partie postérieure de l'insula à la partie postérieure du noyau lenticulaire* » (Gil, 1999, p.31).

1.2.2 Le modèle général actuel

Différentes régions fonctionnelles ont été définies en termes de cortex (ou d'aires) : les cortex auditifs primaire et secondaire, le cortex associatif, et le cortex moteur.

- Le cortex auditif primaire a pour rôle d'intégrer et d'analyser les fréquences et l'intensité du son, permettant ainsi d'identifier et de localiser la source sonore. Cette zone correspond anatomiquement à la partie antérieure gyrus de Heschl (BA 41).
- Le cortex auditif secondaire se joint au cortex primaire pour analyser des stimuli. Il borde la partie postérieure du gyrus de Heschl (BA 42).
- Une troisième zone dite associative, reçoit et intègre les afférences des autres aires. Elle est engagée dans l'interprétation et la planification des réponses cognitives. Elle occupe le *planum temporale* (BA 22), zone plus communément reconnue pour incorporer l'aire de Wernicke, et entraîne l'interprétation du message sonore.
- Le cortex moteur situé au niveau du gyrus précentral du lobe pariétal (BA 4), comme son nom l'indique, prend en charge le cas échéant le contrôle moteur des mouvements articulatoires de la production du langage.

Ces modèles fonctionnels du traitement cognitif du langage sont initialement fondés sur l'examen de lésions cérébrales provoquant des pathologies langagières. Ils ont introduit l'hypothèse fondamentale de latéralisation cognitive, et ont désigné l'HG comme le centre de traitement du langage.

1.3 Discussion partielle : La dominance hémisphérique gauche

Les études concernant les zones cérébrales impliquées dans le traitement des fonctions cognitives sont profondément ancrées dans le domaine de la pathologie. Elles ont notamment permis de développer un nouveau champ de recherche dédié à un type de pathologies langagières acquises : l'aphasiologie. Les premières autopsies de patients droitiers ont révélé la prépondérance de certaines zones de l'HG dans le traitement du langage. L'aire de Broca, située au niveau du gyrus frontal inférieur gauche est dédiée aux aspects de la production, et l'aire de Wernicke, incluant une partie du gyrus temporal supérieur gauche est notamment impliquée dans les processus de compréhension. Cette dominance préétablie de l'HG a également conforté les discussions autour de l'hypothèse d'une spécialisation hémisphérique des fonctions cognitives, et a ainsi contribué au développement des recherches sur la latéralisation cérébrale. Si malgré les nombreux travaux étudiant les aspects physiologiques aucun consensus n'est établi sur les rapports entre préférence manuelle et spécialisation hémisphérique du langage, il est cependant avéré pour la population droitière que l'HG est particulièrement impliqué. Suite à ces premières investigations, les modèles théoriques fusionnant avec les appréciations cliniques, ont contribué à la fois au développement d'une description plus fine du tableau diagnostique des aphasies, mais aussi à l'appréhension générale du traitement du langage oral.

La découverte des troubles aphasiques et de leur origine lésionnelle a par ailleurs fortement influencé les travaux en pathologie du langage. A tel point que la reconnaissance d'un HG dominant a pendant longtemps détourné l'attention des chercheurs, ceux-ci négligeant alors le rôle éventuel de l'HD dans le traitement du langage. Il faudra attendre le développement des conceptions linguistiques et avec elles l'étude du traitement des différentes composantes du langage, pour que la spécialisation hémisphérique stricte laisse place à une vision fonctionnelle plus précise et intégrant l'HD.

2. Le traitement des différentes composantes du langage en compréhension

Les modèles anatomiques précédemment évoqués ont permis de déterminer que deux aires de l'HG, l'aire de Broca et l'aire de Wernicke contrôlent respectivement la production et de la compréhension du langage. Grâce aux données psycholinguistiques, ce modèle *bipolaire* (Guérin, 2007) se complexifie et admet des processus de codage et de décodage subordonnés aux différentes composantes du langage (phonologie, syntaxe, sémantique, pragmatique). Le présent travail étant focalisé sur les mécanismes de compréhension du langage, nous examinons dans cette section la littérature concernant les données recueillies sur ce versant.

2.1 Phonologie

2.1.1 L'implication prépondérante de l'HG dans le traitement phonologique

La majorité des travaux, quelle que soit la méthodologie utilisée, démontrent la prééminence de l'HG dans le traitement phonologique d'entrée (Metz-Lutz & Dahl, 1984 ; Petersen, Fox, Posner, Mintun et Raichle., 1988 ; Zatorre, Evans, Meyer et Gjedde, 1992 ; Démonet, Price, Wise et Frackowiak, 1994 ; Zatorre, Meyer, Gjedde et Evans, 1996 ; Burton, Small et Blumstein, 2000, Démonet & Thierry, 2001). Les troubles caractéristiques du traitement des phonèmes peuvent par conséquent se présenter dans plusieurs types d'aphasies. Comme nous l'avons mentionné auparavant, sur le plan de la production orale, une aphasie de Wernicke, ou une aphasie de conduction peuvent par exemple entraîner des paraphasies phonémiques (omission, adjonction, inversion ou déplacement de phonèmes). Mais observant spécifiquement les troubles de la compréhension orale, c'est la surdité verbale pure (Lichtheim, 1885) qui apparaît comme étant particulièrement caractéristique. Les sujets atteints par ce trouble, présentent une lésion profonde du lobe temporal gauche, provoquant exclusivement des déficits dans le traitement des sons de la parole. Leurs compétences sont altérées lors de la passation de tâches de discrimination ou d'identification de phonèmes.

Deux études de cas effectuées auprès de patients aphasiques ont particulièrement contribué à mettre en avant l'altération spécifique du traitement phonologique. Ainsi, Caramazza, Berndt et Basili (1983) ont réalisé l'évaluation complète du langage d'un patient initialement diagnostiqué comme étant aphasique de Wernicke. Suite à un AVC, celui-ci présentait une aphasie fluente modérément sévère avec une production orale déficitaire (énoncés paragrammatiques[17], paraphasies) et une compréhension auditive très altérée. Le CT scan[18] effectué a révélé une hypodensité dans l'HG s'étendant du gyrus temporal supérieur au lobe pariétal inférieur. Les auteurs ont montré que lors d'une tâche de catégorisation perceptuelle consistant à discriminer et à identifier des phonèmes (perception du voisement, VOT[19]), le patient était particulièrement déficitaire. L'étude de cas réalisée par Metz-Lutz & Dahl (1984) confirme ces résultats auprès d'un patient atteint de surdité verbale pure. Celui-ci présentait également une production orale déficitaire (agrammatisme, paraphasies) et une compréhension auditive particulièrement altérée. Le CT scan effectué a également révélé une hypodensité dans les structures profondes du lobe temporal gauche. Les auteurs ont montré que si le patient n'éprouvait pas de difficulté dans une tâche de discrimination auditive de stimuli non verbaux (sons environnementaux, instruments de musique) sa compréhension lors d'une tâche de discrimination auditive verbale était sévèrement altérée.

Fort de ce constat, d'autres travaux tentent alors de préciser davantage les régions de l'HG engagées dans le traitement phonologique. L'étude de Boatman, Lesser et Gordon (1995) utilisant une méthode de stimulation directe[20], soumet trois sujets épileptiques droitiers à une tâche de discrimination auditive de phonèmes. Les patients atteints de lésions temporales (antérieures ou basales) ne présentent pas de trouble auditif ou langagier. Leurs résultats sont comparés à ceux de trois sujets sans trouble qui leur sont appariés[21].

---

[17] Les énoncés paragrammatiques ou dyssyntaxiques sont principalement provoqués par une aphasie de Wernicke (lésion temporale) (Pillon & Nespoulous, 1998). Dans cette acception, sont considérés comme dyssyntaxiques, les énoncés qui résultent d'un déficit sélectif (par exemple production d'un substantif au lieu d'un verbe « * *on est pas autorité* » (Préneron, 1986 cité dans Pillon & Nespoulous, *ibid*.)).

[18] CT scan (*Computed Tomography*) : méthode d'imagerie cérébrale structurelle utilisant le principe de la tomodensitométrie, elle consiste à mesurer et à visualiser la densité des tissus, ce qui permet d'observer et de distinguer les tissus sains des tissus lésés.

[19] Indice qui correspond à l'intervalle de temps entre le début des pulsations périodiques glottiques et la détente de l'occlusion. Il permet notamment de distinguer les phonèmes voisés des phonèmes non voisés, par exemple /d/ vs /t/.

[20] Une série d'électrodes est placée directement sur la surface de l'HG du patient (espace sous dural) en contexte de chirurgie de éveillée (cf. chapitre 6.1.2.1)

[21] Les sujets sans trouble ne sont pas soumis à la stimulation directe.

Il s'avère que les trois patients présentent un arrêt aphasique[22] lors de la stimulation du gyrus temporal supérieur (T1 ; BA 22).

Par la suite, les auteurs mettant en relief l'activation de la région temporale, tendent à distinguer deux sous-régions cérébrales investies selon le type de stimuli : verbaux *vs.* non verbaux (Démonet, Thierry et Cardebat, 2005, Mummery, Ashburner, Scott et Wise, 1999 ; Binder, Frost, Hammeke, Rao et Cox, 1996 ; Binder, Frost, Hammeke, Bellgoowan, Springer, Kaufmann et Possing, 2000). Faisant le parallèle avec les voies dorsales et ventrales impliquées dans le traitement visuel, le traitement phonémique s'effectuerait par le biais de régions temporales ventrales et dorsales. La région temporale ventrale, située dans la partie antérieure du cortex associatif, au niveau du gyrus temporal supérieur (GTS), permet « *l'analyse qualitative des caractères physiques de la voix et des autres sons qui l'accompagnent* » (Guérin, 2007, p.24). Autrement dit, cette région serait engagée dans l'identification des « *objets auditifs* » (Démonet et *al*., 2005), et permettrait leur catégorisation (Desai, Liebenthal, Waldron et Binder, 2008). La région temporale dorsale, comprenant le *planum temporale*, l'aire de Wernicke (BA 22) et la partie inférieure du gyrus supramarginal (P2 ; BA 40), serait davantage impliquée dans l'analyse acoustique des sons complexes et permettrait ainsi de réaliser une segmentation phonologique (Démonet et *al*., 2005).

Des auteurs ayant antérieurement décrit cette distribution du traitement auditif (Démonet et *al*., 1994 ; Fiez, Raichle, Balota, Tallal et Petersen, 1996 ; Zatorre et *al*., 1996, Burton, Small et Blumstein, 2000) tendent également à montrer que l'étendue de l'activation cérébrale dépend du type d'objets auditifs traités. En effet, si les formes sonores semblent investir préférentiellement la région temporale, les sons spécifiques de la parole peuvent en outre impliquer l'activation de l'aire de Broca. Cette région, conventionnellement attribuée au traitement articulatoire précédant la production orale (planification pré-motrice), semble également requise dans le cadre du traitement phonologique d'entrée (compréhension). En effet, plusieurs études semblent démontrer que l'aire de Broca fait appel aux patterns articulatoires stockés en mémoire pour identifier les phonèmes perçus (Habib et *al*., 2003 ; Burton et *al*., 2000). C'est ici la notion de mémoire phonologique (ou boucle phonologique) qui est invoquée (Baddeley, 1986).

[22] La stimulation peut provoquer une interférence électrique et engendrer un blocage des processus de traitement du langage.

D'autres travaux, quant à eux, suggèrent l'activation du lobe pariétal. Caplan D., Gow et Makris (1995), utilisant également une tâche de discrimination de phonèmes, observent à l'aide d'une méthode d'imagerie cérébrale (IRM), les réponses de dix patients aphasiques[23] (parmi lesquels neuf ont subi un AVC, le dernier patient ayant subi un anévrisme) et de dix sujets sans trouble. Les résultats indiquent que les patients présentant des lésions du gyrus supramarginal (P2 ; BA 40) et du gyrus angulaire (BA 39) montrent des déficits dans le traitement des aspects acoustico-phonétiques.

Les études précédemment citées semblent corroborer l'hypothèse selon laquelle la compréhension phonémique relèverait d'un traitement différentiel interne, dépendant de leur double encodage : les aspects purement phonémiques et les aspects acoustiques seraient soumis à un traitement différentiel. Ainsi, bien que les différents travaux présentent des conclusions diverses quant aux zones cérébrales de l'HG impliquées dans la compréhension phonémique, ils n'en paraissent pas moins représentatifs du traitement phonologique effectif et tendent à confirmer l'implication de la région temporo-pariétale, et plus précisément du gyrus temporal supérieur et une partie inférieure du gyrus supramarginal (Démonet et *al*., 2005). Notons toutefois que les résultats des évoqués ici sont à considérer dans leur contexte expérimental. Tout d'abord, la majorité des observations fait référence à des études cas, le faible nombre de sujets ne permet donc pas d'établir un consensus. De même, seuls des patients CLG ayant subi un AVC ont été recrutés, ce type de lésions bien qu'effectivement caractéristiques des troubles du langage, pourrait cependant ne pas être le seul à provoquer des altérations du traitement phonologique. Des lésions localisées dans l'HD pourraient également produire des perturbations cognitivo-langagières.

Afin de vérifier les conclusions obtenues auprès de faibles échantillons de patients CLG, et de confirmer l'hypothèse selon laquelle l'HG prédominerait dans le traitement des aspects phonologiques du langage, certaines études ont alors élargi leurs observations à des cohortes de sujets plus importantes, et ont inclus également la population cérébro-lésée droite. Ainsi, Gainotti, Caltagirone, Miceli et Masullo (1981) ont réalisé une étude auprès d'un groupe de cinquante patients CLD (parmi lesquels trente-six ayant subi un AVC et quatorze présentant une tumeur cérébrale)[24] et de trente-neuf sujets contrôles. Les résultats suggèrent que les patients CLD ne présentent pas d'altération du traitement phonologique

[23] Parmi les dix patients recrutés : trois patients aphasiques de Broca, deux patients aphasiques de Wernicke, un patient atteint d'aphasie de conduction, et quatre patients dont les troubles aphasiques ne sont pas spécifiés

[24] La localisation des lésions et le type de tumeurs ne sont pas précisés dans l'article.

lorsqu'ils sont également confrontés à une tâche de discrimination de phonèmes. Le travail de Lund, Spliid, Andersen et Bojsen-Moller (1986) pratiqué auprès de soixante-huit patients droitiers cérébro-lésés parmi lesquels quarante-six CLG et vingt-deux CLD, et dont la majorité a subi un anévrisme (les autres patients présentant une tumeur, un traumatisme crânien ou une encéphalite)[25], confirme les conclusions de Gainotti et *al*. (*ibid*.). Cette expérience montre à travers une tâche d'identification de phonèmes que si une lésion de l'HG (aire de Wernicke) provoque bel et bien un déficit phonologique, une lésion homologue dans l'HD n'engendre pas ce type d'altérations.

Bien que dans cette optique la prédominance de la région temporo-pariétale de l'HG semble se confirmer, d'autres études vont nuancer ces conclusions et suggérer une participation ponctuelle de l'HD.

2.1.2 La participation de l'HD dans le traitement phonologique

Sans établir *a contrario* l'implication exclusive de l'HD, d'autres études révèlent sa contribution. Les résultats envisagent l'activation conjointe des deux hémisphères, non pas dans le cadre du traitement des aspects purement phonémiques, mais plutôt dans la perspective d'un traitement des aspects acoustiques qui composent les phonèmes (Wood, Goff et Day, 1971). Ainsi, des travaux réalisés en pathologie (Goldstein, 1974 ; Von Stockert, 1982), mentionnent que des lésions bilatérales du lobe temporal provoquent des altérations du traitement des matériels auditifs linguistique et non linguistique, et corroborent le postulat selon lequel l'HG serait plus enclin à traiter les aspects linguistiques alors que l'HD serait davantage impliqué dans le traitement des aspects acoustiques des stimuli. L'étude de Zatorre et *al*. (1992), réalisée auprès de sujets sains confirment ces conclusions. Utilisant une méthode d'imagerie cérébrale (tomographie par émission de positron, TEP), les auteurs soumettent dix sujets sans trouble à une tâche d'écoute passive de syllabes et de sons non linguistiques[26]. Les résultats indiquent que le décodage phonologique active le gyrus temporal supérieur dans les deux hémisphères cérébraux (au niveau des gyri de Heschl). Ils précisent que la discrimination syllabique est contrôlée par l'HG et les variations de hauteur prises en charge par l'HD. Le double encodage de l'information phonologique, sous-tendu à la fois par les informations phonémiques et les informations acoustiques sous-jacentes, nous interpelle particulièrement, puisqu'il fait directement écho aux spécificités

[25] Une encéphalite est une affection cérébrale le plus souvent virale.
[26] Les auteurs précisent que des bruits blancs ont été manipulés pour que leur perception se rapproche des sons de la parole.

internes d'un autre plan d'investigation : la prosodie. Le traitement des unités linguistiques ne peut ainsi faire l'économie du traitement des paramètres acoustiques qui les composent. Nous décrirons plus loin cette ambivalence cognitive à travers le filtre singulier de la prosodie (cf. chapitre 3).

2.1.3 Conclusion sur le traitement de la composante phonologique

Pour l'essentiel, nous retiendrons que si les régions temporo-pariétales et frontales gauches paraissent impliquées dans le traitement phonologique d'entrée, l'activation de la région temporale droite, bien que peu représentée, est cependant soulignée dans le traitement des indices acoustiques qui composent les phonèmes. L'hypothèse d'une implication exclusive de l'HG dans le traitement phonologique tend alors à être modérée en faveur d'une activation conjointe des deux hémisphères. On peut ici évoquer la notion de traitement parcellaire selon laquelle la composition interne du stimulus régirait la spécialisation hémisphérique : les aspects phonémiques seraient traités dans l'HG, les aspects acoustiques seraient contrôlés par l'HD. Cette remarque étaye par ailleurs l'hypothèse selon laquelle les processus de haut niveau (interprétation linguistique) seraient contrôlés par l'HG et les processus de bas niveau (perception acoustique) par l'HD. Il serait intéressant de voir si une telle hypothèse s'applique aussi aux autres niveaux linguistiques, comme la syntaxe.

2.2 Syntaxe

2.2.1 L'implication prépondérante de l'HG dans le traitement syntaxique

Les données issues de l'aphasiologie attestent également de l'implication de l'HG et plus spécifiquement de la participation majeure de la région frontale (aire de Broca) dans le traitement syntaxique. Le trouble le plus représentatif est l'agrammatisme, il se définit traditionnellement comme un trouble sélectif de l'expression orale (absence de mots fonctionnels, omission des morphèmes grammaticaux exprimant les flexions et les déclinaisons, style télégraphique ; cf. Pillon & Nespoulous, 1994). Toutefois, certaines perturbations se produisent également sur le plan réceptif.

Les patients aphasiques présentant une compréhension agrammatique éprouvent des difficultés dans le traitement de phrases structurellement complexes comme :

- les énoncés réversibles du type « *le chat que le chien mord est noir* » (Caramazza & Zurif, 1976) ; « *il montre la règle* » *vs.* « *il règle la montre* » (Deloche, Hannequin et Nespoulous, 1989) ; ou les énoncés actifs ou passifs réversibles du type « *The cat chases the dog* » (« *le chat chasse le chien* ») *vs.* « *The cat is chased by the dog* » (« *Le chat est chassé par le chien* ») (Schwartz, Saffran et Marin, 1980) ;
- les énoncés locatifs du type « *The square is on the top of the circle*» (« *le carré est sur le dessus du cercle* ») (Schwartz, Saffran et Marin, 1980) ;
- et les énoncés dont l'interprétation est soumise à la présence ou non de mots fonctionnels du type « *the man showed her the baby pictures* » (« *l'homme a montré à elle les images du bébé* » : *l'homme lui a montré les images du bébé*) *vs.* « *the man showed her baby* ***the*** *pictures* » (« *l'homme a montré à son bébé les images* » : *l'homme a montré les images à son bébé*), (Heilman & Scholes, 1976, cités dans Pillon & Nespoulous, 1994).

En outre, dans des tâches de jugement de grammaticalité, les patients agrammatiques semblent incapables de détecter des anomalies flexionnelles du type : « ****I is*** *reading a newspaper* » (« ****Je est*** *en train de lire un journal* »), (Grossman & Haberman, 1982) ou des anomalies structurelles du type : « **She* ***went*** *the stairs* ***up*** *in a hurry* », (« *Elle est allée dans l'escalier à la hâte* » au lieu de « *she* ***went up*** *the stairs in a hurry* » : « *elle a monté les escaliers à la hâte* »), (Linebarger, Schwartz et Saffran, 1983).

Si l'aphasie de Broca est principalement désignée comme étant à l'origine des perturbations syntaxiques, certaines études ont néanmoins constaté que ces altérations n'étaient pas limitées à ce type d'aphasie. Ainsi, Cardebat, Nespoulous, Rigalleau et Rohr (2008) citant l'étude de Caplan & Hildebrandt (1988) qui se basait sur les propriétés linguistiques de l'anglais, indiquent que 97% des aphasiques, tous types confondus, éprouvent des difficultés de compréhension syntaxique. Ces perturbations concernent essentiellement des phénomènes morphosyntaxiques tels que le temps, le nombre, l'actif et le passif. Les aphasiques de Broca, quant à eux, seraient les seuls à présenter des altérations de la gestion des articles.

Malgré la présence de perturbations syntaxiques recensée auprès de diverses populations aphasiques, sur le plan neuro-anatomique, les lésions les plus souvent définies comme

étant à l'origine des altérations spécifiquement syntaxiques sont situées au niveau de l'aire de Broca et des zones frontales adjacentes (Damasio A. & Damasio H., 1992 ; Zurif, Swinney, Prather, Solomon et Bushell, 1993). Des études en TEP (Stromswold, Caplan D., Alper et Rauch, 1996 ; Caplan D., Alpert et Waters, 1999) indiquent le même type de résultats auprès de sujets sains et précisent à l'aide de tâches de jugement d'acceptabilité syntaxique que l'aire de Broca serait particulièrement impliquée dans le traitement de phrases complexes[27].

Les travaux de Caplan, Hildebrandt et Makris (1996), utilisant une méthode d'imagerie cérébrale (CT scan) auprès de soixante patients cérébro-lésés (quarante-six CLG et quatorze CLD) et vingt et un sujets contrôles, plaident en faveur d'une activation cérébrale plus étendue, impliquant tout le réseau périsylvien. Le recrutement conjoint de la zone temporale, pourrait cependant être significatif, non pas du traitement syntaxique, mais d'un traitement sémantique associé. En effet, le traitement syntaxique, bien que considéré ici à travers une vision modulaire est, dans les faits, toujours en relation étroite avec le traitement sémantique, et suppose alors l'activation conjointe des zones dédiées à ces deux processus. Au regard des travaux précédemment cités, il apparaît toutefois que la région frontale gauche semble particulièrement déterminante dans le traitement spécifique des processus syntaxiques. Notons ici, qu'à la différence des études exposées dans le cadre du traitement phonologique, les travaux sur le traitement syntaxique que nous évoquons ici n'ont pas pris en considération le traitement auditif (acoustique) inhérent à tout processus intégrant le langage oral. Les résultats des études précédemment citées pourraient ainsi ne pas être représentatifs du traitement global d'un énoncé.

2.2.2 La participation de l'HD dans le traitement syntaxique

Bien qu'une fois encore la primauté de l'HG soit de rigueur, certaines études mentionnent également la participation de l'HD dans le traitement de la syntaxe. Une étude de Just, Carpenter, Keller, Eddy et Thulborn (1996) pratiquée en IRM*f* auprès de quinze sujets droitiers sans trouble indique clairement que lors d'une tâche de compréhension auditive de phrases s'ajoute à l'activation traditionnelle des régions de l'HG (aire de Wernicke et aire de Broca) l'activation des régions homologues de l'HD, bien que dans une moindre mesure. Les auteurs soulignent que l'étendue des zones cérébrales activées serait liée au degré de

[27]Pour l'ensemble des études recensées ici, il s'agit de phrases enchâssées du type « *The dog that scratched the cat chased the bird* » : « *le chien que le chat a griffé chassait l'oiseau* ».

complexité des phrases[28] : plus les phrases se complexifieraient, plus l'activation des zones gauches et droites s'étendrait. Ces conclusions font échos à celles mentionnées précédemment (Stromswold et *al*., 1996 ; Caplan et *al*., 1999) qui invoquent la participation accrue de l'aire de Broca lors de la complexification syntaxique. On peut suggérer dans ce cadre que les aspects syntaxiques seraient soumis à un traitement différentiel inhérent au degré de complexité des énoncés.

D'autres travaux, utilisant également l'imagerie cérébrale (IRM*f*, PE[29]), dont notamment ceux de Friederici (Friederici, Meyer et Von Cramon, 2000 ; Friederici & Alter, 2004 ; Friederici, Rüschmeyer, Hahne et Fiebach, 2003) confirment un traitement syntaxique bilatéral mais indiquent que la distribution hémisphérique serait relative aux propriétés perceptives des stimuli. En effet, comme nous le notions précédemment, la compréhension auditive ne peut être intégralement réalisée sans le traitement des marqueurs acoustiques et prosodiques contenus dans les stimuli.

2.2.3 Conclusion sur le traitement de la composante syntaxique

Les résultats issus des différentes études s'interrogeant sur le traitement syntaxique du langage rappellent sans conteste ceux provenant des études concernant le traitement phonologique. Deux hypothèses semblent sous-tendre le traitement bilatéral de ces aspects linguistiques. On relève d'une part la possibilité que la complexité croissante des stimuli puisse engendrer l'extension des zones d'activation, et par là même, l'activation conjointe de l'HD. D'autre part, le double encodage immanent (aspects linguistiques et prosodico-acoustiques) pourrait également être à l'origine de cette distribution bilatérale : l'HG serait en charge du traitement des éléments purement linguistiques (haut niveau), l'HD contribuerait au traitement des éléments prosodico-acoustiques (bas niveau). Cette dernière hypothèse concernant le traitement distinctif des aspects acoustiques sera plus amplement décrite dans une prochaine section dédiée aux hypothèses de latéralisation de la prosodie (cf. chapitre 4). Le traitement des aspects syntaxiques est ici également étudié sous l'angle

[28] Trois structures de phrases ont été utilisées : 1) phrases actives coordonnées du type « *Le journaliste attaqua le sénateur et reconnut l'erreur* », 2) phrases relatives causales du type « *Le journaliste qui attaqua le sénateur reconnut l'erreur* », 3) phrases relatives objets du type « *Le journaliste que le sénateur attaqua, reconnut l'erreur* ».

[29] PE (ou ERP, *Event Related Potential*): étude des potentiels évoqués. Cette méthode consiste à placer sur le crâne du sujet un système d'électrodes qui enregistre les potentiels électriques émis pas les neurones lors de la présentation répétée d'un stimulus, et les retranscrit sous forme de tracés graphiques.

d'une spécialisation hémisphérique parcellaire (stimuli simples *vs.* complexes ; propriétés linguistiques *vs.* propriétés prosodico-acoustiques).

2.3 Sémantique

2.3.1 L'implication prépondérante de l'HG dans le traitement sémantique

Les données en aphasiologie indiquent que les altérations lexico-sémantiques dépendent du type de lésion. Ainsi, si les patients atteints d'aphasie de Wernicke ou d'aphasie transcorticale sensorielle (lésions temporales gauches) apparaissent comme étant particulièrement déficitaires (Grober, Perecman, Kellar et Brown, 1980), les performances des patients atteints d'aphasie de Broca (lésions frontales gauches), semblent quant à elles peu altérées (Friederici & Alter, 2004).

Cependant, le modèle de Mésulam (1990, dans Tzourio-Mazoyer, 2003) intègre les régions de Wernicke et de Broca, et stipule que ces deux aires du langage forment le réseau sémantique par lequel transite toute information quelle que soit sa modalité de présentation (auditive, visuelle). Ce postulat se vérifie par ailleurs dans les travaux de Papathanassiou, Etard, Mellet, Zago, Mazoyer et Tzourio-Mazoyer (2000). Utilisant la méthode de la TEP, auprès d'un groupe de huit sujets sans trouble, les auteurs montrent que ce réseau est impliqué dans la réalisation d'une tâche de compréhension auditive d'histoires. Les régions majoritairement activées sont la partie postérieure du sulcus temporal supérieur, une partie du gyrus frontal inférieur comprenant l'aire de Broca, et la partie antérieure du gyrus temporal inférieur. Les études concernant le traitement sémantique tendent par ailleurs à mettre en relief des activations cérébrales parcellaires. Guérin (2007) note par exemple que seuls les mots signifiants activent le sulcus temporal supérieur gauche (partie antérieure de BA 22).

D'autres études, en pathologie cette fois, précisent que les sujets cérébro-lésés gauche présentent un déficit spécifique de la catégorisation des mots (pour une revue, voir Daniele, Giustolisi, Silveri, Colosimo et Gainotti, 1994) :

- les traitements des noms et des verbes sont pris en charge respectivement par les cortex temporal et frontal.
- Damasio H., Grabowski, Tranel, Hichwa, et Damasio A. (1996) montrent dans une tâche de dénomination d'images, que des lésions temporales postérieures

provoquaient une altération de la dénomination d'objets inanimés, alors que des lésions temporales plus antérieures influenceraient la dénomination d'êtres vivants, humains ou animaux. Ces résultats topographiques se voient également vérifiés dans la même étude reproduite auprès de sujets sains.

Ce traitement parcellaire pourrait par ailleurs sous-tendre l'existence d'un réseau neuronal fonctionnel hiérarchisant les informations sémantiques selon leur appartenance conceptuelle (noms *vs*. verbes ; objets inanimés *vs.* objets animés). Au regard de l'ensemble des travaux, on admet que le traitement sémantique est latéralisé dans des régions temporales et frontales de l'HG (Tzourio-Mazoyer, 2003) : une partie du gyrus temporal supérieur (BA 22, région moyenne et inférieure), le gyrus temporal moyen (BA 21) et une partie du gyrus frontal inférieur (BA 45) (Friederici & Alter, 2004). Cependant, les travaux présentés ici restreignent leur observation à un traitement parcellaire interne aux propriétés conceptuelles des stimuli sans prendre en considération les propriétés auditives qui les réalisent.

2.3.2 La participation de l'HD dans le traitement sémantique

La majorité des travaux tend à montrer que seuls les patients CLG peuvent être atteints de troubles langagiers. Or, dès le 19ème siècle, certains auteurs ont indiqué que la communication des patients CLD pouvait effectivement être perturbée (Jackson, 1874, cité dans Colin, 2006) et le traitement des aspects sémantiques serait plus particulièrement affecté (Gowers, 1887, cités dans Colin, 2006 ; Gainotti et *al*., 1981). Ainsi les travaux plus récents de Joanette (2004) indiquent que parmi les 50% de patients CLD présentant des déficits communicationnels, tous présenteraient des altérations sémantiques.

Tout comme pour l'HG, des perturbations parcellaires sont observables auprès de patients CLD. Neininger & Pullvermüller (2003) comparent les résultats obtenus dans une tâche de décision lexicale par neuf sujets sans trouble et douze patients ayant subi un AVC ischémique droit[30]. Distinguant la localisation lésionnelle, les auteurs indiquent que les lésions frontales droites provoqueraient une altération plus importante du traitement des verbes d'action, alors que les lésions temporales droites provoqueraient une altération plus importante du traitement des noms. Ces conclusions concernant l'HD rejoignent celles concernant l'HG (Daniele et *al*., 1994). Les aires frontales et temporales traiteraient des

[30] Tous les patients présentent une hémiparésie gauche (déficit musculaire, paralysie partielle).

catégories lexicales distinctes : les verbes dans les régions frontales, les noms dans les régions temporales.

Les travaux cités jusqu'à présent mettent en relief un constat important. Si à la fois les patients CLG et les patients CLD peuvent présenter des déficits lexico-sémantiques, alors les zones temporales et frontales gauches et droites prétendraient conjointement au traitement des processus lexico-sémantiques. Papathanassiou et *al*. (2000) attestent ainsi dans une tâche de compréhension auditive d'histoires, réalisée auprès de 8 sujets non pathologiques, qu'aux régions prédéfinies de l'HG (aire de Wernicke et aire de Broca), s'ajoutent leurs homologues dans l'HD. D'autres auteurs utilisant la méthode des PE, corroborent ces résultats en indiquant que la violation sémantique active bilatéralement une partie du gyrus temporal supérieur et de l'insula (Friederici, 2002, Friederici et *al*., 2003).

De même que le degré de complexité peut être pris en compte dans la justification d'une activation bilatérale, d'autres études sous-tendraient l'hypothèse selon laquelle la spécialisation hémisphérique du traitement lexico-sémantique serait soumise à une distribution parcellaire :

- Le degré d'imageabilité : dans la lignée de Day (1979), Deloche, Seron, Scius et Segui (1987) montrent ainsi que les mots hautement imageables seraient traités de manière bilatérale, alors que les mots faiblement imageables seraient exclusivement traités dans l'HG.
- Le degré d'abstraction : d'après des études proposant des stimuli en champs visuel divisé auprès de patients *split brain*[31] les mots abstraits seraient traités par l'HG, alors que les mots concrets le seraient par l'HD (Hines, 1976). On se trouve ici davantage dans une répartition catégorielle des stimuli plutôt que dans une activation à proprement parler bilatérale. D'autre part, des études plus récentes effectuées en imagerie cérébrale (TEP, IRMf) présentent des résultats divergents (Petersen, et *al*. 1988 ; Damasio H., et *al*., 1996 ; Beauregard, Chertkow, Bub, Murtha, Dixon et Evans, 1997, Kiehl, Liddlle, Smith, Mendrek, Forster et Hare, 1999). Kiehl et *al*. (1999), étudient l'activation cérébrale de six sujets droitiers sans trouble en IRM*f* et suggèrent une activation bilatérale des régions temporales (gyrus

[31] Une intervention chirurgicale est effectuée sur le corps calleux (zone cérébrale reliant les deux hémisphères) de patients épileptiques pour empêcher la propagation des crises (Sperry & Gazzaniga, 1967). Les patients présentent ainsi un « cerveau divisé » ou *split brain*. Il est alors possible d'observer le fonctionnement indépendant de chacun des hémisphères en utilisant la méthode de champ visuel divisé invoquant le principe du contrôle controlatéral : une image présentée à l'œil droit est traitée par l'HG, et réciproquement.

fusiforme, gyrus cingulaire, gyrus temporal moyen gauche et gyrus temporal supérieur droit), pariétales et frontales (gyri frontaux inférieurs), et constatent également une spécialisation hémisphérique, mais à l'inverse de Hines (1976), l'HG apparaîtrait plus enclin à traiter les mots concrets et l'HD les mots abstraits. Les résultats différents obtenus dans ces études dépendant de méthodologies distinctes ne permettent pas en définitive de conclure sur cette distribution parcellaire.

- Le degré de proximité sémantique : de la même manière que Kutas & Hillyard, (1980) l'ont démontré dans une tâche de lecture, Chiarello, Burgess, Richards et Pollock (1990), et Hagoort, Brown et Swaab (1996) relèvent une autre spécialisation hémisphérique relative au type de relation entretenues entre les mots. Hagoort et al. (1996) ont menée une étude en potentiels évoqués auprès de vingt-huit patients cérébro-lésés ayant tous subi un AVC (sauf un présentant une méningite)[32] et douze sujets contrôles. Les auteurs suggèrent ainsi que l'HD serait impliqué dans le traitement des associations de mots éloignées, alors que l'HG serait davantage impliqué dans les associations rapprochées[33].

D'autres travaux en IRM*f*, comme par exemple ceux de Démonet et *al*. (2005), corroborant également l'hypothèse d'une activation bilatérale du traitement lexico-sémantique, précisent que les gyri frontaux inférieurs gauche et droit, la zone de Wernicke droite et les cortex temporaux gauches supérieur et moyen seraient plus spécifiquement invoqués. Ainsi, comme le mentionne plusieurs auteurs (entre autres : Jung-Beeman, 2005 ; Kahlaoui & Joanette, 2008), l'intégrité des deux hémisphères cérébraux semble être requise dans le traitement sémantique. Par ailleurs, comme les précédents traitements évoqués (phonologique et syntaxique), il semble que les zones cérébrales activées s'étendent en fonction du degré de complexité du traitement (Jung-Beeman, 2005) : plus le stimulus présenté est complexe et plus l'activation cérébrale se propage dans l'HD.

2.3.3 Conclusion sur le traitement de la composante sémantique

D'un point de vue neuro-anatomique, nous retiendrons pour l'essentiel que les aspects lexico-sémantiques peuvent être traités par les régions temporales et frontales gauches et droites.

---

[32] Parmi lesquels vingt patients CLG aphasiques (treize présentent une aphasie de Broca et sept présentant une aphasie de Wernicke) huit patients CLD[32]

[33] Exemples d'associations de mots utilisées : association rapprochée « *bread-butter* » (pain-beurre), association éloignée « *church-villa* » (église-villa).

Aux hypothèses de spécialisation hémisphérique concernant la phonologie et la syntaxe (hypothèse de latéralisation du double encodage, hypothèse du degré de complexité) et à celle précédemment exposée ici (hypothèse de latéralisation paramétrique) s'ajoute également une hypothèse de latéralisation parcellaire qui sous-tend une distribution du traitement lexico-sémantique selon la nature des mots et leur propriété sémantique (noms *vs.*. verbes, lien sémantique).

Les études concernant le traitement phonologique et le traitement syntaxique définissent l'HD comme un hémisphère mineur, et le réduise à un rôle d'auxiliaire soumis à la prépondérance de l'HG. On ne lui attribue dans ce cadre aucune fonctionnalité linguistique. Les travaux examinant les aspects lexico-sémantiques laissent cependant entrevoir un traitement bilatéral dans lequel l'HD détiendrait tout comme l'HG, un rôle déterminant. Mais, c'est l'appréhension des aspects pragmatiques et discursifs qui va revaloriser les fonctionnalités de l'HD et corroborer, bien que toujours dans une approche parcellaire, sa contribution primordiale.

2.4 Pragmatique et Discours

Les difficultés de compréhension chez les patients aphasiques ne sont pas envisagées comme étant significatives d'un dysfonctionnement spécifique de la compréhension du discours, mais plutôt comme une conséquence des dysfonctionnements atteignant les autres niveaux de représentation du langage (perturbations phonologiques, syntaxiques, etc.). Ainsi, les travaux étudiant le champ de la pragmatique et du discours montrent que la plupart des patients ne présentent pas d'altérations. L'appréhension du contenu et/ou de la morale d'une histoire, la perception de la cohérence (ou de l'incohérence) du discours, la chronologie des événements (Cardebat et *al*., 2008.), l'appréhension du contexte ainsi que l'intention de l'interlocuteur[34] (Boller & Green, 1972 ; cités dans Duchene, 1997) sont autant de compétences qui sont préservées. Les lésions de l'HG ne semblent donc pas provoquer d'altérations spécifiques à ce niveau. En revanche, l'HD semble particulièrement impliqué dans le traitement de ces fonctions.

[34] L'étude de la compréhension de l'intention de l'interlocuteur fait notamment référence à la théorie de l'esprit (Premack & Woodruff, 1978 ; Baron-Cohen, 1991)

2.4.1 L'implication prépondérante de l'HD dans le traitement pragmatique et discursif

De nombreuses études montrent que les patients CLD présentent des déficits globaux de la communication (Brady, Armstrong et Mackenzie, 2006 ; Joanette, Goulet et Hannequin, 1990, Tompkins, 2012) et plus particulièrement dans la structuration et l'organisation du discours (Joanette, Goulet, Ska et Nespoulous, 1986), l'interprétation des informations (Kaplan, Brownell, Jacobs et Gardner, 1990) et la gestion des inférences (Beeman, 1993). Nous distinguons deux catégories d'altérations pragmatiques et discursives, d'une part les perturbations de la compréhension non littérale et des inférences, et d'autre part les troubles de la perception de l'intégration narrative.

2.4.1.1 Le langage non littéral

Comme le soulignent Joanette, Goulet et Daoust (1991) bien que tous les CLD ne présentent pas de déficit en compréhension du langage non littéral, dans l'ensemble de la littérature, les auteurs s'accordent sur le fait que les patients CLD rencontrés (principalement des patients ayant subi des AVC) peuvent éprouver des difficultés d'interprétation des énoncés non littéraux (Kaplan et *al*., 1990 ; Van Lancker & Kempler, 1987 ; Brownell, Potter & Michelow, 1984 ; Brownell, Potter, Bihrle et Gardner 1986). Nous passons brièvement en revue les aspects particulièrement affectés : compréhension du langage métaphorique et idiomatique, des actes de langage indirects, ainsi que de l'humour, de l'ironie et du sarcasme.

- *Métaphores et idiomes*

Certains travaux comme ceux de Lee & Dapretto (2006) et Rapp, Leube, Erb, Grodd et Kircher (2004 ; 2007) considèrent que les activations de l'HD seraient provoquées par le traitement d'énoncés complexes et non spécifiquement par celui des métaphores. On retrouve ici une nouvelle fois l'hypothèse selon laquelle l'activation de l'HD serait soumise au degré de complexité des stimuli traités et ne serait pas susceptible de présenter une fonctionnalité spécifique. L'étude de Gagnon, Goulet, Giroux et Joanette (2003) basée sur une tâche de jugement sémantique (le sujet doit indiquer si l'amorce et la cible sont sémantiquement liées ou non) tend également à confirmer ces conclusions. Réalisé auprès de vingt patients cérébro-lésés suite à un AVC (dix patients CLG aphasiques et dix patients

CLD)[35] et de vingt sujets contrôles, leur travail indique qu'aucun phénomène de double dissociation entre les deux groupes de patients n'est présent. L'ensemble des patients présente un déficit du traitement métaphorique. L'hypothèse selon laquelle l'HD contribuerait spécifiquement au traitement du sens métaphorique n'est alors pas confirmée.

Pourtant de nombreux autres travaux (Brownell, Simpson, Bihrle, Potter et Gardner, 1990 ; Brownell, Potter et Michelow, 1984 ; Van Lancker & Kempler, 1987 ; Anaki, Faust et Kravetz, 1998 ; Mashal, Faust, Hendler et Jung-Beeman, 2008) mettent en exergue le rôle majeur que l'HD semble jouer dans le traitement du langage non littéral. Ainsi, l'étude de Brownell et *al*. (1984) a d'abord révélé une éventuelle distribution du traitement pragmatique selon le niveau connotatif (non littéral) ou dénotatif (littéral) auquel appartient le mot. Vingt patients cérébro-lésés ont été recrutés : dix CLG aphasiques (cinq ayant une lésion pré-rolandique, diagnostiqués aphasiques de Broca et cinq ayant une lésion post-rolandique, présentant une aphasie de Wernicke ou une aphasie de conduction) ainsi que dix CLD (présentant diverses étiologies et divers sites lésionnels non distinctement référencés dans l'étude). Ces patients et dix sujets contrôles sont confrontés à une tâche d'appariement sémantique, dans laquelle ils réalisent un traitement différentiel. Il apparaît que les patients CLG relient les mots en fonction de leur connotation (interprétation métaphorique, *e.g.* « *cold and hateful* » : « *froid et détestable* »), alors que les patients CLD relient les mots en fonctions de leur correspondance dénotatives (lien d'antonymie, *e.g.* « *deep and shallow* » : « *profond et superficiel* »). Ainsi, l'HG serait plus enclin à traiter le niveau dénotatif alors que l'HD contrôlerait préférentiellement le niveau connotatif.

Quelques années plus tard, Brownel et *al*. (1990) confirment ces conclusions auprès de trente-quatre sujets cérébro-lésés (parmi lesquels dix-neuf patients CLG et quinze patients CLD)[36] et dix sujets contrôles. Dans le cadre d'une nouvelle tâche d'appariement sémantique, les patients CLD ne semblent pas accéder au traitement métaphorique contrairement aux patients aphasiques. En outre, des travaux élargissant leur observations au traitement non plus de mots simples mais d'expressions idiomatiques[37] (Van Lancker & Kempler, 1987 ; Kempler, Van Lancker, Marchman et Bates, 1999 ; Myers & Linebaugh, 1981) corroborent également ces conclusions. Ainsi, Kempler et *al*. (1999), soumettant

[35] Le type d'aphasie et les sites lésionnels ne sont pas précisés.
[36] Parmi les dix-neuf CLG aphasiques : six aphasiques non fluents présentant une lésion pré-rolandique, huit aphasiques fluents présentant une lésion post-rolandique et cinq aphasiques indistinctement diagnostiqués ; parmi les quinze CLD : deux patients présentant une lésion pré-rolandique, quatre présentant une lésion post-rolandique et neuf patients indistinctement diagnostiqués.
[37] Exemple d'énoncés idiomatiques français : « *pleuvoir des cordes* », « *donner sa langue au chat* »...

quarante et un sujets cérébro-lésés (vingt-cinq CLG aphasiques et seize CLD sans trouble langagiers apparent)[38] à une tâche de compréhension d'idiomes et d'énoncés littéraux (désignation d'images suite à l'écoute de l'énoncé), indiquent que les patients CLD éprouvent davantage de difficultés que les CLG dans la compréhension des idiomes ; réciproquement, les patients CLG présentent de plus faibles résultats en compréhension littérale. Les résultats des travaux mentionnés sous-tendent un traitement parcellaire où la compréhension littérale serait contrôlée par l'HG et la compréhension non littérale par l'HD.

- *Actes de langage indirects*

Un dernier aspect pragmatique semble être perturbé chez les patients CLD : la compréhension des actes de langage indirects[39] (Foldi, 1987 ; Hirst, Ledoux et Stein, 1984 ; Weylman, Brownel, Roman et Gardner, 1989). Weylman et *al*. (1989), par exemple, notent que les quatorze patients CLD[40] soumis à une tâche de compréhension auditive, présentent des déficits sélectifs dans le traitement du contexte, et dans l'interprétation de questions indirectes. Toutefois certaines études modèrent ces conclusions. Ainsi, Champagne, Virbel, Nespoulous et Joanette (2003), indiquent que le groupe de vingt patients CLD présentant une lésion due à un AVC, n'est pas insensible aux actes de langage indirects. Leurs performances sont ici similaires à celles du groupe contrôle. Les auteurs soulignent que ces résultats pourraient dépendre au type de stimuli présentés. En effet, les actes de langage indirects employés dans leur étude sont dits conventionnels (*e.g.* « *Pouvez-vous me donner du pain ?* »). Les travaux de Dardier, Bernicot, Delanoë, Vanberten, Fayada, Chevignard, Delaye, Laurent-Vannier et Dubois B. (2011) confirment cette hypothèse. Dans leur étude, ils soumettent onze patients traumatisés crâniens présentant une lésion gauche, droite ou bilatérale[41], à une tâche de compréhension d'actes de langage indirects conventionnels. Les patients, quel que soit le site lésionnel, n'éprouvent pas difficultés, ils présentent des résultats similaires à ceux du groupe contrôle. Ces résultats nuancent ainsi les conclusions générales et permettent de signaler une nouvelle fois la possibilité d'un traitement

[38] Les patients sont atteints de tumeurs cérébrales, de maladie dégénérative du système nerveux central ou d'un trouble épileptique sévère. Le type d'aphasie rencontré et les sites lésionnels ne sont pas spécifiés.
[39] Un acte de langage indirect exprime une valeur non littérale. Par exemple « *Tu peux me passer le sel ?* » n'interroge pas sur la capacité de l'interlocuteur à procéder à l'acte, mais lui demande de l'exécuter.
[40] Parmi lesquels : quatre ont une lésion postérieure, un ont une lésion antérieure et neuf dont les lésions ne sont pas distinctement définies par les auteurs.
[41] Parmi lesquels : deux patients sont atteints d'une lésion fronto-temporale gauche, quatre patients présentent une lésion fronto-temporale droite, deux patients présentent une lésion frontale droite et trois patients présentent une lésion frontale bilatérale

parcellaire dépendant des paramètres intrinsèques aux stimuli (ici énoncés conventionnels *vs*. énoncés non conventionnels).

- *Humour, ironie et sarcasme*

De la même manière, le traitement de l'humour ou de l'ironie (Eviatar & Just, 2006 ; Kaplan et *al*., 1990) et celui du sarcasme (Tompkins & Mateer 1985 ; Weylman et *al*., 1989) semble s'effectuer grâce à l'HD.

Brownell, Michel, Powelson et Gardner (1983) réalisant une étude comportementale auprès de douze patients CLD[42], suggèrent que ceux-ci sont incapables d'établir des inférences nécessaires à l'appréhension des différents types d'humour. Dans une tâche demandant de compléter les histoires, il apparaît que seule la compréhension des événements humoristiques simples (surprise, burlesque) est préservée, la cohérence narrative, est en revanche déficitaire. Bihrle, Brownell, Powelson et Gardner (1986) confirment ces conclusions. L'étude porte sur vingt-sept patients cérébro-lésés gauches et droits : dix-sept patients CLG aphasiques et dix patients CLD[43] . Les auteurs montrent en utilisant également une tâche qui propose de compléter de courtes histoires que les patients CLG et CLD présentent des altérations différentes selon les habiletés narratives testées. Ainsi, les CLD semblent toutefois sensibles à l'élément de surprise de l'humour, mais leur capacité à établir une cohérence narrative semble altérée. Inversement, lorsque les CLG commettent des erreurs, ceux-ci restent sensibles à la cohérence narrative et parviennent à intégrer des parties de contenus de la narration mais présentent une perturbation du traitement de l'élément de surprise. Lindell (2006) notent que les travaux effectués auprès de sujets sains, en imagerie fonctionnelle et en électrophysiologie ont également permis d'observer l'activation de l'HD lors de tâches de compréhension de plaisanteries.

Une fois encore, un traitement parcellaire se dessine, et ne permet pas d'examiner le traitement le la composante pragmatique de manière intégrale. En effet, les énoncés oraux présentant des aspects humoristiques, ironiques ou sarcastiques ne devraient pouvoir

[42] Parmi lesquels : deux présentent une lésion pré-rolandique, deux présentent une lésion post-rolandique et huit présentent diverses lésions non spécifiées, certaines s'étendant à la fois sur la région pré-rolandique et sur la région post-rolandique.

[43] Parmi les CLG : sept ont une lésion pré-rolandique présentent une aphasie non fluente, neuf ont une lésion post-rolandique présentent une aphasie de conduction ou une aphasie de Wernicke, et un patient dont les troubles ne sont pas référencés ; parmi les CLD : deux ont une lésion pré-rolandique, trois ont une lésion post-rolandique, un a une lésion sous-corticale et quatre patients ont une lésion pré- et post-rolandique.

s'envisager sans les paramètres prosodiques qui participent, voire déterminent leur interprétation.

2.4.1.2 La cohérence narrative

Les lésions de l'HD semblent provoquer des troubles de l'intégration narrative. Rehak, Kaplan et Gardner (1992) ont montré dans une étude réalisée auprès de douze sujets sans trouble et de douze CLD ayant subi un AVC[44] que ces derniers, lorsqu'ils sont confrontés à une tâche de compréhension et d'interprétation de discours, éprouvent notamment des difficultés pour repérer et interpréter les discours tangentiels.

Ces déficits se retrouvent par ailleurs dans l'interprétation globale des inférences. Kaplan et *al*. (1990) et Beeman (1993) indiquent que les patients CLD présentent des difficultés à produire et à interpréter des inférences. Les patients ont tendance à accepter des associations d'énoncés non pertinentes dans le contexte narratif (Brownell et *al*., 1986 ; Wapner, Haby et Gardner, 1981). Dans la même lignée, Gardner et *al*. (1983) et Wapner et *al*. (1984) (cités dans Cook, 2002), ont soumis un groupe de patients CLD à une tâche proposant de compléter de courtes histoires, et a une tâche de rappel des événements narratifs. L'étude confirme que les patients CLD, bien que capables de reconstruire la narration, étaient dans l'impossibilité de détecter les anomalies insérées volontairement dans les stimuli narratifs. L'HD est ainsi considéré comme un « *détecteur d'anomalies* » (Gardner et *al*., 1983, cités dans Cook, 2002, p.59). La cohérence narrative relèverait alors également d'un traitement parcellaire.

L'ensemble des études référencées précédemment tendent ainsi à corroborer l'hypothèse selon laquelle le traitement des aspects pragmatiques (langage métaphorique et idiomatique, des actes de langage indirects, humour et ironie) et des aspects discursifs (cohérence narrative) serait préférentiellement contrôlé par l'HD. Mais ce postulat restant toutefois ancré dans une vision partielle relative au type de stimuli testés, peut également s'étendre à l'implication de l'HG.

[44] Parmi lesquels : un patient présentant une lésion pré-rolandique, cinq patients présentant une lésion post-rolandique, deux patients présentant une lésion étendue sur les zones pré- et post-rolandiques et quatre patients dont les troubles ne sont pas référencés.

2.4.2 La participation de l'HG dans le traitement pragmatique et discursif

Bien que la participation de l'HD semble faire consensus qu'il s'agisse du traitement des aspects non littéraux ou de celui de la cohérence narrative, certaines études mettent en relief un possible traitement bilatéral (Beeman, 1993 ; Rapp et *al*., 2004 ; Lee & Dapretto, 2006, Kacinik & Chiarello, 2007 ; Mashal et *al*., 2008).

Kacinik & Chiarello (2007), dans une étude menée auprès de soixante-quatre sujets sans trouble, notent que l'HD ne serait pas seul en charge du langage métaphorique. Sa principale fonction serait de maintenir en mémoire l'ensemble des interprétations possibles. L'HG sélectionnerait et intégrerait le sens de la phrase contextuellement pertinent. Sur un plan neuro-anatomique plus précis, Eviatar & Just (2006), dans une étude IRM*f* effectuée auprès de seize sujets sans trouble tendent à confirmer un traitement bilatéral, mais celui-ci n'envisage pas une distinction fonctionnelle entre les deux hémisphères, mais plutôt de nouveau une répartition relative aux propriétés des stimuli. Proposant une tâche de compréhension d'histoires courtes (trois énoncés) composées d'une fin littérale, métaphorique ou ironique, ils suggèrent que par rapport aux énoncés ironiques, les énoncés métaphoriques activent davantage le gyrus frontal inférieur gauche et bilatéralement le cortex temporal inférieur. Comparativement aux énoncés littéraux, les énoncés ironiques activent quant à eux davantage les gyri temporal moyen et supérieur droits.

Tout comme le langage non littéral, la cohérence narrative semble également pouvoir être soumise à un traitement bilatéral. Beeman (1993) propose une tâche de jugement de cohérence composée d'histoires courtes issues d'un précédent travail (Potts et *al*., 1988, dans Beeman, 1993) à huit patients CLD ayant subi un AVC, présentant des lésions variables (mais majoritairement dans la région temporo-pariétale), et huit sujets sans trouble. Il suggère que les deux hémisphères participent de façon conjointe au traitement des inférences : l'HD serait impliqué dans un traitement large (données contextuelles), l'HG dans un traitement plus fin (appréhension du matériel linguistique complexe, décodage littéral).

2.4.3 Conclusion sur le traitement des composantes pragmatique et discursive

Le traitement des aspects pragmatiques et discursifs bien qu’activant préférentiellement l’HD, semble être supporté par les régions temporales et frontales droite et gauche. Une fois encore cependant, les processus cognitif envisagés sont dépendant d’une vision parcellaire : la spécialisation hémisphérique semble soumise non pas aux fonctionnalités des aspects linguistiques testés, mais plutôt à la nature des stimuli engagés.

2.5 Discussion partielle : La spécialisation hémisphérique du traitement des composantes du langage

Comme nous venons de le voir, les travaux étudiant le traitement du langage ont exploré les mécanismes cérébraux relativement à chacune de ses composantes. Ils tendent notamment à préciser l'implication des lobes frontaux et temporaux, et confirment ainsi la fonctionnalité des aires de Broca et de Wernicke. Cependant, si l'HG apparaît à première vue prédominant pour le traitement des aspects phonologiques et syntaxiques, la participation de l'HD n'est cependant pas exclue. En outre, l'HD est particulièrement mobilisé dans le traitement des aspects sémantiques, et pragmatico-discursifs. La dominance exclusive de l'HG laisse ainsi place à la participation avérée de l'HD. La spécialisation hémisphérique s'envisage relativement aux stimuli étudiés, et semblent impliquer un fonctionnement cognitif et cérébral parcellaire soumis à différents facteurs :

- Le degré de complexité : plus les stimuli à traiter sont complexes plus l'activation cérébrale s'étend à l'HD,
- Le double encodage : les aspects linguistiques des stimuli seraient traités par l'HG, les aspects acoustiques les accompagnant dans l'HD,
- La nature des stimuli : certaines catégories lexicales seraient préférentiellement contrôlées par l'HG, d'autres par l'HD (noms *vs*. verbes sur le versant de la sémantique, langage littéral *vs*. non littéral sur le versant pragmatique)

L'ensemble des travaux corroborent ainsi l'activation préférentielle de certaines zones du langage relativement aux propriétés des stimuli engagés. Or, nous considérons que deux critiques principales peuvent ici émerger, à la fois sur le plan méthodologique et sur le plan théorique. Bien que s'éloignant peu à peu de la vision stricte d'un HG strictement dominant, les études restent cependant discutables. En effet, la pluralité méthodologique (études comportementales, imagerie cérébrale) enrichit certes les données dans le domaine, mais ne permet pas de valider formellement les hypothèses sur la spécialisation hémisphérique, puisque chacune d'elle révèle un aspect spécifique du traitement d'une des composantes : localisation par l'imagerie cérébrale, organisation du traitement cognitif avec des méthodes comportementales. D'autre part, la population pathologique choisie, essentiellement composée de patients ayant subi un AVC, est ici considérée comme représentative de la population cérébro-lésée. Toutefois, d'autres types de lésions peuvent également provoquer des dysfonctionnements langagiers, parfois plus subtils, comme c'est notamment le cas des

tumeurs cérébrales. Parmi les travaux précédemment cités, les rares ayant recruté des patients atteints de tumeurs (Gainotti et *al*., 1981 ; Lund et *al*., 1986) n'ont pas spécifié le type de tumeur, ni leur degré d'évolution, alors que ces indications peuvent être déterminantes pour évaluer le degré de sévérité des troubles.

En outre, l'ensemble des travaux cherchant à explorer le traitement des composantes du langage se trouve en définitive toujours circonscrit dans une vision partielle. Les unités « purement » linguistiques sont exploitées au détriment d'une approche globale de la problématique de l'oral. Seul le traitement interne à chaque composante est mis en relief. Or, la communication orale sous-tend d'une part des interactions étroites et constantes entre les composantes, mais elle est également le fruit d'une fusion d'éléments linguistiques et prosodiques.

Certains travaux tentent cependant de remédier à ces lacunes et cherchent à représenter le fonctionnement général de la compréhension du langage tout en reflétant les interactions essentielles qui coexistent entre composantes. Ainsi, le modèle neurocognitif de compréhension du langage développé par Friederici (1995, 1999, 2002, 2011), s'imprégnant autant des travaux effectués en aphasiologie que des travaux émanant de l'imagerie cérébrale (TEP, PE, IRMf) met également en exergue la spécialisation hémisphérique relative à chacune des composantes. L'auteure suggère que les processus linguistiques engagés suivent un traitement sériel en cascade, et en partie parallèle, révèle à l'aide de la méthode des PE le déroulement temporel (chronologique) des processus linguistiques. La particularité première de cette représentation est de modéliser sur un même plan les aires neuronales et les processus linguistiques activés pendant des tâches de compréhension (cf. Figure 3).

Friederici (2011) distingue trois grandes phases de traitement linguistique activant des zones cérébrales définies:

- La phase acoustico-phonologique, révélée par l'activation bilatérale d'une onde négative apparaissant 100 millisecondes après le début du stimulus (N100). L'auteure note que cette composante n'est toutefois pas spécifique au langage, mais reflète la discrimination de catégories auditives, et en cela, la considère dans la perception des sons de la parole. Celle-ci se réalise bilatéralement dans la région de l'aire de Wernicke.

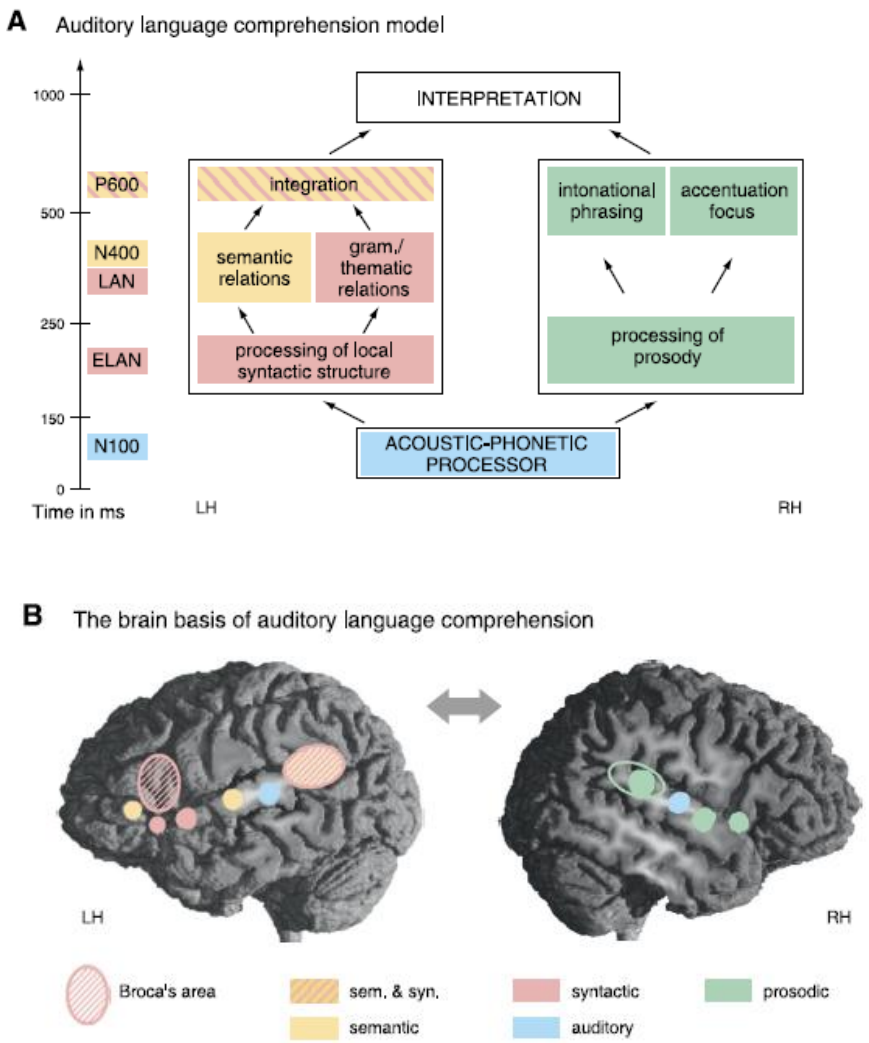

Figure 3 – Le modèle de la compréhension auditive de phrases (Friederici, 2011, p.1377)
(A-Modèle de compréhension auditive du langage ; B-Bases neurales de la compréhension auditive du langage)

- La phase syntaxique corroborée par l'observation de plusieurs ondes active la région de Broca ainsi que la région pariétale lorsque son traitement est couplé à celui de la sémantique :
    - une onde négative antérieure gauche précoce apparaissant entre 120 et 200 millisecondes (ELAN) lors de la construction syntaxique initiale.
    - une onde négative antérieure gauche apparaissant entre 300 et 500 millisecondes (LAN) lors du traitement de traits syntaxiques marquant notamment la relation grammaticale entre les arguments et le verbe, qui reflète l'affectation des relations thématiques (qui fait quoi à qui).
    - une onde positive centro-pariétale plus tardive apparaissant aux alentours de 600 millisecondes (P600) qui reflète l'intégration des aspects syntaxiques et sémantiques.

- Ainsi, la phase sémantique s'associe à l'activation syntaxique. Celle-ci se reflète par la présence d'une onde négative centro-pariétale apparaissant entre 300 et 500 millisecondes (N400).

En parallèle de l'activation de ces trois phases principales, Friederici (*ibid*.) note l'implication de la prosodie, notamment à travers son interaction avec la syntaxe. Les activations investissent les zones analogues l'HD.

François & Nespoulous (2011) relèvent des critiques non négligeables à l'égard de ce modèle. D'une part bien que défendant un approche interactive, l'investigation temporelle laisse davantage entrevoir un déroulement *bottom-up* (du bas niveau au haut niveau) plutôt modulaire et séquentiel. D'autre part, la modélisation soutenue par Friederici (*ibid*.) est fondamentalement ancrée dans une approche syntaxique, ce qui, comme le souligne François et Nespoulous (*ibid*.) est non seulement réducteur, mais d'autant plus biaisé, puisque s'il faut de nouveau le répéter, la compréhension du langage ne vaut que dans une vue d'ensemble du traitement du langage et non par le filtre de l'une de ses composantes. Cette vue d'ensemble des composantes est par ailleurs incomplète puisque les versants pragmatique et discursif sont ignorés. D'autre part, les aires neurales évoquées ne seraient vérifiables qu'à travers cette même vision syntaxique. Enfin, Friederici introduit une activation exclusive de l'HD dans le traitement de la prosodie. Or, les travaux s'intéressant à la prosodie ont une vision restreinte de ses fonctionnalités et étudient principalement ses manifestations de surface. Elle entretient pourtant des liens étroits avec l'ensemble des composantes du langage, et présente en substance une fonction structurante qui actualise des fonctions linguistiques à travers chacune des composantes. D'autre part, bien que des processus cognitifs parallèles soient envisagés dans ce modèle, la prosodie n'en demeure pas moins considérée comme une entité autonome.

Malgré ces lacunes, ce modèle n'en demeure pas moins intéressant, puisqu'il permet non seulement de croiser les données comportementales et neurologiques, et ainsi de mettre en exergue les traitements cognitifs et leurs corrélats neuronaux, mais également de considérer, bien que partiellement, des fonctions linguistiques de la prosodie.

L'ensemble des travaux effectués à ce jour reflète ainsi une approche incomplète du traitement du langage. Notre travail envisage le traitement du langage dans son ensemble, non pas par le biais de chacune des différentes composantes et des diverses catégories de stimuli qu'elles sous-tendent, mais par l'intermédiaire de la prosodie, que nous considérons

comme une porte d'accès à l'ensemble du traitement du langage oral. En effet, en plus d'actualiser des fonctions corrélées à chacune des composantes (fonctions syntaxique, lexico-sémantique, pragmatique…), elle permet de prendre en considération la notion de double encodage inhérente à tout processus verbal (aspects linguistiques et acoustiques). D'autre part, contrairement à la majorité des travaux dans le domaine, nous n'envisageons pas la prosodie pour ses manifestations de surface, mais à travers les fonctionnalités qu'elles génèrent.

3. Une description pluridimensionnelle de la prosodie

Définir la prosodie suppose de prendre en considération non seulement l'ensemble des paramètres qui la composent, mais également ses propriétés fonctionnelles. En cela, elle se conçoit comme *« un objet multi-facette »* (Delais-Roussarie, 2005). Comme le note Di Cristo (2000), explorer cette discipline requiert donc l'observation et la prise en compte de nombreux éléments :

> *« La prosodie (ou la prosodologie) est une branche de la linguistique consacrée à la description (aspect phonétique) et à la représentation formelle (aspect phonologique) des éléments de l'expression orale tels que les accents, les tons, l'intonation, et la quantité, dont la manifestation concrète, dans la production de la parole, est associée aux variations de la fréquence fondamentale (F0), de la durée et de l'intensité (paramètres prosodiques physiques), ces variations étant perçues par l'auditeur comme des changements de hauteur (ou de mélodie), de longueur et de sonie (paramètres prosodiques subjectifs). Les signaux prosodiques sont polysémiques et véhiculent à la fois des informations paralinguistiques et des informations proprement linguistiques, déterminantes pour le traitement des énoncés et leur interprétation pragmatique dans le flux du discours.» (Di Cristo, 2000, p.15)*

La prosodie se manifeste à travers plusieurs paramètres acoustiques bien définis : la fréquence fondamentale (F0), l'intensité et la durée, qui en se combinant, entrent tous trois dans la composition de paramètres prosodiques spécifiques tels que : l'accentuation, l'intonation et le rythme. En outre, comme le note Di Cristo (*ibid.*) l'ensemble de ses éléments contribuent au traitement du langage oral tant sur le plan paralinguistique que sur le plan linguistique. Bien que nous concentrant pour notre part exclusivement sur la compréhension des fonctions linguistiques de la prosodie, nous abordons brièvement cette dichotomie fortement inscrite dans les théories neuropsycholinguistiques.

3.1 Définition paramétrique

3.1.1 Les paramètres acoustiques

Les trois paramètres acoustiques spécifiques au signal de parole que sont la fréquence fondamentale, l'intensité et la durée, s'envisagent sous différentes approches : articulatoire, physique et perceptive.

- **La fréquence fondamentale (notée F0)**

Sur le plan articulatoire, elle correspond aux vibrations des cordes vocales. Sur un plan physique, elle est déterminée par le nombre d'oscillations produites en un temps donné (secondes ou millisecondes) ou le nombre de périodes par unité de temps (f=1/T). Elle est mesurée en hertz. D'un point de vue perceptif, elle définit la hauteur du son (grave ou aigu).

- **L'intensité**

Sur le plan articulatoire, elle correspond à l'amplitude du mouvement vibratoire. Sur un plan physique, elle est déterminée par la quantité d'énergie contenue dans le signal sonore pendant un intervalle de temps donné (mesurée en décibels). D'un point de vue perceptif, elle définit le volume sonore (fort ou faible).

- **La durée**

Sur le plan articulatoire, elle correspond au prolongement de l'activité phonatoire. Sur un plan physique, elle est déterminée par une période de temps (secondes ou millisecondes). D'un point de vue perceptif, elle définit l'intervalle de temps (long ou bref).

Bien que chacun de ces paramètres acoustiques puissent être étudié isolément, ils se réalisent simultanément et s'associent pour composer les paramètres prosodiques qui permettent d'élaborer et d'organiser tout échange verbal : l'accentuation, le rythme et l'intonation.

3.1.2 Les paramètres prosodiques

A la suite de Di Cristo, nous considérons l'accentuation comme étant l'élément noyau de la description prosodique, à la base du rythme et générateur d'intonation.
Les faits accentuels sont issus des variations des trois paramètres acoustiques précédemment cités (F0, intensité, durée). Selon Di Cristo (1999), l'accent se définit comme :

> *« Un fait local de proéminence (assurant la promotion d'une unité de la chaîne, principalement la syllabe) qui participe à la structuration et à la hiérarchisation des unités de la langue et du discours telles les mots, les syntagmes et les unités de rang supérieur. » (Di Cristo, 1999, p.5)*

Les manifestations accentuelles actualisent l'organisation des unités linguistiques et participent ainsi à la structuration de chaque énoncé. Leurs rôles varient également selon le type de langues étudiées. On distingue les langues à accents des langues à tons, et les langues à accent libre de celles à accent fixe. Nous proposons en figure 4 un schéma récapitulatif de ces diverses manifestations (le parcours fléché indique la direction de nos travaux). Dans nos travaux portant sur le français, nous nous intéressons particulièrement aux fonctions démarcative, hiérarchique, et emphatique qui sont véhiculées par les accents dits primaires et secondaires (voir dans ce chapitre 3.3).

Comme nous l'avions par ailleurs indiqué, tout comme les paramètres acoustiques, les paramètres prosodiques s'associent et s'intègrent dans une définition globale de la prosodie. Ainsi, les faits accentuels actualisent également le rythme et l'intonation. Les trois paramètres acoustiques précédemment décrits (F0, intensité, durée) permettent d'élaborer le patron physique du rythme. D'un point de vue perceptif, le rythme est déterminé par deux notions clés : la régularité et la temporalité. Une séquence d'événements temporellement organisés peut être perçue rythmiquement par un auditeur lorsqu'elle produit l'impression d'une régularité entre les durées des différents événements ou groupes d'événements. Le rythme se définit comme « *l'organisation temporelle des proéminences*» (Astésano, 2001). A la notion de temporalité s'adjoint celle de structure accentuelle. Dans le flux de parole, le rythme est alors caractérisé par l'alternance de syllabes accentuées et non accentuées, et par la répétition de ces patrons accentuels dans le temps. Le français, est soumis à plusieurs contraintes rythmiques.

	Langue à tons	**Langue à accents**
Définition	marquage intrinsèque d'un mot pour l'opposer à un autre	structuration et organisation. Il existe des langues à accent libre et des langues à accent fixe
Fonctions	paradigmatique	**syntagmatique**
exemples	En chinois : *má* (chanvre), *mà* (insulte), ˙*ma* (particule interrogative)	

	Langue à accent libre	**Langue à accent fixe**
Définition	-Accent non prédictible -Appris lors de l'acquisition de la forme phonologique du mot -permet d'établir une distinction sémantique entre deux mots segmentalement identiques.	-Accent prédictible, occupant toujours la même position dans le mot. -permet de structurer l'énoncé. -**Accent primaire et/ou accent secondaire**
Fonctions	distinctive, culminative	**démarcative, culminative**
exemples	En anglais : « ***TRANS**fer* » *vs.* « *trans**FER*** » (*transfert vs. transférer* : nom *vs.* verbe)	

	Accent primaire	**Accent secondaire** (existence controversée, sous réserve d'acceptation de cette théorie)
Définition	-Accent final de mot réalisé en position finale de syntagme -Marqueur de frontières -Mise en relief des informations importantes de l'énoncé	-Lié à la présence de l'accent primaire -facultatif -peut se placer sur n'importe quelle syllabe, mais prépondérance pour les 1ères et 2èmes syllabes du mot (Astésano, 2001).
Fonction	**démarcative, hiérarchique**	**rythmique, démarcative, emphatique**
exemple	En français : « *Je me pro**MENE** / dans la fo**RÊT** //* »	En français : « *Je me pro**MENE** / dans la **FO**rêt **VIERGE** //* ».

Figure 4 – Représentation du système accentuel

(Légende. La syllabe accentuée est indiquée en gras en majuscule, / et // indiquent respectivement les frontières mineures et majeures)

Étant une langue à accent fixe : l'accent se place toujours sur la dernière syllabe de la séquence rythmique (Wioland, 1984 ; Delais-Roussarie, 1995). Notons néanmoins la réalisation possible d'un accent initial soumise à des contraintes rythmiques (grand nombre de syllabes inaccentuées), structurelles (démarcation syntagmatique) ou informationnelle (mise en relief, focalisation). Ainsi, un accent est inexorablement présent dans une suite de plus de 5 ou 6 syllabes (nombre maximal de syllabes inaccentuées consécutives sans

accent). L'accent se placera alors sur la dernière syllabe de la séquence syllabique.Toute syllabe participe à la construction du rythme et révèle la structure linguistique sous-jacente. Les rôles structurel et informationnel de l'accentuation seront exploités dans nos travaux, à travers notamment les fonctions syntaxique et pragmatique qu'elle sous-tend (cf. dans ce chapitre 3.3).

Pour en revenir au fonctionnement rythmique du français, si celui-ci peut bel et bien se décrire à travers des règles prosodiques d'usage, il n'en reste pas moins lui aussi un objet composite. L'appréhension du rythme ne peut s'envisager sans le concours de deux autres paramètres : le débit et les pauses. Le débit de parole ou débit verbal, caractérisé par le nombre de syllabes produites en un temps donné, définit la vitesse d'élocution d'un locuteur. Parmi les pauses significatives (durée supérieure à 250 millisecondes) se distinguent les pauses primaires qui correspondent à des interruptions silencieuses et présupposent deux fonctions principales : une fonction biologique (reprise du souffle, respiration) et une fonction démarcative signifiant les frontières de groupes prosodiques. Les pauses secondaires correspondant à des interruptions sonores, qui apparaissent sous différentes réalisations: pause remplie (interjection du type « *euh* »), syllabe allongée et répétition de mots monosyllabiques ou de mots grammaticaux (« *et* », « *que* »), faux départ (séquence sonore incomplète ou interrompue, puis reprise). La combinaison de ces deux paramètres (débit et pause) évoque notamment des fonctions de structuration communes : une fonction expressive, qui marque le temps de construction et d'organisation cognitive du message et une fonction pragmatique, qui indique les tours de parole. D'autre part, en plus de sa configuration pluriparamétrique, le rythme se conçoit à travers une structuration complexe :

> *« […] constituée par l'interaction des niveaux lexical, syntaxique, accentuel, énonciatif et intonatif, niveaux par eux-mêmes déjà porteurs de sens et fonctionnant en relation les uns par rapport aux autres. » (Astésano, 2001, p.21)*

Cette description du rythme en tant que paramètre prosodique multidimensionnel reflète également la complexité intrinsèque de la prosodie. L'ensemble des composantes du langage est ainsi investi par la prosodie. Comme nous l'avons mentionné précédemment accentuation et rythme sont examinés au regard des proéminences sous-jacentes. Celles-ci permettent également de réaliser des patrons intonatifs.

L'intonation décrite traditionnellement comme «*la structure mélodique des énoncés* » (Léon, 1992) assure trois fonctions distinctes (Rossi, 1985) :

- Une fonction **modale**, mise en relief dans les travaux de Delattre (1966), où sont décrits 10 patrons mélodiques fondamentaux, chacun exprimant une modalité spécifique (question, continuation majeure, implication, continuation mineure, écho, parenthèse, finalité, interrogation, commandement, exclamation). Comme nous allons le voir prochainement (cf. chapitre 4.2.3.1), la très grande majorité des travaux intégrant l'étude de la prosodie se fondent essentiellement sur cette fonction.
- Une fonction **d'organisation** de l'énoncé, qui relève notamment de la structuration syntaxique (nous reviendrons plus spécifiquement sur cette fonction en l'abordant sous l'angle du système accentuel français, cf. ce chapitre 3.3).
- Une fonction **expressive**, qui permet de moduler les informations, et ainsi formuler par exemple, des énoncés ironiques, des énoncés dont certaines parties sont saillantes, etc.

Les deux dernières fonctions intonatives mentionnées (organisation, expressive) convoquent une conception plus globale de la prosodie et permettent d'entrevoir la dichotomie établie entre prosodie linguistique et prosodie paralinguistique.

3.2 Les grandes fonctions de la prosodie

Conventionnellement, la prosodie se décrit à travers la notion de double encodage. Proposée par Fonagy (1971) et reprise par Vaissière (1997), cette notion renvoie à la dichotomie fonctionnelle « prosodie linguistique *vs.* prosodie paralinguistique ».

> *« Lors du premier acte d'encodage (la Grammaire), l'encodage linguistique proprement dit, les marques prosodiques segmentent le continuum en unités de différentes tailles (syllabes, mots prosodiques, groupes de sens, phrases, etc.), concrétisent différents degrés de rupture entre les unités et expriment les modalités énonciatives (déclaration, question, etc.). La structure prosodique est en rapport avec les structures syntaxique, sémantique et pragmatique du message. […]*
> *Lors du second encodage (le Modulateur), des règles paralinguistiques, protolinguistiques de caractère motivé transforment (déforment) le message linguistique primaire et le concrétisent. Le message secondaire, affectif, gradient,*

> *apparaît comme une manière de dire, et exprime l'attitude du locuteur au sujet de ce qu'il dit, et l'état psychologique et physiologique du sujet parlant. Il exprime également la stratégie d'interaction sociale du locuteur. […] » (Vaissière, 1997b, p.3)*

Si cette précédente définition évoque une distinction franche avec d'un côté le versant linguistique, qui entretient des liens étroits avec les composantes du langage et dont le principal rôle évoqué ici est de structurer l'énoncé, et de l'autre côté, le versant paralinguistique relatif à des manifestations prosodiques permettant de discerner l'état émotionnel du locuteur ou ses intentions, Di Cristo (2004) préconise plutôt une interaction constante :

> *« Il ne faut également pas perdre de vue que l'interprétation du sens des messages transmis par la parole résulte le plus souvent d'un autre type d'interaction entre l'information apportée par le canal prosodique […] et les informations véhiculées par les autres canaux (verbaux et para-verbaux).*
> *Cette interaction est manifestement fluctuante, dans la mesure où, par exemple, l'information prosodique peut supplanter dans certains cas celle de la syntaxe et inversement, ce qui tendrait à justifier une approche interactive de la construction du sens en termes de poids relatifs apportés par les différentes composantes linguistiques (Blache & Di Cristo, 2002) et paralinguistiques. » (Di Cristo, 2004, p.110)*

Bien que nous nous inscrivions dans cette perspective, et que nous considérions l'interaction constante entre ces deux plans d'analyse, notre travail de recherche se focalisera exclusivement sur des fonctions linguistiques de la prosodie. Compte tenu du nombre de travaux évaluant cette dichotomie, notamment dans les approches neurolinguistiques auxquelles nous ferons appel, nous décrivons toutefois brièvement l'ancrage théorique relatif à ces deux notions. Notons par ailleurs que notre représentation de la prosodie ne se concevant pas au travers d'une parcellisation des paramètres ou des grandes fonctions, nous n'envisageons pas (contrairement à ce qui est signifié dans la littérature) de distinguer deux prosodies (prosodie paralinguistique *vs*. prosodie linguistique) mais plutôt deux fonctions (fonction paralinguistique *vs*. fonction linguistique). Toutefois par convention, les différents termes seront employés indistinctement dans notre travail.

3.2.1 La fonction paralinguistique (émotionnelle)

La fonction paralinguistique de la prosodie est intégrée à un plan expressif plus large, décrit par Lacheret-Dujour & Beaugendre (1999) comme le niveau ectolinguistique.

> *« Se dit de tous les éléments non linguistiques qui participent de façon active à la construction d'un énoncé. Il peut s'agir de paramètres à court terme, nous parlerons alors de facteurs paralinguistiques (situation de discours, émotivité et intention du locuteur), ou de paramètres à long terme qui influent sur la production du locuteur (personnalité du sujet, statut social, origines géographiques, etc.), nous parlerons alors de paramètres extralinguistiques. » (Lacheret-Dujour & Beaugendre, 1999)*

L'extralinguistique assume une fonction **identificatrice** basée sur l'ensemble des caractéristiques individuelles de la voix du locuteur. Ne concernant pas directement la situation de communication, la majorité des études s'intéressant au niveau ectolinguistique, se concentrent principalement sur le rôle **expressif** que la prosodie paralinguistique joue dans le discours. Notre travail actuel intégrant spécifiquement les aspects linguistiques de la prosodie, nous n'aborderons pas davantage les aspects extralinguistiques. Par ailleurs, nous décrivons brièvement ici les aspects paralinguistiques et plus particulièrement le plan des émotions (fonction émotionnelle) dans la seule perspective d'une différenciation ultérieure de leur traitement vis à vis du traitement des aspects linguistiques de la prosodie. Inspirés par Laver (1994), Lacheret-Dujour & Beaugendre (*ibid*.) indiquent que le plan paralinguistique :

> *« […] inclut les indices qui sont directement liés à la situation de communication. Il relève de l'expressivité que le locuteur véhicule dans son discours. Il dépend également de la charge émotionnelle portée par le discours : il s'agit de l'ensemble des indices de l'émotion du locuteur dont le discours porte les traces. » (Lacheret-Dujour & Beaugendre, 1999, p. 59)*

Il est traditionnellement admis que le concept général relevant de « l'émotion » se divise en deux sous-catégories. D'une part, les émotions dites « primaires » (dites aussi « émotions brutes » ou « émotions de base » dans Léon, 1993) qui se manifestent involontairement (non contrôlées) à travers les variations acoustiques, et qui correspondent à l'état psychologique du locuteur (joie, colère, peur, tristesse), et d'autre part, les émotions « *secondaires* » ou « *attitudes* », qui se manifestent volontairement (contrôlées), se définissent comme des émotions « *socialisées* » (Léon, 1993), correspondant à des « *stéréotypes prosodiques attitudinaux* » (Aubergé, 2002, p.269). Ainsi, la prosodie

paralinguistique telle que nous l'entendons relève des indices émotionnels ou affectifs, et attitudinaux que le locuteur peut initier de manière inconsciente ou intentionnelle.

Si de très nombreux travaux issus de différentes disciplines (psychologie, linguistique, neuropsycholinguistique) ont mis en relief les différents aspects émotionnels diffusés par la prosodie (Léon, 1971, 1976, 1993 ; Banse & Scherer, 1996 ; Aubergé, 2002), les travaux concernant spécifiquement la prosodie linguistique et ses fonctions sont plus rares en neuropsycholinguistique.

3.2.2 La fonction linguistique

Sur le plan théorique, l'étude de la prosodie peut se concevoir à travers deux approches différentes distinctes. D'une part la théorie des contours basée uniquement sur l'intonation : initialement développée par Delattre (1966), elle décrit les contours intonatifs globaux (fonctions modale et structurante. D'autre part, les approches métriques à l'intérieur desquelles nos travaux prennent leur source (Di Cristo, 1999 ; Astésano, 2001), et pour lesquelles le système accentuel est prééminent à l'intonation.

3.2.2.1 La théorie morphologique ou théorie des contours

Dans la grande majorité des travaux, la prosodie linguistique est envisagée essentiellement au travers de sa fonction **modale**. Elle s'intègre dans une approche énonciative relevant des concepts de *dictum* (contenu) et *modus* (modalité) (Bally, 1932, cité par Vion, 2004). La modalité, dans sa conception globale relève de plusieurs modes de transmission : tout d'abord non verbal avec l'expression de mimiques et de gestes ; puis verbal, avec les variations du lexique, de la structure de l'énoncé, et de l'intonation. C'est bien entendu sur ce dernier point que notre intérêt se porte. Comme nous l'avons mentionné précédemment, Delattre (1966), se fondant sur le mouvement des courbes intonatives (montant, descendant, plat), a décrit les dix patrons de base du français (intonèmes). Ces travaux fondateurs ont permis de mettre en exergue quatre grandes catégories modales : déclarative, interrogative, parenthétique et exclamative.

Dans la même lignée, d'autres auteurs (Vaissière, 2005 ; Martin, 1973 ; Di Cristo & Rossi, 1977 ; Léon, 1993 ; Rossi, 1999) ont développé cette théorie des contours, mais se sont éloignés de la stricte fonction **énonciative**. Ils proposent une nouvelle terminologie et invoquent des patrons intonatifs illustrant d'autres fonctions linguistiques comme la

démarcation et la **hiérarchisation**, celles-ci révélant peu à peu une fonction globale de **structuration** du langage.

Morphèmes prosodiques	Contenu	Fonctions
/IN/	Parenthèse	Extraction énonciative
/CT/	Continuatif majeur	Hiérarchisation syntaxique et énonciation
/CT+/	Continuatif majeur appellatif	Thématisation
/ct/	Continuatif mineur	Démarcation
/CC/	Conclusif majeur	Syntaxe et Rhématisation
/cc/	Conclusif mineur	Disjonction syntaxique

Tableau 1 – Morphèmes prosodiques de Di Cristo & Rossi (1977, cités par Martin Ph., 2009)

Les auteurs considèrent la prosodie comme un système où les unités primitives étudiées (morphèmes intonatifs) sont décrites dans leur ensemble comme appartenant à la fois au plan de l'expression et au plan du contenu. Des règles *intonosyntaxiques* (Martin Ph., 2009) sont développées et mettent en relief les fonctions linguistiques portées par les contours mélodiques définis (cf. tableau 1). L'hypothèse principale de cette approche suggère que l'ensemble des composantes linguistiques (la prosodie en faisant partie) est nécessaire à la production d'un énoncé. Afin d'observer et d'analyser les paramètres prosodiques et leur organisation, cette approche « *concrète* » (Delais-Roussarie, 1995) prend appui sur les mesures physiques (acoustiques) réalisant l'énoncé verbal.

Les rares travaux psycholinguistiques incluant l'étude du traitement de la prosodie linguistique investissent cette approche théorique et se restreignent donc exclusivement à examiner le traitement cognitif de la fonction modale. Or, la prosodie ne se résume pas à cette fonction. Elle peut engager par ailleurs des unités prosodiques discrètes, observables tant au niveau post-lexical qu'au niveau lexical, et ainsi permettre d'examiner les fonctions de structuration plus subtiles, essentielles au traitement du langage.

3.2.2.2 La théorie phonologique ou théories métriques et métriques autosegmentales

Issu des travaux dans le domaine de la syntaxe, le modèle phonologique a notamment été développé par de nombreux auteurs (Hirst & Di Cristo, 1984, 1996 ; Mertens, 1987 ; Di

Cristo, 1999 ; Post, 2000 ; Jun & Fougeron, 2000)[45]. Contrairement à l'approche morphologique, cette approche dite « *abstraite* » (Delais-Roussarie, 1995) n'étudie pas la prosodie à travers le repérage des paramètres acoustiques, mais plutôt à travers l'identification *« d'unités phonologiques discrètes»* (Lacheret-Dujour & Beaugendre, 1999), et relève de l'étude du système accentuel. Selkirk (1980 dans Delais-Roussarie, 2000) décrit notamment six niveaux hiérarchiques majeurs, en relation avec la structure syntaxique sous-jacente :

Niveau post-lexical
- L'énoncé phonologique : l'énoncé dans sa globalité.
- Le syntagme intonatif : associé à des contraintes syntactico-sémantiques et pragmatique
- Le syntagme phonologique : déterminé par la structure syntaxique (accent primaire)

Niveau Lexical et sub-lexical
- Le mot phonologique : unité accentuable
- Le pied : encodage de la structure rythmique de l'énoncé (accent secondaire)
- La syllabe

La structure prosodique est ici considérée comme un ensemble de constituants hiérarchisés selon leur niveau d'encodage, où deux niveaux d'analyse se distinguent : le niveau lexical et le niveau post-lexical (intégrant des constituants d'ordre supérieurs). Le modèle phonologique examine la prosodie en tant que structure incorporée à l'énoncé, structure composée de plusieurs constituants hiérarchiquement organisés selon leur niveau d'encodage phonétique.

Contrairement à la théorie morphologique qui propose une vision holistique de la prosodie où le contour est envisagé comme une unité primitive, et qui définit des contrastes prosodiques en termes de changement de direction (contours montant, descendant, etc.), les théories métriques et métriques autosegmentales se concentrent quant à elles sur les unités prosodiques déterminant l'organisation structurelle de l'énoncé. Les deux approches se rejoignent néanmoins. Elles mettent tout d'abord en relief la fonction distinctive de la prosodie. Mais surtout, elles corroborent le postulat selon lequel la prosodie établit des liens étroits avec les autres niveaux de représentation du langage.

[45] Nous ne détaillerons pas ici les différents modèles de la prosodie du français dérivant de cette approche générale : pour une revue, voir Welby (2003).

Comme mentionnée auparavant, nos travaux s'engagent spécifiquement sur le versant linguistique de la prosodie. Cherchant à élargir la conception à ce jour restreinte aux paramètres acoustiques ou à la dichotomie prosodie linguistique *vs.* prosodie paralinguistique, nous investissons plus particulièrement le traitement des fonctions de la prosodie qu'instancient les paramètres prosodiques, et observons plus particulièrement les fonctions véhiculées dans le cadre du système accentuel du français.

3.3 Vers une approche fonctionnelle de la prosodie : illustration avec le système accentuel du français

Comme indiqué précédemment, les paramètres acoustiques (F0, Intensité, Durée) s'associent et composent les paramètres prosodiques qui en se combinant, permettent de structurer le langage oral. Corroborant ce postulat, Rossi (1985) soulignait également que « *le cadre accentuel coïncide avec le groupe intonatif. L'accent est caractérisé par son intonogénie* » (p.138) : l'accent primaire (pour une illustration cf. 3.1.2) peut ainsi également permettre d'actualiser l'intonation. La distinction entre accentuation et intonation s'effectue alors à travers leur domaine d'application et leurs fonctions (Rossi, 1985). De même, comme le note Di Cristo (1999) « *toute forme de proéminence, quelle que soit sa fonction ou sa nature, participe à l'expression et à la perception du rythme* » (p.16). Les paramètres prosodiques devraient ainsi s'envisager dans une problématique globale et non parcellaire.

L'élaboration de notre protocole d'évaluation du langage vise à ainsi observer l'appréhension générale de fonctions prosodiques. Celles-ci sont envisagées à travers l'actualisation de certaines manifestations prosodiques prédéfinies et s'intègrent dans une approche métrique. Notre travail fait référence au système accentuel du français (cf. figure 4). L'accent se définit comme :

> *« (un) fait local de proéminence (assurant la promotion d'une unité de la chaîne, principalement la syllabe) qui participe à la structuration et à la hiérarchisation des unités de la langue et du discours telles que les mots, les syntagmes et des unités de rang supérieur » (Di Cristo, 1999, p.5)*

Envisagé dans sa fonction de structuration du langage oral, il se veut prédictible et ainsi soumis à des règles d'usage propre à la langue française. Deux grandes catégories d'accents coexistent : d'une part l'accent primaire (ou non emphatique), potentiellement prédictible par rapport à la structure linguistique, et qui présente principalement une fonction

hiérarchique et **structurante**, et d'autre part, l'accent secondaire (ou initial) plurifonctionnel : il peut avoir une fonction **rythmique** (interrompre une longue série de syllabes inaccentuées entre deux accents finaux primaires), une fonction de **mise en valeur sémantique** (mise en évidence de deux mots sémantiquement liés, comme dans le fameux exemple de Fonagy (1980) « *la MAjeure par**TIE*** », une fonction de **structuration**, notamment dans les cas d'ambigüité syntaxique (Astésano et *al*., 2007), ou une fonction **emphatique** ou de **focalisation**, permettant de mettre en relief un mot dans le discours (« *c'est **PA**thétique* »). Dans cette dernière fonction, l'accent initial peut parfois se porter sur la deuxième syllabe du mot lorsque celui-ci est pluri-morphémique (« *c'est im**PAR**donnable* ») et qu'il est « attiré » davantage par les structures syllabiques comportant une consonne initiale (Pasdeloup, 1990 : pour une discussion sur la pluri-fonctionnalité de l'accentuation secondaire, voir Vaissière, 1997 et Astésano, à paraître).

L'accentuation permet ainsi d'actualiser des fonctions linguistiques de la prosodie. Nous décrivons succinctement ci-après deux fonctions représentatives des relations étroites que la prosodie entretient avec les composantes du langage : une fonction syntaxique révélée par l'usage d'accents non emphatiques et une fonction pragmatique réalisée par l'usage de l'accent emphatique.

3.3.1 Fonction syntaxique de la prosodie

3.3.1.1 Les relations entre Prosodie & Syntaxe

D'un point de vue théorique, si l'importance de la prosodie dans la compréhension syntaxique n'est plus à démontrer, il reste néanmoins de nombreuses discussions autour des rapports qu'entretiennent prosodie et syntaxe (pour une description de la problématique de l'interdépendance syntaxe/prosodie, voir par exemple Auchlin & Ferrari, 1994) : Lacheret-Dujour & Beaugendre (1999) résument les différentes approchent :

> *« (i) les structures intonative et syntaxique se correspondent exactement ; (ii) la structure intonative est totalement indépendante de la structure syntaxique ; (iii) La structure hiérarchique de l'intonation est incluse dans la hiérarchie syntaxique […] » (Lacheret-Dujour & Beaugendre, 1999, p. 20)*

Les auteurs illustrent les relations qu'entretiennent prosodie et syntaxe via l'intonation, et notent que la première hypothèse ne peut être validée compte tenu du fait que plusieurs organisations intonatives peuvent correspondre à une seule et même structure syntaxique

et réciproquement (Martin, 2009). On peut ainsi considérer que la structure intonative est bel et bien associée à la syntaxe mais qu'elle peut ou non lui être congruente (Rossi, 1985). La seconde hypothèse se doit alors d'être également nuancée : si la structure prosodique peut être congruente à la syntaxe, elle n'en est alors pas totalement indépendante. Comme le souligne Di Cristo (2002) :

> *« […] l'aptitude des locuteurs à désambiguïser certaines formes d'ambiguïtés syntaxiques au moyen de la prosodie […] dénote que la syntaxe peut imposer des contraintes à la prosodie.» (Di Cristo, 2000, p.20)*

Nous ajoutons que si la syntaxe peut contraindre la prosodie, la réciproque est tout autant pertinente. En effet, les contraintes prosodiques sous-tendues par la longueur des constituants impose une structure à la syntaxe, en insérant par exemple des frontières là où la syntaxe ne le prévoit pas (Delais-Roussarie, 1995 ; Astésano et *al*., 2007). Ainsi, faisant échos aux hypothèses de la latéralisation de la prosodie auxquelles nous faisions précédemment référence, le postulat selon lequel la structure prosodique serait soumise à la structure syntaxique est discutable. Au contraire, le rôle principal de la prosodie est de révéler en surface la structure syntaxique sous-jacente. Dans cette optique, elle joue également un rôle secondaire de **désambiguïsation** de la structure d'un énoncé. Sa fonction principale **démarcative** permet de segmenter l'énoncé et de mettre en évidence des groupes de constituants.

> *« La prosodie participe ainsi à l'organisation linéaire de l'énoncé, assumant une fonction de liage et d'intégration, ou au contraire, de rupture et d'autonomie entre les groupes » (Beaucousin, Lacheret & Tzourio-Mazoyer, 2003, p.231)*

Par ailleurs, Fonagy (2003) note que pour certains auteurs tels que Léon (1972) ou Cruttenden (1970), l'approche syntaxique présuppose également une fonction **distinctive**, intrinsèquement liée à la fonction démarcative. Un processus supplémentaire lié à l'opération de démarcation se dégage : la fonction de **hiérarchisation**. Rossi (1985) note que la prosodie en même temps qu'elle participe à *« l'organisation linéaire de l'énoncé»,* concourt à *« une structure hiérarchique »* en coïncidant avec différents niveaux syntagmatiques de l'énoncé (Rossi, 1985, p. 144).

Les relations entre prosodie et syntaxe ont par ailleurs également été confirmées dans des études pratiquées en imagerie cérébrale. Steinhauer, Alter et Friederici (1999), dans une étude en potentiels évoqués, ont soumis trois groupes de sujets droitiers sans trouble à trois conditions expérimentales (vingt sujets dans l'expérience 1, vingt sujets dans l'expérience 2

et seize sujets dans l'expérience 3). Les stimuli proposés se composent de deux types d'énoncés en allemand dont l'interprétation est soumise à la segmentation prosodique (l'accent détermine les frontières) :

Ex 1 : [*Peter verspricht Anna zu* ***ARBEITEN***] [*und das Büro zu putzen*]
(« *Peter promet à Anna de travailler et de nettoyer le bureau* »)

Ex 2 : [*Peter verspricht*] # [***ANNA*** *zu entlassen*] [*und das Büro zu putzen*]
(« *Peter promet à Anna de l'aider à nettoyer le bureau* »)

A ces énoncés présentant une prosodie congruente, s'ajoute un 3ème type de phrase intégrant une prosodie incongrue. Ceux-ci sont conçus par l'assemblage des syntagmes de chacun de deux autres types d'énoncés.

Ex 3 : *[*Peter verspricht*] # [*Anna zu arbeiten*] [*und das Büro zu putzen*]
(« **Peter promet de travailler Anna et de nettoyer le bureau* »)

Lors de la première tâche, le sujet doit répondre par oui ou par non aux questions posées par l'examinateur. Celles-ci sont relatives à la compréhension des énoncés (« *Est-ce qu'Anna a promis de nettoyer de le bureau ?* »). Dans les autres expériences, les sujets doivent juger la cohérence prosodique de chaque phrase immédiatement après la tâche de compréhension. Les auteurs ont observé la variation d'une onde cérébrale (ERP) reflétant le traitement des accents de frontière (*Closure Positive Shift*, CPS) et ont ainsi souligné que les informations prosodiques accentuelles guidaient effectivement l'interprétation syntaxique d'un énoncé.

Pour résumer, bien que la problématique concernant le degré d'interdépendance effectif entre prosodie et syntaxe ne soit pas résolue, sa fonction **structurante** n'en est pas moins effective.

3.3.1.2 Actualisation de la fonction syntaxique de la prosodie

L'accentuation non emphatique joue ainsi un rôle majeur. Elle permet de révéler conjointement la structure syntaxique de l'énoncé et sa structure informationnelle. En français, l'accent non emphatique marque essentiellement la dernière syllabe du mot ou du syntagme (accentuation oxytonique). Cet accent final (noté AF) permettant de déterminer les frontières (de mots ou de syntagmes) remplit ainsi une fonction **démarcative** fondamentale. Lorsqu'il est associé à une frontière prosodique majeure d'énoncé, on peut alors lui attribuer le statut d'accent nucléaire (noté AN). AF est essentiellement marqué par l'allongement.

D'autres travaux (Astésano, 2007) tendent en outre à confirmer l'hypothèse selon laquelle la présence d'un accent initial (AI) sous-tendrait également une valeur syntagmatique. Celle-ci serait notamment investie dans l'interprétation d'énoncés syntaxiquement ambigus. La prosodie investirait ainsi une fonction syntaxique (accent final (**AF**) et accent initial (**AI**) sont indiqués en gras et en majuscules, la frontière majeure est notée (***//***) et les pauses (#))

<u>Structure 1</u> : *[[Les **GANTS]** # **//** et [les [**BAS** lisses]]]* ***AF*** ***AI***	<u>Structure 2</u> : *[[[Les gants] et [les **BAS]]** **//** [**LISSES]]*** ***AF*** ***AI/AF***

Le syntagme « *les gants et les bas lisses* », composé de deux noms suivis d'un adjectif [N1+N2+Adj.] sous-tend deux structurations prosodiques, chacune impliquant une interprétation distincte de la structure syntaxique sous-jacente:

- soit l'adjectif porte uniquement sur le second nom du syntagme (*structure 1*), seuls « *les bas* » sont « *lisses* », dans ce cas la frontière majeure est instaurée par la position de l'accent final (**AF**) sur le premier nom « ***GANTS*** », et la position de l'accent initial (***AI***) sur le second nom « ***BAS*** ». Notons la réalisation conjointe d'une pause entre les deux noms (pour une discussion voir Astésano et *al*. 2007).
- soit l'adjectif porte sur les deux noms du syntagme (*structure 2*) : *« les gants et les bas* » sont « *lisses* », dans ce cas, la frontière majeure est déterminée par la position de l'accent final (***AF***) sur le second nom « ***BAS*** » et la position de l'accent initial (***AI***) sur l'adjectif « ***LISSES*** ».

3.3.2 Fonction pragmatique de la prosodie

3.3.2.1 <u>Les relations entre Prosodie & Pragmatique</u>

Dans le cadre de la pragmatique, la prosodie intervient sur trois plans fondamentaux. D'une part elle actualise l'organisation du discours, et développe en cela une fonction **énonciative**, et d'autre part, elle permet de structurer l'énoncé en fonction du degré d'importance des informations qui le composent. Elle possède en ce sens, une fonction de **démarcation** et de **hiérarchisation.** Ces trois fonctions sous-jacentes sont notamment réalisées au moyen de la focalisation prosodique (ou emphase) et s'opèrent également par l'intermédiaire de l'accentuation.

Di Cristo (1999) prenant appui sur la théorie de la pertinence développée par Sperber & Wilson (1986) indique que la focalisation se révèle à travers la distinction de deux plans de

l'énoncé : *« des implications de premier plan (foreground) et des implications de second plan (background)* » (Di Cristo, 1999, p.11). L'auteur précise ensuite que la focalisation s'apparente plus précisément au modèle de la structure informationnelle décrit par Lambrecht (1994), puisqu'elle se réalise à travers des règles linguistiques intégrant l'ensemble des composantes du langage (lexique, syntaxe, prosodie) afin de mettre en saillance la structure pragmatique de l'énoncé.

On peut distinguer deux types d'accents emphatiques : un accent de contraste, agissant sur le plan paradigmatique, dont le rôle est de mettre en saillance une information par rapport à une autre, et un accent d'insistance, agissant sur le plan syntagmatique, dont le rôle est de révéler « *des unités syntaxiquement ou sémantiquement importantes de l'énoncé »* (Astésano, 2001, p.61). L'accent pragmatique se concrétise à travers les trois paramètres acoustiques de la prosodie : on peut observer une augmentation de la pression sous glottique et une variation de F0, et on note également un allongement de la durée de syllabe sur laquelle porte l'accent et un ralentissement du débit syllabique (Di Cristo, 1985 ; dans Astésano, 2001). Toutefois, Bagou & Di Cristo (2000) s'appuyant notamment sur les travaux de Séguinot (1977) relèvent l'importance majeure de la F0. En français, bien que la position du focus ne soit pas prédictible, il se porte plus fréquemment sur les premières ou deuxièmes syllabes du mot (Astésano, 2001). Le focus peut alors être envisagé via la présence d'un accent initial.

3.3.2.2 Actualisation de la fonction pragmatique de la prosodie

Si le rôle de l''accent final est bien connu, la fonction de l'accent initial a par ailleurs été discutée. Considéré comme un élément non essentiel et facultatif, il est initialement défini comme un accent emphatique, à valeur rhétorique ou didactique (Séguinot, 1976 ; Lucci, 1983 cités dans Di Cristo 1999), ou comme un accent secondaire (Pasdeloup, 1991). Envisagé comme un marqueur de focalisation, l'accent emphatique possède tout comme l'accent primaire une fonction de démarcation et de hiérarchisation de l'information (Rossi 1985) mais cette fois investie sur le plan paradigmatique. Il se réalise à travers une variation de l'intensité (augmentation de la pression sous glottique et modification de F0), un allongement de la durée syllabique et un ralentissement du débit syllabique (Di Cristo, 1985, dans Astésano, 2001). Di Cristo (1999) emprunte à Culicover & Rochemont (1983 ; dans Di Cristo, 1999), deux catégories de focalisation : la focalisation d'emphase et la focalisation informationnelle. Le focus d'emphase permet de caractériser l'attitude et l'affect du locuteur, en se sens, il correspond aux fonctions expressive et impressive initialement décrites par Léon (1969). Le focus d'information sous-tend deux acceptions : «focus large » lorsqu'il se

projette sur un constituant majeur (énoncé complet ou groupe), ou « focus étroit », lorsqu'il marque un constituant mineur (mot, syllabe). Di Cristo (*ibid*.) note que plus le focus est étroit et plus il peut être envisagé comme marqueur contrastif. Par ailleurs, certains auteurs auxquels nous nous rattachons (Hirst & Di Cristo, 1996 ; Di Cristo, 1999, Astésano, 2001), attestent de la valeur de focalisation informationnelle au niveau pragmatique en observant la réalisation d'arcs accentuels.

Ex : C'est la directrice qui a pris la clé ?
*Non, c'est le **DI**rec**TEUR**, qui l'a prise.*
AI** **AF

Le focus se trouve alors définit par un accent nucléaire (AF) à sa droite et un accent initial (AI) de focalisation à sa gauche (accent indiqué en gras et en majuscules dans l'exemple ci-après extrait de Di Cristo, 2000)

La description succincte du système accentuel du français que nous venons d'effectuer permet d'entrevoir les fonctionnalités linguistiques que la prosodie actualise. Notre protocole d'évaluation du langage fait ainsi appel à la fonction syntaxique et à son rôle de démarcation et d'organisation d'un énoncé, et à la fonction pragmatique révélée par le focus, qui permet également de hiérarchiser les informations de l'énoncé.
Il s'agit alors d'envisager la prosodie comme une porte d'accès aux fonctionnalités linguistiques.

3.4 Discussion partielle - La prosodie : un système complexe au service du langage oral

Dans ce chapitre, nous avons brièvement présenté la prosodie à travers les différents paramètres acoustiques (F0, intensité, durée), prosodiques (accentuation, rythme, intonation) et les deux grandes fonctions (paralinguistique et linguistique) qui la caractérisent. Si les descriptions traditionnelles admettent les relations étroites et simultanées entretenues entre ces différents plans d'analyse, elles investissent pourtant peu les fonctions sous-jacentes. Or, comme nous l'avons mentionné en filigrane, l'association de ces plans permet d'illustrer les fonctionnalités de la prosodie (cf. figure 5).

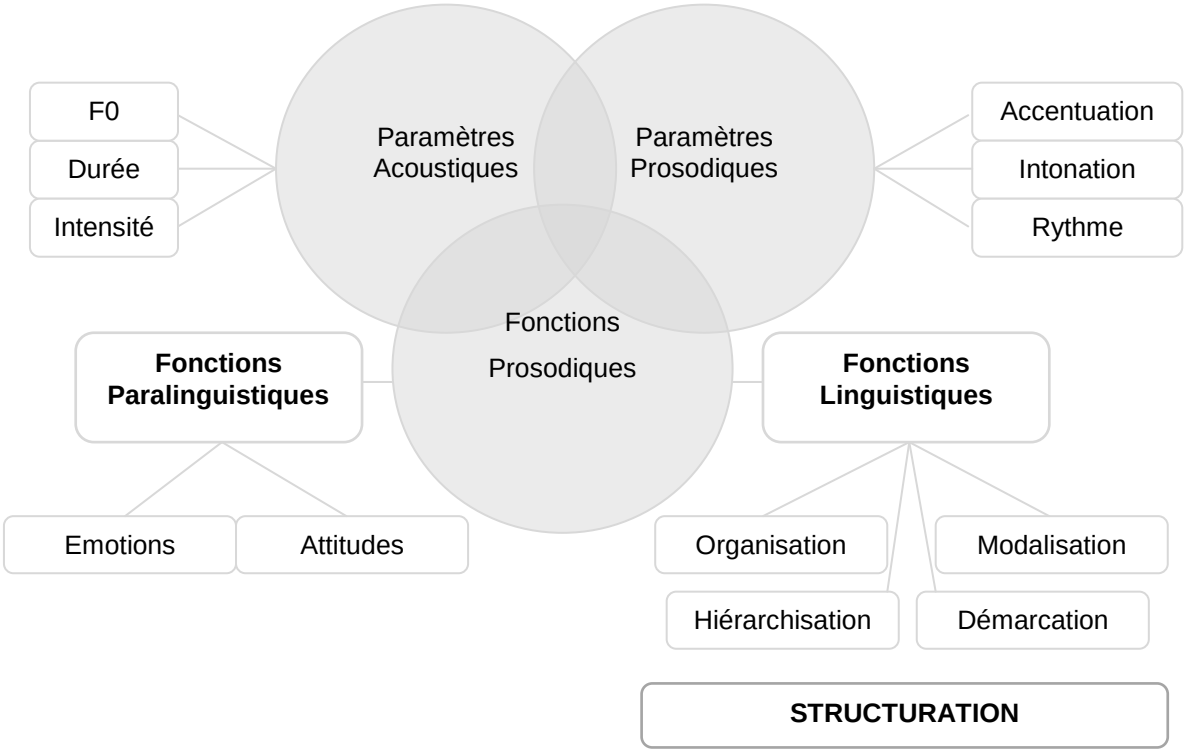

Figure 5 – Le système prosodique : Focus sur la fonction structurante des fonctions linguistiques de la prosodie

Nous envisageons la prosodie comme un système complexe incluant plusieurs sous-systèmes (paramètres et grandes fonctions). Révélés par les paramètres acoustiques, les paramètres prosodiques que sont l'accentuation, le rythme et l'intonation actualisent notamment à travers le filtre la fonction linguistique, la fonction structurante de la prosodie. Nous nous concentrons pour notre part plus spécifiquement sur le système accentuel du français et plus particulièrement sur des fonctions linguistiques instruites par l'accentuation non emphatique et emphatique. Notre travail cherche ainsi à appréhender le traitement de la

prosodie linguistique non pas par le biais de ses différentes composantes (sous-systèmes) mais par l'intermédiaire des fonctions qu'elle engage également à travers les différentes composantes du langage. Ainsi, comme nous l'avons suggéré en l'illustrant avec le système accentuel du français, la prosodie instancie les différentes composantes linguistiques telles que la syntaxe et la pragmatique. Si la prosodie permet effectivement d'accéder à ces composantes, l'examen cognitif des fonctions syntaxiques et pragmatiques par exemple pourrait être révélateur du traitement « objectif » du langage. On pourrait alors évaluer le traitement global du langage, détecter d'éventuelles anomalies de traitement de chacune de ces deux composantes par l'intermédiaire de la prosodie.

Avant d'expliciter davantage le contenu expérimental de notre travail, nous décrivons ci-après le contexte neuropsycholinguistique auquel nous nous rapportons. Influencés par les définitions restreintes et parcellaires de la prosodie (paramètres acoustiques, paramètres prosodiques, fonctions paralinguistique *vs*. linguistique), les travaux actuels concernant la spécialisation hémisphérique de la prosodie n'ont pas pour l'instant intégré une approche fonctionnelle de la prosodie.

4. Hypothèses classiques de la latéralisation de la prosodie linguistique

A ce jour, trois hypothèses principales concernant la latéralisation de la prosodie ont été proposées : la première hypothèse suggère que l'HD serait prédominant (Blumstein & Cooper, 1974 ; Zurif, 1974 ; Ross, 1981 ; Ross, Thompson et Yenkosky, 1997). Les informations prosodiques seraient intégrées aux informations linguistiques de l'énoncé via le corps calleux (Klouda, Robin, Graff-Radford et Cooper, 1988). Une deuxième hypothèse, propose d'envisager le traitement de la prosodie sous ses deux grandes fonctions : linguistique et émotionnelle. Et une troisième hypothèse propose que la latéralisation de la prosodie serait soumise au traitement de ses paramètres phonologiques et acoustiques. Cette hypothèse est soutenue par des travaux en en imagerie neuro-fonctionnelle (Liégeois-Chauvel, de Graaf, Laguitton et Chauvel, 1999, Liégeois-Chauvel, Giraud, Laguitton et Chauvel 2001 ; Zatorre, 1988, Zatorre et *al*., 1992).

4.1 La primauté de l'HD

Influencés par les descriptions traditionnelles partielles des fonctionnalités de la prosodie, les travaux considérant son traitement cognitif s'inscrivent également dans une conception tronquée, négligeant ses valeurs linguistiques. La prosodie est alors initialement considérée comme une composante externe à tout stimulus linguistique, une manifestation de surface accompagnant le langage oral. Les premiers travaux s'inspirent alors de la dichotomie classique (et toujours actuelle) opposant le traitement des stimuli linguistiques et des stimuli non linguistiques : les stimuli linguistiques seraient traités dans l'HG, les stimuli non linguistiques dans l'HD (Kimura, 1961). Dans cette optique, la prosodie n'est alors envisagée qu'à travers ses fonctions paralinguistiques.

4.1.1 Le traitement des stimuli vocaux

L'activation hémisphérique semble ainsi dépendre de la nature de l'information sonore (linguistique *vs.* non linguistique). Les travaux de Kimura (1961, 1964 ; King & Kimura, 1972), utilisant la méthode de l'écoute dichotique[46] auprès de patients épileptiques ou de participants sans trouble, posent l'hypothèse d'une asymétrie hémisphérique fonctionnelle, où l'HG serait prédominant dans le traitement de stimuli vocaux linguistiques et où l'HD contribuerait au traitement des stimuli vocaux non linguistiques (cris, pleurs, etc.). Ces résultats tendraient à confirmer que la spécialisation hémisphérique du traitement du matériel vocal - bien qu'issu d'une même source (voix humaine)- dépendrait de son contenu linguistique ou non linguistique.

Or, Belin, Zatorre et Ahad (2002), dans une étude recourant à l'imagerie cérébrale, modèrent ces conclusions. Les auteurs précisent les zones cérébrales activées chez huit participants droitiers sans trouble, lors d'une tâche d'écoute binaurale composée de sons de la parole (mots isolés et pseudo mots issus de différentes langues (français, anglais, finnois, arabe et chinois), de vocalisations (rires, pleurs, gémissements, soupirs) et de sons non vocaux comprenant des sons environnementaux (vent, pluie, bruits d'animaux, bruits de pas, voiture, sonneries de téléphones, avion…) et musicaux. Il apparaît que la voix humaine active bilatéralement la région du sulcus temporal supérieur, qu'il s'agisse de sons vocaux ou non.

[46] L'écoute dichotique se fonde sur le principe du contrôle cérébral controlatéral. Il s'agit d'un procédé d'écoute binaurale : à l'aide d'un casque audio, deux sons différents sont diffusés simultanément à chaque oreille. Si l'un des deux sons est mieux perçu par l'oreille droite, on présuppose alors une dominance de l'HG pour ce traitement et réciproquement.

La distinction préliminaire effectuée entre sons linguistiques et sons non linguistiques nous interpelle particulièrement. La prosodie imprégnant tout énoncé oral, sous-tend ces deux plans d'étude (linguistique et acoustique). Il paraît alors intéressent de s'interroger sur son traitement.

4.1.2 Le traitement de la prosodie

Les premiers travaux considérant effectivement la latéralisation de la prosodie se sont concentrés sur les paramètres acoustiques qui la composent. Ainsi, Blumstein & Cooper (1974, cités dans Zurif, 1974) dans une tâche d'écoute dichotique ont investi la perception de modalités en anglais (énoncés déclaratif, interrogatif, impératif et conditionnel). Les stimuli ont été conçus de manière à présenter soit l'énoncé avec sa modalité (condition linguistique), soit uniquement la courbe intonative « désémantisée » (condition considérée comme « non linguistique » par les auteurs). Les sujets avaient pour consigne, dans un premier temps, de distinguer dans quelle oreille était diffusé l'énoncé (condition perceptive), puis dans un second temps, d'identifier l'énoncé et sa modalité (condition linguistique), et de désigner le mouvement intonatif (condition « non linguistique »). Les auteurs notent un avantage significatif de l'oreille gauche (HD) dans les conditions perceptive et non linguistique, mais non significatif dans la condition linguistique. Ils suggèrent ainsi que l'HD est directement convoqué pour le traitement perceptif des contours intonatifs, et qu'il se joint à l'HG dans le traitement perceptif global du langage.

De même Ross (1981) en observant le comportement de patients CLD confrontés à des tâches de production, de répétition et de compréhension de la prosodie émotionnelle, a décrit un tableau clinique des troubles prosodiques. Faisant le parallèle avec la taxonomie employée pour l'aphasie, il catégorise plusieurs types d'aprosodies (motrice, sensorielle, transcorticale, etc.). Son hypothèse défend l'idée selon laquelle les fonctions prosodiques émotionnelles sont gouvernées par les régions cérébrales de l'HD, analogues à celles de l'HG prenant en charge les fonctions linguistiques. Cette approche dichotomique simplifiée, bien qu'attrayante, est vivement discutable. D'une part, la méthodologie employée reste subjective puisque la prosodie est ici considérée uniquement à travers sa fonction paralinguistique. D'autre part, l'auteur se calque subjectivement sur la taxonomie des aphasies (Gariépy-Boutin, 1993). La prosodie étant ici considérée partiellement, l'hypothèse d'une prédominance de l'HD ne peut alors être strictement confirmée. Mais elle peut néanmoins suggérer que la fonction paralinguistique de la prosodie pourrait être préférentiellement traitée dans l'HD.

4.1.3 Conclusion sur l'hypothèse de la primauté de l'HD

Les travaux étudiant l'activation hémisphérique des stimuli auditifs ont mis en exergue que le traitement cognitif et cérébral dépendait de la nature de l'information sonore (linguistique *vs.* non linguistique. D'autres travaux inspirés par cette approche ont développé l'idée que la prosodie pourrait être traitée de la même manière que des stimuli acoustiques non verbaux et ainsi être contrôlée par l'hémisphère mineur. Elle est ainsi décrite comme une composante acoustique actualisant uniquement des patrons intonatifs (émotions, modalités). Or, cette vision n'est que le reflet partiel de ce qu'est effectivement la prosodie. Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'appréhension de ce système complexe ne peut se concevoir à travers les seuls aspects acoustiques qui la composent. D'autres travaux cherchant à valoriser les fonctionnalités de la prosodie se sont alors intéressés à la distinction fonctionnelle paralinguistique *vs*. linguistique.

4.2 La latéralisation fonctionnelle : prosodie linguistique vs. prosodie émotionnelle

De très nombreuses études ont abordé la problématique de la latéralisation de la prosodie selon ses deux grandes fonctions linguistique et émotionnelle. Il apparaît que la fonction linguistique serait traitée dans HG alors que la fonction émotionnelle le serait dans l'HD (Pell & Baum, 1997b ; Wildgruber, Ackermann, Kreifelts et Ethofer, 2006).

4.2.1 Confrontation des traitements des fonctions linguistiques et émotionnelles

L'étude de Heilman et *al*. (1984 ; cités dans Baum & Pell, 1999) a testé cette distribution fonctionnelle auprès de dix-sept patients cérébro-lésés (huit patients CLD et neuf patients CLG présentant des lésions pariétales ou temporo-pariétales et une négligence de l'hémichamp gauche). La tâche d'identification concernait deux types de stimuli auditifs : des stimuli modalisés (déclaratif, interrogatif, exclamatif) et des stimuli émotionnels (joie, tristesse, colère). Les stimuli ont été présentés tels quels ou filtrés (passe-bas)[47] pour conserver le contenu segmental et supprimer le contour prosodique. Les résultats montrent que les deux groupes de patients présentent un déficit de la compréhension de la prosodie

[47] Le filtre dit passe-bas atténue les fréquences hautes, les fréquences basses sont conservées telles qu'elles.

mais les patients CLG paraissent davantage affectés sur le versant de la prosodie linguistique et les patients CLD davantage affectés sur le versant de la prosodie émotionnelle. Les auteurs émettent alors deux hypothèses : soit la prosodie est effectivement latéralisée selon ses fonctions (la prosodie linguistique contrôlée par l'HG et la prosodie émotionnelle par l'HD), soit faisant écho à la première hypothèse de latéralisation que nous évoquions (cf. chapitre 4.1), la prosodie serait dans son ensemble préférentiellement traitée dans l'HD. L'HG interviendrait lorsque la tâche réclamerait le traitement d'indices linguistiques.

Toutefois, l'étude menée par Pell & Baum (1997) auprès de dix sujets sans trouble et dix-neuf patients cérébro-lésés présentant majoritairement une lésion fronto- ou temporo-pariétale (dix patients CLG aphasiques[48] et neuf patients CLD non aphasiques) ne montre pas de déficit en prosodie émotionnelle. La méthodologie reprend celle de Heilman et *al*. (1984), et la complète en présentant les stimuli selon trois conditions distinctes : 1) contenu propositionnel et contour prosodique correspondant, 2) contenu propositionnel filtré et contour prosodique conservé, 3) contenu propositionnel conservé et contour prosodique filtré. Si les patients CLG et CLD présentent effectivement un déficit en prosodie linguistique comme c'était le cas dans les travaux de Heilman et *al*. (*ibid*.), en revanche, ils n'apparaissent pas déficitaires en prosodie émotionnelle. Les auteurs indiquent que cette divergence pourrait être conséquente aux différents diagnostics des patients. En effet, les patients recrutés dans l'étude de Heilman et *al*. (*ibid*.) présentent une lésion dans les régions pariétales ou temporo-pariétales ainsi qu'une négligence de l'hémichamp visuel gauche, alors que les patients inclus dans l'étude de Baum & Pell (1997) présentent des lésions pariétales sans hémi-négligence.

Corroborant l'hypothèse de la latéralisation fonctionnelle, d'autres équipes comme celles de Wildgruber et *al*. (2006) utilisant la méthode d'IRM*f* auprès de participants sans trouble, indiquent que la partie orbitaire du gyrus frontal inférieur droit serait dédiée au traitement de la prosodie et plus spécifiquement de la prosodie émotionnelle, et que l'activation de la partie orbitaire du gyrus inférieur bilatéral présenterait une asymétrie en faveur de l'HG lors du traitement du contenu propositionnel.

Les études confrontant les deux grandes fonctions de la prosodie semblent ainsi corroborer l'hypothèse selon laquelle l'HG traiterait préférentiellement la fonction linguistique de la

[48] Parmi lesquels : neuf présentant une aphasie non fluente, et un présentant une aphasie fluente.

prosodie et l'HD contrôlerait davantage la fonction émotionnelle de la prosodie. Or, les résultats évoqués ici conçoivent une fois de plus la prosodie à travers une définition restreinte puisque seuls deux manifestations prosodiques sont testées : les modalités et les émotions, envisagées au travers des contours intonatifs uniquement. Les travaux investissant séparément chacune des grandes fonctions (émotionnelle et linguistique) tendent à refléter un traitement cognitif distinctif.

4.2.2 Traitement de la fonction émotionnelle : Latéralisation des paramètres acoustiques

4.2.2.1 Prédominance de HD

De nombreux travaux se concentrant exclusivement sur la latéralisation de la fonction émotionnelle de la prosodie ont suggéré l'implication préférentielle de l'HD (Ross, 1985 ; Bowers, Coslett, Bauer, Speedie et Heilman, 1987 ; Ross et *al*., 1997 ; Mitchell, Elliott, Cruttenden & Woodruff, 2003)

Heilman et *al*. (1975, cités dans Baum & Pell, 1999) ont réalisé une étude auprès de six patients CLG et six patients CLD présentant des lésions temporo-pariétales. Les sujets ont été soumis à deux tâches distinctes, la première supposait de dénommer l'émotion accompagnant chaque énoncé (joie, tristesse, colère, neutre), et la seconde demandait l'identification du contenu sémantique des mêmes énoncés. Les résultats indiquent qu'aucun des deux groupes ne présente de déficit dans l'interprétation sémantique des énoncés. En revanche, les patients CLD apparaissent significativement plus déficitaires que les patients CLG dans la tâche de reconnaissance des émotions. Les auteurs concluent alors que les lésions temporo-pariétales de l'HD provoqueraient un déficit sélectif de la compréhension de la prosodie.

Dans la même lignée, une étude de Bowers et *al*. (1987), réalisée auprès de dix-sept patients cérébro-lésés ayant subit un AVC (neuf CLD et huit CLG), confirme ces résultats. Des tâches d'identification des émotions (joie, tristesse, colère et neutre) présentant des stimuli avec contenu prosodique et contenu propositionnel congruents ou non sont proposées aux patients. Les résultats indiquent que les patients CLD sont plus en difficultés que les CLG.

Les travaux de Ross et *al*. (1997), vont dans le même sens : l'HD serait prédominant dans le traitement de la prosodie émotionnelle. Dans leur travail, les auteurs évaluent la compréhension des patients CLG et CLD ayant subi un AVC : dix patients CLG aphasiques[49], douze patients CLD, et d'un groupe de seize sujets contrôles à l'aide d'une tâche d'identification composée d'énoncés prosodiquement marqués par des patterns émotionnels (joie, tristesse, colère, surprise et neutre). Les résultats des patients suggèrent que l'HD est préférentiellement impliqué dans le traitement de la fonction émotionnelle de la prosodie.

Ces résultats sont par ailleurs confirmés en imagerie cérébrale auprès de sujets sans trouble. Mitchell et *al*. (2003), utilisant l'IRMf, ont confronté trente sujets sains à différentes tâches. Les stimuli présentés sont soit porteurs d'informations prosodiques émotionnelles congruentes (joie, tristesse, neutre) soit non. Les résultats indiquent que la région temporale droite est principalement activée lors de la présentation de stimuli prosodiques émotionnels.

4.2.2.2 Participation de l'HG

Toutefois, si la prépondérance de l'HD dans le traitement de la fonction émotionnelle de la prosodie semble attestée, d'autres travaux mettent en relief une participation de l'HG. (Cancelliere & Kertesz, 1990 ; Lalande, Braun, Charlebois, et Whitaker, 1992) et tendent à montrer que les aspects plus complexes qu'elle sous-tend (comme l'interprétation sémantique) activeraient l'HG. On pourrait alors une nouvelle fois suggérer que la spécialisation hémisphérique serait soumise au degré de complexité des stimuli : un traitement de bas niveau relatif aux manifestations prosodiques émotionnelles serait soumis à l'HD, alors que le traitement de haut niveau impliquant des processus interprétatifs serait soumis à l'HG. Les travaux de Wildgruber et *al*. (2006), et de Hoekert (2010) tendent à confirmer l'hypothèse d'un traitement bilatéral de la prosodie émotionnelle, et soulignent l'activation des zones temporales droites (BA 22, BA44/45 et BA 47) dans le traitement purement prosodique (seule l'intonation est considérée) et des aires de la parole de l'HG, dans le traitement phonétique sous-tendu par la fonction prosodique engagée.

D'autres travaux ont par ailleurs précisé que le traitement de la fonction émotionnelle de la prosodie serait soumise au type d'émotions traité : le lobe frontal droit serait activé par des émotions négatives (tristesse) alors que le lobe frontal gauche le serait par des émotions

[49] Parmi lesquels trois patients aphasiques de Broca, un patient atteint d'aphasie transcorticale motrice, un patient atteint d'aphasie transcorticale sensorielle et cinq patients dont les troubles aphasiques ne sont pas identifiés.

positives (joie), (Heilman & Gilmore, 1998, cités dans Cancelliere & Kertesz, 1990; Davidson & Edman, 1989, cités dans Gariépy-Boutin, 1993).

La fonction émotionnelle de la prosodie, au même titre que les composantes du langage (phonologie, syntaxe, sémantique, pragmatique...), est décrite à travers une vision parcellaire dépendante des stimuli engagés. Deux angles de vue se distinguent : d'une part observer la dichotomie « traitement de haut niveau *vs*. traitement de bas niveau » selon laquelle l'HD prévaudrait dans le traitement de la fonction émotionnelle (bas niveau) et l'HG interviendrait dans le cadre des processus d'interprétation (haut niveau). D'autre part le traitement interne aux types d'émotions : les émotions négatives seraient préférentiellement traitées dans HD, et les émotions positives dans l'HG. Nous interrogeons alors sur le traitement différentiel (parcellaire) que la fonction linguistique de la prosodie pourrait également sous-tendre.

4.2.3 Traitement de la fonction linguistique : latéralisation des paramètres prosodiques

Certains auteurs proposent l'hypothèse d'un traitement fonctionnel parcellaire de la fonction linguistique de la prosodie, non pas directement au travers des paramètres acoustiques qui la réalisent mais plutôt au travers des paramètres prosodiques que sont l'intonation et l'accentuation.

4.2.3.1 Traitement de l'intonation : l'exemple des modalités

Dans le cadre du traitement de la prosodie linguistique, la grande majorité des études se fondent exclusivement sur le traitement de la modalité. Or, comme nous l'avons indiqué par ailleurs, bien que la modalité représente effectivement un versant linguistique de la prosodie, son étude est restreinte à l'observation des processus de bas niveau qui la composent (manifestation acoustique : courbe montante, descendante, etc.), et dans une moindre mesure à une interprétation de haut niveau. Blumstein & Cooper (1974), tendent à confirmer cette hypothèse en proposant une tâche d'écoute dichotique à des participants non pathologiques. Ceux-ci ont présenté un faible avantage de l'oreille gauche (HD) dans l'identification de la modalité. Les auteurs en ont déduit qu'en l'absence de structure segmentale signifiante, la prosodie linguistique serait davantage soumise à l'HD. L'HG serait alors activé dans le cas où des informations purement linguistique seraient requises.

Les travaux de Hirt (1994), réalisés auprès de dix patients CLG et dix patients CLD tous victimes d'un AVC et de vingt sujets contrôles, montrent également que la prosodie linguistique serait traitée par l'HD. Dans son expérience, l'auteure demande aux participants de déterminer la longueur des phrases. Les stimuli se composent de phrases déclaratives simples (*e.g. « Ce matin, le facteur a laissé sa bicyclette »*), de phrases déclaratives prépositionnelles (ajout d'un segment de trois syllabes, *e.g. « Ce matin, le facteur a laissé sa bicyclette près d'un mur »*) et de phrases prépositionnelles doubles (enchâssement de deux syntagmes prépositionnel, *e.g. « Ce matin, le facteur a laissé sa bicyclette près d'un mur dans le parc »*). Il s'avère que seul le groupe de patients CLD éprouve des difficultés dans toutes les conditions.

On se dirige ici vers la précédente hypothèse suggérant le rôle majeur de l'HD dans le traitement de la prosodie, qu'il s'agisse de prosodie émotionnelle ou linguistique. Toutefois, la modalité telle qu'elle est envisagée par les auteurs observant la prosodie, ne nous paraît pas représentative de la fonction structurante de la prosodie puisqu'il est davantage question du traitement de manifestations de surface (paramètres acoustiques). Cette approche est non seulement parcellaire puisque la prosodie linguistique ne peut se résumer au traitement de la modalité, mais également peu satisfaisante en termes d'analyse puisqu'elle sous-tend une conception modulaire et superpositionnelle de la linguistique. La prosodie est ainsi étudiée indépendamment des aspects sémantiques qu'elle actualise. Notre travail présuppose en retour de refléter les fonctionnalités linguistiques intrinsèques à la prosodie à travers l'observation des traitements de haut niveau qu'elle engage. D'autres travaux ont par ailleurs investi le traitement de l'accentuation et reconsidèrent alors l'hypothèse de latéralisation fonctionnelle.

4.2.3.2 Traitement de l'accentuation : l'exemple de l'accent lexical contrastif

Certains travaux ont observé d'autres manifestations de la prosodie linguistique (autre que la modalité). C'est le cas notamment de Weintraub, Mesulam et Kramer (1981) Behrens (1985) ou Emmorey (1987) avec l'usage de l'accent lexical contrastif en anglais[50].

Dans la lignée de l'hypothèse d'un HD exclusivement impliqué dans le traitement de la prosodie, quelle que soit la fonction invoquée, Weintraub et *al*. (1981, dans Emmorey, 1987) ont démontré que les CLD présentaient un déficit significatif dans le traitement de la

[50] Le français étant considéré comme une langue sans accent, aucune étude neuropsycholinguistique, à notre connaissance, n'a investi le traitement accentuel dans sa fonction contrastive.

prosodie linguistique, à travers des tâches de discrimination et d'identification de l'accent lexical distinctif (« *greenhouse* » : « *effet de serre* ») *vs.* « *green house* » : « *maison verte* »).

En revanche, les travaux de Behrens (1985) considérant les résultats obtenus pendant une tâche d'écoute dichotique auprès de participants sans trouble, démontrent un avantage significatif de l'oreille droite (HG) lors de l'identification de l'accent dans des paires phonémiques du type « *hotdog* » *vs.* « *hot dog* ». Ceux d'Emmorey (1987) reprennent la méthodologie de Weintraub et *al*. (1981) mais mettent en relief des résultats contradictoires, suggérant plutôt la participation de l'HG.
D'autres travaux se concentrant sur les aspects syntaxiques de la prosodie présentent des résultats en faveur de la participation de HG, qu'il s'agisse au niveau supra-lexical du marquage des frontières prosodiques ou au niveau lexical des contrastes tonals et accentuels (Di Cristo, 2002).

Comme nous le notions précédemment, les travaux examinant le traitement de la prosodie se trouvent confrontés à sa complexité intrinsèque. Les études dédiées au traitement spécifique de la fonction linguistique de la prosodie reflètent particulièrement cette vision parcellaire. La prosodie considérée dans ses aspects intonatifs, impliquant préférentiellement des processus de bas niveau (manifestations de surface, patrons acoustiques) semble contrôlée par l'HD. Alors que la prosodie envisagée à travers ses aspects accentuels, déterminant plutôt des processus de haut niveau (fonction syntaxique, démarcation), paraît être gérée par l'HG. Une nouvelle fois, les travaux laisse entrevoir un traitement cognitif parcellaire. Il nous paraît plus pertinent de considérer la prosodie à travers les fonctions qu'elle réalise, plutôt qu'à travers les manifestations de surface qu'elle révèle. D'autres approches ont cependant soutenu que la latéralisation de la prosodie était induite par un autre type de traitement parcellaire relatif aux paramètres acoustiques que la prosodie expose.

4.2.4 Conclusion sur l'hypothèse de latéralisation fonctionnelle de la prosodie

Tout comme l'hypothèse de la primauté de l'HD, l'hypothèse de latéralisation fonctionnelle est envisagée à travers une vision partielle de la prosodie. En effet, la prosodie est également considérée comme une entité indépendante des composantes du langage, et dans ce cadre étudié isolément. Elle apparaît ainsi dépourvue de toute fonctionnalité linguistique. Seuls les traitements de bas niveau étudiés à travers le filtre l'intonation sont

observés et avec eux le traitement de la modalité. Les résultats contradictoires des travaux engagés dans cette optique se justifient par cette conception morcelée. L'analyse est de fait incomplète puisqu'elle n'est étudiée ici que dans le cadre d'une description superficielle.

Considérant plus spécifiquement la méthodologie employée, l'incursion dans le domaine de la pathologie engendre inéluctablement la prise en considération de la variabilité : diversité des sites lésionnels, diversité des troubles apparents, organisation cérébrale caractéristique de chaque individu. En ce sens les résultats obtenus demeurent difficilement exploitables.

4.3 La latéralisation paramétrique

De nombreuses études utilisant notamment les méthodes d'écoute dichotique ou d'imagerie cérébrale corroborent l'hypothèse selon laquelle la latéralisation de la prosodie serait soumise aux paramètres acoustiques qui la composent.

4.3.1 Latéralisation des paramètres acoustiques

La principale hypothèse paraît s'inspirer d'un traitement parcellaire relatif aux propriétés acoustiques intrinsèques des stimuli auditif. Elle suggère que l'HG serait spécialisé dans le traitement temporel (durée) alors que l'HD le serait pour le traitement spectral (F0, intensité) (Behrens, 1989 ; Ross et *al*. 1997 ; Liégeois-Chauvel et *al*. 1999 ; Liégeois-Chauvel, et *al*. 2000 ; Zatorre, 1988 ; Zatorre et *al*., 1992, Belin et *al*., 2002, Belin, 2004 ; Robin, Tranel et Damasio, 1990).

4.3.1.1 Traitement auditif des sons non verbaux

L'étude de Robin et *al*. (1990) réalisée auprès de dix patients CLG et CLD[51] atteints d'une lésion temporo-pariétale et de cinq sujets contrôles, révèle une double dissociation. Le protocole proposé utilise des sons de synthèse (tons purs de 440Hz), et se compose de trois tâches perceptives temporelles (perception d'un silence dont la durée est manipulée entre deux sons, perception de paires de tons temporellement rapprochées dans une série

[51] Cinq CLG dont un aphasique de Broca, un aphasique de Wernické, deux atteints d'aphasie de conduction et un présentant une aphasie atypique (les auteurs emploient les termes « *atypical aphasia* » (p.543) pour signifier que type d'aphasie n'est pas référencé). Cinq CLD ont également été recrutés : trois présentent une aprosodie modérée, un présente une aprosodie moyenne et un présente une aprosodie sévère. L'aprosodie se définit comme un trouble de l'expression de la prosodie. Il se reflète notamment par une « monotonie » de la parole (intonation « plate »).

de tons, identification de la position des paires de tons temporellement rapprochées), et de deux tâches perceptives spectrales (une tâche de discrimination de tons : identification du ton différent, et une tâche « d'équilibrage » spectral où le sujet doit régler la hauteur d'un ton pour que celui-ci se rapproche du ton cible perçu). Les résultats indiquent que les patients CLG éprouvent des difficultés dans la perception d'informations temporelles, alors que les patients CLD présentent des difficultés dans la perception d'informations spectrales. Compte tenu de la localisation des lésions cérébrales, les auteurs en déduisent que la zone temporo-pariétale gauche serait dédiée au traitement des paramètres temporels du signal auditif (qu'il s'agisse de signal verbal ou non verbal), la zone homologue droite privilégiant le traitement des paramètres spectraux.

Investissant également la perception de tons purs avec la méthode de TEP, mais auprès de douze sujets droitiers sans trouble, Zatorre & Belin (2001), indiquent également que l'HG (gyrus de Heschl) est plus sensible aux stimuli lors des manipulations temporelles et que l'HD (partie antérieure du gyrus temporal supérieur, et le sulcus temporal supérieur) est davantage activé lors de la manipulation des fréquences.

Une latéralisation différentielle est aussi envisagée entre traitement temporel et traitement de l'enveloppe spectrale des sons (formants). Les travaux initiés par Belin (Belin, McAdams, Smith, Savel, Thivard, Samson S., et Samson Y., 1998a ; Belin, Zilbovicius, Croizier, Thivard et Fontaine, 1998b) utilisant les méthodes d'imagerie cérébrale (TEP, IRM*f*) auprès de sujets sains ont ainsi confirmé que le traitement temporel des stimuli auditifs de synthèse s'effectue dans l'HG et ont montré que la perception de l'intensité (manipulation des formants) était soumise à l'activation d'un réseau fronto-pariétal de HD.

Un traitement parcellaire relatif aux propriétés des stimuli auditifs est aussi discerné. Ainsi, le traitement des aspects spectraux ou des aspects temporels seraient soumis à leur caractéristique. Les fréquences basses seraient bel et bien traitées dans l'HD, mais les fréquences hautes le seraient plutôt dans l'HG (Ivry & Lebby, 1993). Les informations temporelles brèves (25 millisecondes) seraient préférentiellement traitées par l'HG, alors que les informations temporelles plus longues (150-250 millisecondes) seraient traitées par l'HD (Allard & Scott, 1975, dans Hickok & Poeppel, 2000).

4.3.1.2 Traitement auditif de la prosodie émotionnelle

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le traitement de la prosodie émotionnelle semble engager des processus de bas niveaux (manifestations de surface) : son traitement peut alors s'envisager à travers une vision « purement » acoustique.

L'étude de Van Lancker & Sidtis (1992, citée dans Cook, 2002) réalisée auprès d'un groupe de sujets pathologiques plus important que l'étude de Robin et *al*. (1990)[52] est également représentative de cette hypothèse. Les auteurs utilisant non pas des tons purs mais des énoncés présentant des patrons prosodiques émotionnels (joie, tristesse, colère et surprise).Les résultats révèlent également une double dissociation concernant la perception de la hauteur et cette du rythme (durée).

4.3.2 Latéralisation des paramètres prosodiques

Si les travaux précédemment cités semblent attester d'une spécialisation hémisphérique de chacun des paramètres acoustiques (fréquence et intensité préférentiellement contrôlées par l'HD et durée par l'HG), d'autres études soulignent la possibilité d'une distribution différentielle des stimuli selon des critères de plus haut niveau. Ainsi, les travaux de Baum et Dwivedi (2003) ont été réalisés auprès de dix patients CLG aphasiques non fluents et neuf patients CLD[53], tous ayant subi un AVC et de dix sujets contrôles. Les auteurs étudient le traitement temporel de la prosodie linguistique à travers une tâche de compréhension de phrases syntaxiquement ambigües. Cette étude suggère que les indices acoustiques de F0 globaux (intonation) correspondant aux syntagmes intonatifs sont préférentiellement traités dans HD. Réciproquement, les indices acoustiques locaux (accentuation) portant par exemple sur la syllabe, semblent traités préférentiellement par l'HG.

4.3.3 Conclusion sur l'hypothèse de latéralisation paramétrique de la prosodie

Envisager le traitement de la prosodie en fonction des paramètres acoustiques ou des paramètres prosodiques engendre diverses hypothèses reflétant la complexité interne de la prosodie. Cependant l'ensemble des résultats susmentionnés nuancent fortement

[52] Vingt-quatre patients CLG, treize patients CLD et trente-sept sujets contrôles ont été recrutés Pour rappel, cinq patients CLG et cinq patients CLD avaient participé à l'étude de Robin et *al*. (1990).
[53] Les patients CLD présentent des sites lésionnels divers.

l'hypothèse d'une distribution paramétrique stricte et nous entraînent inexorablement vers une vision étendue de la latéralisation de la prosodie. Force est de constater que considérer la prosodie à travers les sous-systèmes qui la composent reflète un traitement partiel, non représentatif de ses fonctionnalités.

Nous nous dirigeons quant à nous vers une approche globale du traitement de la prosodie en nous référant non pas à ses sous-systèmes, mais à sa fonction structurante du langage. Nous suggérons que la prosodie, en raison des liens étroits qu'elle entretient avec chacune des composantes du langage, puisse s'envisager à travers les fonctions qu'elle instancie.

4.4 Discussion partielle : du traitement paramétrique au traitement fonctionnel

Comme le montre les précédents points, le traitement de la prosodie, envisagé sous l'angle strict de ses paramètres acoustiques ou prosodiques, ou de ses grandes fonctions (linguistique, paralinguistique et plus spécifiquement ici émotionnelle) ne peut répondre à la question de sa latéralisation. La prosodie n'a d'existence qu'à travers les relations étroites qu'elle entretient avec l'ensemble des niveaux de représentation du langage.

En rupture avec les modèles séquentiels classiques, Magne (2005), inspiré comme le souligne François & Nespoulous (2011) par les travaux de Hagoort et *al*. (2003), développe un nouveau modèle interactif de la l'activation de la compréhension linguistique auditive. L'originalité de ce modèle est double. Non seulement il inclut la participation active de la prosodie, mais il relie également l'ensemble des composantes du langage, jusqu'alors présentées individuellement ou au mieux en interaction partielle avec des fonctions prosodiques. Ce modèle pose la prosodie comme une composante propre au langage, au même niveau que les autres. Ainsi, les composantes du langage (syntaxe, sémantique, pragmatique, prosodie) sont invoquées simultanément et interfèrent entre elles pendant les trois étapes de traitement qui sont envisagées : identification, intégration et fixation.

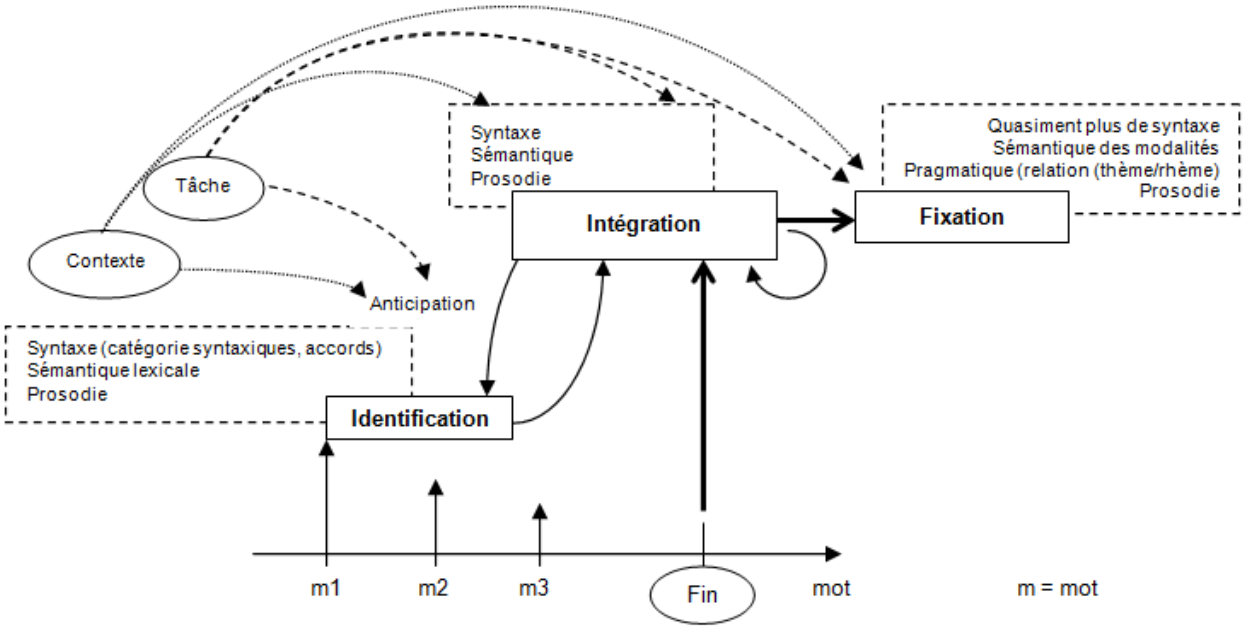

Figure 6 – Modèle de compréhension (Magne, 2005, p. 272)

Les étapes d'identification et d'intégration sont activées lors de la présentation auditive de chaque mot composant l'énoncé ; l'étape de fixation, quant à elle, ne concerne que le dernier mot de l'énoncé. Dès l'étape d'identification de mots, la fonction structurante de la prosodie intervient et permet, en segmentant le flux de parole en mots ou groupe de mots, de favoriser l'accès au lexique. Lors de l'étape d'intégration, les aspects syntaxiques, sémantiques et prosodiques interagissent pour procéder à l'interprétation de l'énoncé. Magne (2005) souligne que la participation de la prosodie permettrait notamment de structurer et d'anticiper la modalisation l'énoncé (déclaration, interrogation, etc.). Nous ajoutons à cela la contribution de l'accentuation qui permet de structurer l'énoncé en syntagmes (accents non emphatiques : accent final (AF) et accent initial (AI)), mais également de focaliser l'information (accent emphatique : focus pragmatique). Enfin, lors de l'étape de fixation, les aspects syntaxiques et sémantiques interviendraient moins, la prosodie en revanche, par l'intermédiaire de l'intonation, permettrait notamment de signaler la fin de l'énoncé et d'en préciser la modalité.

Magne (2005) envisage ainsi un modèle global intégrant l'ensemble des composantes du langage, celles-ci interagissant entre elles à chaque étape de traitement. Si la prosodie est enfin incluse dans les représentations cognitives du traitement du langage, Magne la considère cependant toujours comme une composante externe, autonome, agissant sur le même plan que les autres composantes. Or, comme nous l'avons mentionné en filigrane, la prosodie n'est pas une composante du langage dissociable des autres niveaux

linguistiques. Au même titre que syntaxe et sémantique interagissent par exemple, la prosodie doit être envisagée comme un système complexe intervenant à chaque niveau des composantes langagières. Ceci fait écho au débat sur modularité *vs.* interaction des différents niveaux linguistiques du traitement du langage (Altmann & Steedman, 1988).

Ainsi, répondre à la problématique de la spécialisation hémisphérique de la prosodie ne peut s'envisager qu'à travers l'appréhension des fonctions plus fines qu'elle assume. En faisant ce parallèle, nous suggérons que le traitement cognitif des fonctions linguistiques de la prosodie est soumis au niveau de représentation du langage invoqué.

5. Vers une modélisation du traitement des fonctions de la prosodie

5.1 Quid du traitement des fonctions syntaxique et pragmatique ?

Nos travaux visant à explorer la fonction structurante de la prosodie et sa latéralisation cérébrale, nous avons choisi d'étudier deux fonctions distinctes théoriquement contrôlées par un hémisphère différent : la fonction syntaxique et la fonction pragmatique. Ainsi, nous émettons l'hypothèse que puisque les aspects syntaxiques du langage semblent être préférentiellement traités dans l'HG, les fonctions syntaxiques de la prosodie devraient également être gérées par cet hémisphère. Et de la même manière, les aspects pragmatiques du langage étant préférentiellement traités par l'HD, nous supposons que les fonctions pragmatiques de la prosodie seraient contrôlées par ce même hémisphère.

Si l'approche théorique mettant en exergue les relations étroites entretenues entre la prosodie et les composantes du langage s'est développée, les travaux de recherche concernant le traitement cognitif et les corrélats neuro-anatomiques sous-tendant les fonctions syntaxique de la prosodie demeurent rares.

En outre, bien qu'il soit avéré, comme nous l'avons précédemment souligné, que le plan pragmatique puisse être particulièrement perturbé notamment chez certains patients CLD (altération de la compréhension du langage non littéral : métaphores et idiomes ; actes de langage indirects ; humour, ironie et sarcasme, cf. chapitre 2.4.1.1), aucune étude, à notre connaissance, n'a porté son attention sur les fonctions pragmatiques qu'actualise la

prosodie, et sur leur traitement cognitif et cérébral. Nous abordons donc ici uniquement des travaux mettant en relief la fonction syntaxique de la prosodie.

Comme l'ont montré certaines études (Marslen-Wilson, Tyler, Grenier et Lee, 1992 ; Kjelgaard & Speer, 1999), s'il est désormais avéré que les informations prosodiques sont essentielles à la compréhension syntaxique des énoncés, la question principalement posée reste celle de la primauté de la syntaxe sur la prosodie. Nous ne nous engageons pas dans cette discussion théorique et préférons nous concentrer sur les fonctions syntaxiques dégagées par la prosodie sans aborder les discussions relatives à la hiérarchisation de traitement des informations prosodique et syntaxiques.

Certains auteurs ont ainsi indiqué dans le traitement normal du langage que les indices prosodiques étaient essentiels pour délimiter les frontières de phrases et résoudre les ambigüités syntaxiques (Marslen-Wilson et *al*., 1992 ; Nagel, Shapiro et Nawy, 1994 ; Shapiro & Nagel, 1995). Dans le domaine de la pathologie, Aasland & Baum (2003) étudient trois groupes de sujets : un groupe de dix CLG aphasiques non fluents, un groupe de neuf patients CLD présentant diverses localisations lésionnelles, et un groupe de dix sujets contrôles. Ils sont soumis à une tâche de décision syntaxique composée de syntagmes auditifs du type « *pink and black and green* » (« *rose et noir et vert* »). L'interprétation des syntagmes dépend du repérage des pauses dont la durée a été manipulée :

Exemple 1 : [*pink and black*] # [*and green*]

Exemple 2 : [*pink*] # [*and black*] # [*and green*]

Les résultats indiquent que les sujets contrôles sont capables d'utiliser les indices temporels pour délimiter les frontières de syntagmes. Concernant les résultats du groupe pathologique, il s'avère que le traitement des syntagmes requiert des pauses temporellement plus longues pour les patients CLG que pour les sujets contrôles. Les patients CLD apparaissent quant à eux particulièrement déficitaires. Cette étude invoquant une fonction syntaxique de la prosodie, se contente pourtant de signaler le traitement d'un paramètre acoustique (pause). Elle corrobore ainsi davantage l'hypothèse d'une latéralisation paramétrique selon laquelle le traitement temporel serait davantage dirigé par l'HD (Behrens, 1985 ; Gandour, Tong, Wong, Talavage, Dzemidzic, Xu, Li et Lowe, 2004 ; Pell & Baum, 1997). Elle ne reflète alors pas à proprement parler le traitement de la fonction syntaxique de la prosodie.

Reprenant la méthodologie de Kjelgaar & Speer (1999), l'étude de Walker, Fongemie et Daigle (2001) souligne quant à elle l'importance de la prosodie dans l'analyse syntaxique (*parsing)*. Elle observe le comportement de deux groupes de sujets : un groupe de seize patients cérébro-lésés ayant subi un AVC parmi lesquels huit patients CLG et huit patients CLD[54], et un groupe de huit sujets contrôles. Trois conditions expérimentales sont testées : la prosodie et la syntaxe des énoncés sont congruentes, la prosodie et la syntaxe sont en conflit, ou la prosodie n'est pas marquée (*baseline*). Dans cette tâche les sujets doivent indiquer s'ils ont compris ou non l'énoncé. Les résultats dénotent qu'à la fois les CLD et les CLG semblent sensibles à la tâche. Le traitement de l'intonation ne serait alors pas soumis exclusivement à l'HD comme le suggèrent les études précédemment citées. On se dirigerait davantage vers un traitement bilatéral. Cependant, dans le cadre de cette étude, les résultats se fondent une nouvelle fois sur le traitement non pas d'une fonction mais d'un paramètre. La fonction de l'intonation n'est pas objectivement étudiée, c'est ici davantage la perception des variations de la F0 qui sont invoquées.

Nous considérons pour notre part une fonction syntaxique de la prosodie dans sa vocation de marquage syntagmatique. Nous appuyons l'élaboration de notre tâche exploratoire sur les travaux d'Astésano et *al*. (2007). Ceux-ci impliquent le traitement cognitif des proéminences : accent final (AF) et accent initial (AI). Il s'agira d'étudier le traitement de la prosodie via une tâche de désambigüisation de la structure syntaxique (cf. chapitre 7.1.1). Afin de procéder à une analyse comparative, nous avons choisi d'élaborer une seconde tâche impliquant cette fois une fonction pragmatique de la prosodie. Nous nous inspirons des travaux d'Astésano et *al*. (2004a) et de Magne et *al*. (2005), et développons dans notre protocole une épreuve mettant en relief la fonction pragmatique de la prosodie instanciée par le focus pragmatique.

5.2 Hypothèses sur la spécialisation hémisphérique du traitement des fonctions syntaxique et pragmatique de la prosodie

A travers la description de la prosodie que nous avons effectuée précédemment, nous avons mis en relief les différentes fonctions qu'elle réalise en interaction avec les différentes composantes du langage. Elle concrétise les fonctions de démarcation, de hiérarchisation,

[54] Parmi les huit patients CLG : deux présentent une lésion frontale, deux présentent une lésion fronto-pariétale, trois montrent une lésion fronto-temporo-pariétale, et un présente une lésion pariétale. Les patients CLD présentant divers sites lésionnels non référencés par les auteurs.

de modalisation et d'organisation et peut ainsi être considérée comme étant porteuse de la fonction essentielle de structuration du langage.

Nous avons pour notre part concentré notre attention sur la fonction syntaxique et la fonction pragmatique de la prosodie. Il apparaît toutefois que les rares travaux investissant cette approche conçoivent toujours la prosodie à travers la vision parcellaire de chacun de ses sous-systèmes. Ainsi, bien que le lien -toujours discuté- entre syntaxe et prosodie soit tout de même avéré (Di Cristo, 1999 ; Fonagy, 2003 ; Lacheret-Dujour & Beaugendre, 1999), les travaux cherchant à investir les aspects fonctionnels de la prosodie se limitent pourtant toujours à étudier des aspects strictement paramétriques, et se focalisent sur un paramètre isolé tel que la pause (Aasland et Baum, 2003) ou la F0 (Walker et *al*., 2001). Or, comme nous l'avons déjà souligné, l'examen des paramètres acoustiques ne saurait être représentatif d'un traitement fonctionnel, il reste tout au plus informatif du traitement de manifestations de surface.

Nous considérons pour notre part la réalisation de la fonction syntaxique de la prosodie à travers la matérialisation de l'accentuation non emphatique (accent final (AF) et accent initial (AI)). Effectuant un parallèle avec les résultats des travaux évaluant la spécialisation hémisphérique du traitement des aspects syntaxiques (Caramazza & Zurif, 1976 ; Deloche et *al*., 1989 ; Stromswoold et *al*., 1996 ; Caplan et *al*.,1996, 1999), nous suggérons que la fonction syntaxique de la prosodie serait également traitée par l'HG.

En outre, si la théorie concernant la fonction pragmatique de la prosodie est également avérée son traitement cérébral, à notre connaissance, reste à ce jour inexploré. Dans le cadre de la pathologie du langage, ce manque d'intérêt pour la fonction pragmatique est historiquement issu des théories localisationnistes prônant un HG dominant. En effet, bien qu'il soit désormais avéré que les troubles pragmatiques soient provoqués par des altérations de l'HD, ceux-ci restent peu considérés. La prise en charge des troubles du langage consécutifs à une lésion de l'HD commence tout juste à se développer. Nous considérons la fonction pragmatique de la prosodie à travers la focalisation actualisée par l'accentuation emphatique (focus). Effectuant également un parallèle avec les résultats des travaux examinant la spécialisation hémisphérique du traitement des aspects pragmatiques (entre autres : Joanette et *al*., 1990, 1991 ; Gagnon et *al*., 2003 ; Dardier et *al*., 2011 ; Tompkins, 2012), nous supposons que la fonction pragmatique de la prosodie serait préférentiellement contrôlée par l'HD.

Pour résumer, bien que les fonctions principales de la prosodie et leurs liens étroits avec les autres niveaux de représentation du langage soient établis, la fonction structurante primordiale qu’elle initie se révèle inexplorée. Notre objectif suggère de réintégrer la prosodie à la place centrale qui est la sienne dans la problématique du traitement du langage. Nous soulevons également dans notre travail la question de sa latéralisation à travers l’hypothèse non plus d’un traitement partiel relatif à chacune des caractéristiques des composantes mais d’un traitement fonctionnel.

Notre protocole inscrit dans une approche clinique est proposé à des patients CLG et CLD présentant des lésions tumorales (gliomes de bas grade). La prochaine partie sera consacrée à la présentation de la méthodologie que nous avons développée.

PARTIE 2

EXPERIMENTATION

6. Contexte Expérimental

6.1 Une problématique interdisciplinaire

6.1.1 Évaluation du langage dans la pratique orthophonique courante

L'intervention de l'orthophoniste se conçoit à travers quatre objectifs principaux : dépister les personnes atteintes de troubles du langage, définir ces troubles et leur impact sur la qualité de vie, préciser un diagnostic, et orienter la prise en charge orthophonique (Côté, Moix et Giroux, 2004). Sa pratique clinique s'appuie principalement sur des batteries d'évaluation du langage. Or, la grande majorité d'entre-elles est élaborée principalement à partir des données issues de l'aphasiologie. Les aspects plus subtils de la communication comme les compétences pragmatiques, discursives et prosodiques, préférentiellement traitées dans l'HD ne sont de ce fait que peu abordés. Ainsi, alors même que les déficits langagiers sont pourtant avérés dans ces domaines (rappelons ici que Joanette et *al*., 2004 ont pu déterminer que 50% des CLD présentent effectivement des troubles de la communication), le dépistage des patients CLD, n'est que rarement réalisé (Prod'homme, 2010). L'étude de Côté, Moix et Joanette, (2003, cités dans Côté et *al*., 2004) menée au Québec, révèle que dans 80% des cas, les patients CLD sont orientés en consultation orthophonique pour des troubles moteurs (dysarthrie, dysphagie, paralysie faciale) et non pour des troubles de la communication. La description des déficits langagiers et les conséquences sur la vie quotidienne de cette population sont pourtant reconnues (pour une revue voir Joanette & Monetta, 2004). Cependant, comme le note Myers (1999, cité dans Moreau-Le Cam, 2010), compte tenu de l'hétérogénéité des profils d'atteinte de la communication verbale, aucun inventaire précis n'est à ce jour déterminé. Il est donc difficile pour les praticiens de définir une intervention adaptée.

Cette problématique s'étend également au niveau de la reconnaissance terminologique des troubles. Si certains auteurs privilégient l'appellation « troubles cognitivo-communicatifs » (Tompkins, 1995, Myers, 1999 ; cités dans Côté et *al*., 2004), d'autres préconisent d'intégrer ces troubles au tableau clinique de l'aphasie (Joanette & Ansaldo, 1999, cités dans Côté et *al*., 2004). La situation actuelle s'ancre dans un cercle vicieux : une prise en charge appropriée des patients CLD ne peut être appliquée car les évaluations disponibles sont

rares ; et les évaluations sont rares car les troubles de la communication des patients CLD ne sont pas formellement recensés.

Afin de combler ces lacunes, Moreau-Le Cam (2010) a réalisé une étude auprès de patients atteints de tumeurs cérébrales afin de vérifier la présence de déficits langagiers dans la population CLD. Pour ce faire, elle répertorie les bilans adaptables aux patients CLD crées en langue française. Elle relève ainsi l'existence d'évaluations non spécifiquement conçues pour la population CLD, mais indiquées pour l'observation des aspects pragmatiques et discursifs, ainsi que dans une moindre mesure des aspects prosodiques habituellement déficitaires chez ces patients. Nous les reprenons brièvement ci-après :

- **L'Echelle de Communication Verbale de Bordeaux (ECVB).** Cet entretien semi-dirigé (34 questions) conçu par Darrigrand et Mazaux (2001), évalue dans leur ensemble les compétences communicatives des patients aphasiques (expression des besoins et des intentions, conversation, utilisation du téléphone, achats, communication dans les relations sociales, lecture et écriture).
- **La batterie de Neufchâtel** (Buttet Sovilla, Correa, Clarke et Grosjean, 2006), non éditée à ce jour, vise quant elle à évaluer la compréhension orale des patients aphasiques aux niveaux phonétique, lexical, morpho-syntaxique, mais aussi sémantico-pragmatique et prosodique. L'épreuve de prosodie développée nous intéresse particulièrement (elle sera par ailleurs source d'inspiration de futurs travaux, cf. chapitre 10.2). Le patient doit interpréter l'organisation du discours et détecter si l'énoncé proposé est achevé ou non, en se focalisant sur la présence de pauses et sur les variations intonatives (l'intonation descendante indiquant la finalité). Cette tâche, exploitant une fonction structurante de la prosodie permet ainsi de déceler un trouble éventuel de la gestion des tours de parole. D'après Baum et Pell (1997, 1999), 93% des sujets aphasiques réussissent la tâche. A notre connaissance, aucun résultat concernant la population CLD n'a été recueilli à ce jour.
- **Le Test Lillois de Communication (TLC)** crée par Delacourt et *al*. (2000), propose quant à lui d'évaluer les compétences des patients CLG et CLD. Il se compose de trois grilles d'items. La première, relative à l'attention et la motivation à la communication, observe la capacité du patient à entrer en interaction avec autrui et à s'adapter à la situation de communication. La deuxième grille évalue la communication verbale, à travers l'observation de la compréhension verbale du patient, et de son expression notamment par l'évaluation de la capacité du patient à élaborer un discours informatif et pertinent. La troisième grille d'items examine des

aspects de la communication non verbale, à travers notamment l'expressivité du patient (dont les variations prosodiques nécessaires à la transmission des états émotionnels et affectifs) et l'informativité de la communication non verbale (au niveau pragmatique interactionnel, les variations prosodiques signalant l'arrêt ou la poursuite du discours sont observées, tout comme dans la batterie de Neufchâtel). Les auteurs indiquent dans la présentation de ce test que la latéralisation hémisphérique de la lésion influence effectivement les résultats : les sujets CLG présentent une atteinte sévère de l'attention et de la motivation, de la communication verbale et dans une moindre mesure de la communication non verbale (production de gestes référentiels perturbée). Les sujets CLD apparaissent principalement déficitaires en communication non verbale, dans les items d'expressivité et de « pragmatique interactionnelle » (Delacourt, Wyrzykowski, Lefeuvre, et Rousseau, 2000).

D'autres épreuves revendiquent une utilité spécifique auprès des patients CLD comme le protocole de Duchêne May-Carle (2000, dans Moreau-Le Cam, 2010) qui vise à évaluer la gestion de l'implicite à travers l'interprétation d'inférences. Mais à notre connaissance, un seul outil intègre explicitement l'ensemble des plans langagiers spécifiquement altérés chez les CLD (atteintes pragmatiques, discursives, lexico-sémantiques et prosodiques) : le protocole Montréal d'Évaluation de la Communication (MEC) élaboré par Joanette, Côte et Ska (2004). Il se compose d'un questionnaire visant à détecter la présence ou non d'anosognosie[55] et de 14 épreuves de langage : une tâche de discours conversationnel, trois tâches d'évocation lexicale (libre, sur critère orthographique, sur critère sémantique), une tâche de jugement sémantique, une tâche d'interprétation de métaphores (nouvelles et idiomatiques), une tâche d'interprétation d'actes de langage (directs et indirects), deux tâches de discours narratif (compréhension et rappel de l'histoire) et cinq tâches concernant le traitement de la prosodie (expression et compréhension de la prosodie linguistique et de la prosodie émotionnelle). Outre le fait que ce protocole investit les quatre plans d'habiletés les plus communément altérés dans la population CLD (pragmatiques et discursifs, lexico-sémantiques, prosodiques) et cela sur les versants expressif et réceptif, il est également le seul de ce type à avoir été développé en langue française. Toutefois, ce protocole n'est pas sans faille. Sur le plan du contenu, certains aspects ont été négligés : les traitements de l'humour, du sarcasme, et de l'ironie ne sont pas évalués. Tout comme Bischof (2010) le mentionnait en ce qui concerne l'évaluation du discours, nous constatons pour notre part

[55] Trouble neuropsychologique fréquemment rencontré dans la population CLD. Le patient anosognosique n'a pas conscience de son état pathologique.

que ce protocole, malgré ses efforts pour examiner la prosodie dans ses grandes fonctions reste très incomplet. Il se limite inexorablement en ce qui concerne la prosodie linguistique à l'étude des modalités (affirmative, interrogative et impérative), manifestions de surface peu représentatives des multiples fonctions structurantes qu'exprime la prosodie.

Le protocole MEC est cependant toujours le seul aujourd'hui à proposer une évaluation normalisée pour la population CLD. Notons par ailleurs, comme le précisent les auteurs (Joanette et *al*., 2004) qu'il ne se restreint pas à la population CLD et peut être proposé à l'ensemble des patients susceptibles de présenter des troubles acquis de la communication verbale (CLG, patients atteints de traumatisme crânien, ou de démence). Il nous paraît toutefois important de préciser que dans le cadre de la prise en charge des patients présentant des tumeurs, il ne se substitue pas à d'autres bilans, mais plutôt les complète en proposant un examen plus spécifique des aspects pragmatiques, discursifs, lexico-sémantiques et prosodiques qui ne seraient pas développés par d'autres tests. Dans le cadre du travail de Moreau-Le Cam (2010), une évaluation des troubles du langage adaptée aux patients présentant des tumeurs gauches et droites a ainsi été élaborée à partir de bilans standardisés. Des épreuves du protocole MEC ont notamment été sélectionnées pour évaluer les fonctions préférentiellement traitées par l'HD (épreuves de traitement de la prosodie, des métaphores) ou par les deux hémisphères (épreuves de traitement du discours, évocations lexicales) (pour une description des épreuves du bilan adapté, cf. chapitre 7.3.2).

Les orthophonistes déplorent ainsi l'absence de bilans plus complets dans leur champ d'intervention classique comme le diagnostic et la remédiation. Nous allons voir que cette situation est encore plus prégnante dans le cadre spécifique de la chirurgie éveillée, où aucune évaluation adaptée n'est recensée. Cette méthode d'exploration directe des fonctions cérébrales, nous intéresse tout particulièrement dans ce travail. Notre problématique initiale s'étend ainsi également au contexte de la neurochirurgie et renforce la démarche pluridisciplinaire à l'origine du protocole d'évaluation de la prosodie que nous proposons.

En effet, si les bilans actuels testent isolément chacun des niveaux du langage engagé dans la production et/ou la compréhension, notre protocole aspire quant à lui à explorer les fonctions du langage, et ce, en considérant les interactions patentes qu'entretiennent les différentes composantes (prosodique, lexicale, syntaxique, sémantique, pragmatique, discursive…). De plus, il se veut également adapté à la pathologie tumorale, qu'il s'agisse

de patients atteint de gliome gauche, ou de patients atteint de gliome droit, et ambitionne de pouvoir être utilisé par les praticiens tant dans le contexte général de la prise en charge du patient (diagnostic et suivi), que dans le cadre éminemment spécifique de la chirurgie éveillée.

6.1.2 Évaluation du langage en chirurgie éveillée

Selon ses propriétés, sa localisation et son évolution, l'exérèse[56] d'une tumeur cérébrale peut être préconisée. La coopération de l'orthophoniste est primordiale pour évaluer les compétences et les atteintes langagières du patient. Une évaluation initiale, pré-opératoire, est conduite pour établir le bilan langagier de référence. Une seconde évaluation, post-opératoire, est ensuite réalisée pour réexaminer les fonctions langagières et proposer au patient une prise en charge adaptée lorsque que cela s'avère nécessaire.

Mais la présence de l'orthophoniste peut également être requise pendant l'intervention chirurgicale, quand celle-ci se déroule en condition « éveillée ». Orthophoniste et neurochirurgien collaborent pour déceler toute anomalie fonctionnelle qui pourrait être initiée par la manipulation de la zone cérébrale lésée. La préservation des régions fonctionnelles « essentielles » est sous-tendue par la modélisation préalable de la cartographie cérébrale du patient.

6.1.2.1 La méthode de stimulation électrique directe (SED)

Cette méthode de cartographie cérébrale a été initiée dans les années 1930, puis par les travaux de Penfield et Roberts (1963). Les chercheurs, étudiant alors les fonctions cérébrales des hémisphères, utilsent cette technique notamment dans le traitement de l'épilepsie. L'objectif est de retirer la zone cérébrale lésée provoquant l'épilepsie tout en préservant les fonctions cognitives du patient. La technique consiste à pratiquer une craniotomie[57] sous anesthésie locale, laissant ainsi le patient conscient et capable de communiquer pendant l'intervention neurochirurgicale. Cet état d'éveil du patient permet à l'équipe clinique de tester, à l'aide d'une sonde électrique, la fonctionnalité langagière de certaines zones cérébrales. Quand une zone dévolue au langage est stimulée, la parole du patient se trouve perturbée (arrêts aphasiques). Par ce biais, les auteurs ont ainsi confirmé les conclusions historiques de Broca (1865) et Wernicke (1874) et ont attesté que le cortex

[56] Les termes ablation et résection seront également indistinctement employés.
[57] Ouverture de la boîte crânienne permettant l'accès direct au cerveau.

périsylvien de l'HG est largement impliqué dans le traitement du langage (production et compréhension). Toutefois, ces travaux, ainsi que ceux de Ojemann G., Ojemann J., Lettich, et Berger (1989), puis plus tard de Galaburda, Rosen et Sherman (1990 dans Séron & Jeannerod, 1998) ont révélé que les régions du langage signalées à l'aide de cette méthode ne coïncident pas strictement avec celles décrites par ailleurs dans les ouvrages de référence. L'identification des zones corticales fonctionnelles semble soumise à une importante variabilité individuelle. Celle-ci se révèle particulièrement dans le domaine de la pathologie tumorale. Le développement plus lent de certaines tumeurs favorise l'action de la plasticité cérébrale et autorise ainsi la réorganisation de fonctions langagières. La chirurgie éveillée avec SED se révèle alors être une méthode particulièrement intéressante dans la pratique clinique puisqu'elle permet d'établir la cartographie cérébrale personnalisée de chaque patient.

Comme le précise la majorité des auteurs contemporains (Duffau, 2011 ; Gatignol et Duffau, 2007 ; Lubrano, Roux et Démonet, 2012), la chirurgie éveillée soulève toutefois deux questions antagonistes. Elle suppose de maximiser l'exérèse de la tumeur tout en préservant (voire en améliorant) les fonctions cognitives du patient. La technique de SED a ainsi pour objectif principal d'optimiser le rapport bénéfice/risque de la chirurgie (Duffau, 2011) en appréhendant au mieux l'architecture fonctionnelle du cerveau. Lubrano et *al*. (2012), signalent toutefois que les corrélations neuro-fonctionnelles sont soumises à certaines restrictions neurophysiologiques (nature et localisation de la lésion, phénomènes de plasticité) et méthodologiques (sonde unipolaire *vs.* bipolaire, intensité du courant électrique et fréquence de stimulation) et doivent donc être interprétées avec précaution.

La chirurgie éveillée avec SED demeure néanmoins à ce jour la méthode la plus fiable et la plus précise. En effet, si les techniques d'imagerie (IRM*f*, TEP, MEG)[58] participent sans conteste à l'élaboration de cartographies cérébrales, elles ne permettent pas d'explorer ni de définir précisément les zones fonctionnelles essentielles. Duffau (2011), commentant les applications de l'IRM*f*, note que cette technique permet certes de détecter l'ensemble des structures corticales relatives aux zones « éloquentes », mais qu'elle manque néanmoins de fiabilité. Dans le cadre spécifique du traitement des gliomes, l'auteur souligne que la sensibilité de l'IRM*f* reste approximative. Elle est de l'ordre de 71% pour la motricité et de 66% pour le langage. D'autre part, cette technique d'imagerie ne permet pas de distinguer les sites fonctionnels essentiels de ceux également activés mais non fondamentalement

[58] IRM*f*, TEP, MEG : Imagerie par Résonance Magnétique-fonctionnelle, Tomographie par Émission de Positrons, Magnéto-EncéphaloGraphie

reliés à la fonction. La chirurgie éveillée permet quant à elle de détecter précisément les zones essentielles et favorise ainsi une résection maximale de la zone tumorale. Les patients bénéficiant de cette technique présentent non seulement moins de séquelles, mais connaissent en plus une récupération fonctionnelle plus rapide que les patients soumis à une chirurgie réalisée sous anesthésie générale. Leur qualité de vie est ainsi grandement améliorée et leur durée de survie augmentée (Sanai & Berger, 2008, cités dans Duffau, 2011).

Notons par ailleurs que cette technique est particulièrement recommandée pour les patients atteints de tumeurs gauches mais rarement appliquée auprès des patients atteints de tumeurs droites. Ainsi, tout comme la majorité des bilans de langage, le protocole de chirurgie éveillée n'évalue que les fonctions du langage préférentiellement activées dans l'HG : seuls les patients présentant une tumeur gauche, et de fait une aphasie déclarée ou susceptible d'être induite par l'exérèse, bénéficient alors d'une évaluation langagière. La chirurgie éveillée peut toutefois être indiquée chez les patients atteints de tumeur droite, lorsque ceux-ci sont gauchers et présentent une latéralisation droite du langage, ou dans l'éventualité de patients droitiers présentant une lésion à proximité d'une zone fonctionnelle motrice[59] (lobe frontal), mais dans ce dernier cas, l'évaluation langagière n'est pas requise. Or, comme nous l'avons mentionné par ailleurs (cf. chapitre 2), il est aujourd'hui avéré que l'HD est aussi impliqué dans le traitement du langage.

6.1.2.2 Tâches langagières et procédures utilisées en chirurgie éveillée

La technique de la chirurgie éveillée suppose la mise en place d'une procédure clinique spécifique. Une fois que le patient a effectivement repris conscience, l'orthophoniste[60] lui propose alors d'effectuer des tâches langagières. Lors de leur réalisation, le neurochirurgien applique une sonde électrique directement à la surface du cerveau (ou parenchyme cérébral), particulièrement dans la zone où la tumeur s'est infiltrée. La stimulation électrique déclenche une lésion « virtuelle » (Lubrano et *al*., 2012) qui peut avoir ou non des conséquences sur le comportement langagier du patient. Si aucune réaction n'est perceptible, la zone stimulée peut être réséquée sans affecter les fonctions testées. En revanche, l'apparition d'un symptôme aphasique (anomie, paraphasie, arrêt du discours,…) témoigne de la fonctionnalité de la zone cérébrale. Celle-ci est alors préservée de l'ablation.

[59] Dans ce cadre précis, les praticiens utilisant la méthode de SED demandent par exemple au patient de bouger les muscles des membres controlatéraux (main gauche, bras gauche, jambe gauche…) pour contrôler leur mobilité et éviter toute paralysie éventuelle.
[60] Les épreuves peuvent aussi être dirigées par un neuropsychologue ou un neurologue.

Dans la pratique, pour réduire le risque épileptique, l'utilisation de cette technique est soumise à des contraintes strictes : la stimulation électrique ne doit pas excéder 4 secondes et ne doit pas être appliquée plus de deux ou trois fois sur la même zone cérébrale. Les stimuli présentés dans les épreuves proposées par l'orthophoniste doivent alors obligatoirement être simples et brefs. A notre connaissance les évaluations employées n'ont guère évolué depuis les travaux de Penfield & Roberts (1963). Le patient est sollicité sur des épreuves de comptage, de lecture et parfois d'écriture. L'épreuve la plus communément adoptée est basée sur une tâche de dénomination orale d'images habituellement utilisée en aphasiologie. En pratique, des séries d'items sélectionnés par exemple dans la DO 80[61] de Deloche & Hannequin, (1997) ou dans le set d'images de Snodgrass & Vanderwart (1980) sont présentées une première fois au patient en condition pré-opératoire afin d'éviter le risque de faux positifs (erreur de production du patient non conséquente au geste chirurgical). Seules les images correctement identifiées sont ensuite utilisées en condition per-opératoire. Les processus cognitifs élémentaires impliqués dans la tâche de dénomination restent cependant peu représentatifs du traitement du langage puisque seuls les processus engagés dans la production orale de mots (essentiellement les systèmes d'encodage sémantique et phonético-phonologique) sont observés (Levelt, 1999). Les fonctions plus subtiles telles que le traitement de la phrase et l'interaction des composantes linguistiques sous-jacentes (syntaxique, pragmatique, prosodique, discursifs) ne sont pas évaluées.

De plus, à notre connaissance, les régions langagières les plus fréquemment atteintes par les tumeurs sont les zones « éloquentes » (région périsylvienne), les épreuves employées concernent donc majoritairement ces zones : le versant de la compréhension orale reste peu exploré. Celui-ci peut toutefois être envisagé, notamment par le biais de la conversation que l'orthophoniste et le patient peuvent entretenir tout au long de l'intervention chirurgicale. Cette méthode peu pratiquée, bien qu'observant certaines altérations globales de la compréhension (réponse inappropriée du patient, discours tangentiel), ne permet pas d'évaluer précisément les compétences langagières du patient.

Les projets d'évaluations langagières spécifiquement adaptées pour une utilisation en condition per-opératoire tendent à se développer. Notre travail de thèse s'engage dans cette voie, et amorce la création d'un protocole complet (permettant de tester à la fois la production et la compréhension des patients atteints de tumeurs gauches ou droites), et

[61] DO: épreuve de Dénomination Orale d'images

utilisable tant en contexte classique d'entretien (diagnostic, suivi du patient), qu'en contexte de chirurgie éveillée. Émergeant de l'étroite collaboration se développant entre le laboratoire Octogone-Lordat et le service de neurochirurgie de l'hôpital de Toulouse-Rangueil (Moreau-Le Cam, 2010 ; Lubrano, Prod'homme, Démonet et Köpke, 2011), nous testons notre protocole auprès de patients particulièrement concernés par la problématique : les patients atteints de gliomes de bas grade (GBG).

6.2 Les gliomes de bas grade (GBG)

Par opposition aux tumeurs métastasiques (ou secondaires) qui peuvent s'étendre à tout autre organe, les gliomes sont définis comme des tumeurs cérébrales « primaires » qui se développent exclusivement dans les cellules spécialisées du cerveau[62].
L'OMS[63] a établi une classification histologique des différentes catégories de gliomes selon leur degré de sévérité. Ils se répartissent en deux grandes classes :

- les gliomes de bas grade (GBG), regroupant les gliomes de grade I (tumeurs bénignes) et de grade II (tumeurs pré-cancéreuses),
- les gliomes de haut grade (GBM)[64], tumeurs malignes qui se répartissent en gliomes de grades III et IV.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, notre travail se concentre sur l'observation de patients atteints de GBG, et plus particulièrement de gliomes de grade II. Ces tumeurs cérébrales demeurent rares. Les gliomes de grade II touchent généralement une population adulte, dont l'âge moyen est compris entre 30 et 40 ans. Dans près de 90% des cas, le diagnostic fait suite à la survenue d'une crise d'épilepsie (Duffau, 2009). L'identification du type de tumeur résulte de l'analyse histologique des cellules qui les composent. Celle-ci est effectuée suite à l'intervention chirurgicale réalisée, qu'il s'agisse d'une biopsie ou d'une exérèse.

Longtemps considérés avec les gliomes de grade I comme des tumeurs bénignes et peu évolutives, certains travaux, notamment ceux de Mandonnet et *al*. (2003, cité dans Duffau, 2009) indiquent que les gliomes de grade II présentent non seulement un caractère évolutif, mais également infiltrant. Ils sont depuis identifiés comme des tumeurs pré-cancéreuses qui

[62] Les gliomes doivent leur nom à la substance dans laquelle ils se développent : la glie (tissu du système nerveux composé de cellules interagissant constamment avec les neurones).
[63] Organisation Mondiale de la Santé
[64] Abréviation courante du terme « glioblastome »

progressent et peuvent se transformer en gliomes de grade III (la médiane de transformation est de 7-8 ans, la médiane de survie est estimée à 10 ans) (Duffau, 2011).

On distingue ainsi trois phases d'évolution des GBG (Duffau, 2006) :

- une phase asymptomatique (ou indolente) définie par une croissance lente et continue de la tumeur (environ 4mm par an.)
- une phase symptomatique marquée par son infiltration progressive dans les voies principales de la substance blanche[65]
- une phase de transformation anaplasique correspondant à l'évolution rapide du gliome en tumeur maligne (GBM).

Les cliniciens (Bonnetblanc, Desmurget et Duffau, 2006) notent que seules les exérèses totales ou avec résidu inférieur à 10 cm^3 (Sanson, 2007) permettent de circonscrire le développement de la tumeur et de retarder sa dégénérescence (pour une revue voir Keles, Lamborn et Berger, 2001). L'objectif principal de la chirurgie éveillée étant de réaliser une ablation intégrale de la tumeur, elle est ainsi particulièrement recommandée dans le traitement des gliomes de bas grade.

Sur le plan fonctionnel, on sait aujourd'hui que 91% des patients diagnostiqués présentent des déficits neurocognitifs (variables selon la localisation de la tumeur) qui affectent leur qualité de vie : trouble de la mémoire de travail (Teixidor, Gatignol, Leroy, Masuet-Aumatell, Capelle et Duffau, 2007), de l'attention, difficulté d'accès au lexique (Goldstein, Armstrong, Modestino, Ledakis, John et Hunter, 2004 ; Goldstein, Obrzut, John, Ledakis et Armstrong, 2004). La problématique concernant la prise en charge des patients s'est alors développée (Le Bihan, Christin, Lopes, Capelle, Duffau et Gatignol, 2003). Cependant, bien que dans 50% des cas, des GBG soient identifiés dans les aires du langage (Duffau, 2004), certaines altérations langagières, ne sont que rarement perceptibles, et cela est en grande partie dû au fait que les évaluations disponibles à ce jour, majoritairement issues de l'aphasiologie, sont peu sensibles aux troubles plus subtils que peuvent présenter les patients atteints de GBG. A notre connaissance, aucun bilan langagier n'est aujourd'hui adapté pour évaluer l'ensemble des habilités des patients atteints de GBG.

[65] La substance blanche se définit comme un tissu cérébral, elle est composée des cellules gliales.

Notre expérimentation vise alors à contribuer au développement d'une évaluation langagière en adéquation avec une prise en charge longitudinale des patients présentant un GBG gauche ou droit. Notre protocole exploratoire se propose ainsi d'intervenir aux moments des bilans pré-, per- et post-opératoires.

6.3 Discussion partielle

Les évaluations du langage disponibles à ce jour, contraignent le champ d'intervention des orthophonistes et de ce fait la prise en charge des patients atteints de tumeurs cérébrales. Ces outils se limitent à une observation cloisonnée du langage : ils visent l'examen spécifique de chaque composante du langage, et ne conçoivent pas leurs interactions. D'autre part, la quasi-totalité d'entre eux a été élaborée pour évaluer les compétences du langage attribuées à l'HG, les évaluations n'étant pas adaptées aux troubles de l'HD. Ces lacunes sont d'autant plus prégnantes dans la pratique clinique chirurgicale. En effet, dans le cadre spécifique de la chirurgie éveillée avec SED, l'équipe intervenant (neurochirurgiens, orthophonistes ou neuropsychologues) ne dispose pas à ce jour d'outils d'évaluation adaptés à ces conditions spécifiques. Des bilans sont cependant nécessaires pour établir une cartographie précise des zones cérébrales dédiées au traitement du langage tant au niveau de la production qu'au niveau de la compréhension : versant presque totalement inexploré. Notre protocole exploratoire s'engage dans l'évaluation du langage de patients atteints de GBG.

7. Méthodologie

Bien que le traitement de la prosodie se situe au cœur de la problématique du langage oral, il reste peu investi. Les épreuves existantes l'envisagent de manière très limitée à travers la perception de ses manifestations acoustiques (F0, durée, intensité). L'originalité de notre travail réside notamment dans l'approche fonctionnelle que nous développons. Si la dichotomie entre les grandes fonctions de la prosodie reste certes omniprésente (fonction linguistique *vs.*. fonction émotionnelle), nous nous engageons pour notre part à considérer la prosodie à travers les fonctions structurantes qu'elle instancie. Nous décrivons dans cette partie les deux tâches de prosodie ainsi que la tâche contrôle supplémentaire que nous avons utilisées dans notre exploration du traitement du langage. Dans un deuxième temps, nous présentons la population contrôle et les patients recrutés dans notre étude. Enfin, nous

précisons les procédures instaurées pour chacune des populations rencontrées et décrivons ainsi notamment l'ensemble des épreuves incluses dans le protocole de prise en charge des patients.

7.1 Construction du matériel

Notre protocole principal est constitué de deux tâches de compréhension de la prosodie. La première vise à examiner une fonction syntaxique de la prosodie (tâche prosodie-syntaxe) et la seconde est dédiée à l'appréhension d'une fonction pragmatique de la prosodie (tâche prosodie-pragmatique). En outre, une troisième tâche est élaborée pour répondre à une problématique méthodologique soulevée par la condition de la chirurgie éveillée (contrôle objectif des aspects linguistiques traités). Celle-ci adaptée d'un bilan standardisé (*Bilingual Aphasia Test*, Paradis & Libben, 1987), veille à observer le traitement exclusif des aspects syntaxiques sans intervention de la prosodie (« tâche contrôle adaptée du BAT »).

Pour chacune des épreuves développées, nous décrivons ici les différentes étapes de construction : conditions expérimentales, présélections des stimuli, conception des supports visuels, et configuration du déroulement.

7.1.1 Tâche prosodie-syntaxe

Comme nous l'avons mentionné précédemment, les différents paramètres prosodiques s'entremêlent pour permettre aux interlocuteurs de segmenter le flux de parole et d'en interpréter le contenu. Nous nous intéressons ici plus spécifiquement à une fonction syntaxique de la prosodie impliquant des phénomènes accentuels propres au français: l'accent final (AF) et l'accent initial (AI), marqueurs gauche et droit de la constituance prosodique au niveau du syntagme accentuel. D'un point de vue acoustique, rappelons que AF et AI, bien que tous deux caractérisés par une augmentation de la F0, diffèrent sur leur portée. En effet, alors que l'AF se manifeste par un allongement de la rime de la syllabe, l'AI, en revanche, correspond au renforcement et à l'allongement de l'attaque de la syllabe (Astésano, 2001).

Nous prenons appui sur les travaux d'Astésano, Bard et Turk (2007), qui suggèrent qu'en plus de l'accent final de syntagme (AF), le système phonologique français inclut un accent initial (AI) dont la fonction, jusqu'alors peu investie, apparaît aujourd'hui comme

fondamentale dans l'interprétation de phrases syntaxiquement ambigües et plus précisément dans le marquage de frontières syntagmatiques. Pour étudier la portée de cette manifestation accentuelle, les auteurs ont construit un corpus de syntagmes ambigus se composant de deux noms suivis d'un adjectif (*e.g.* « *Les gants et les bas lisses* ») : [N1+N2+Adj.]. Deux interprétations sont possibles : l'adjectif peut porter soit sur le second nom (condition expérimentale N), soit sur les deux noms (condition expérimentale NN). Dans le premier cas, on observe une frontière majeure entre les deux noms, dans le second cas, la frontière majeure se situe entre le second nom et l'adjectif. Seuls les paramètres prosodiques nommés précédemment vont permettre de désambigüiser le sens en marquant la frontière majeure. Ce sont plus précisément les positions de l'AF et de l'AI qui vont guider l'interprétation du contenu du syntagme.

Ainsi, dans l'exemple illustré le tableau 2, les positions de l'AF et l'AI sur le syntagme-cible « *les chevaux et les poneys blancs* » peuvent suggérer deux interprétations:

- Condition N : Soit seuls « *les poneys* » sont « *blancs* » (seul N2 est concerné par l'adjectif). Dans le cas de cette première structure, la frontière majeure est instaurée par la position de l'AF sur le premier nom (N1) et de l'AI sur le second nom (N2).

- Condition NN : Soit les chevaux et les poneys sont blancs (N1 et N2 sont concernés par l'adjectif). Dans le cas de cette seconde structure, la frontière majeure est déterminée par la position de l'AF sur le second nom (N2) et de l'AI sur l'adjectif.

Ex : « *les chevaux et les poneys blancs viennent d'arriver dans l'étable*. »

Cond.	**Représentation du syntagme cible**	**//** **Frontière majeure**	**Actualisation de l'accentuation**
N	Les che**VAUX** # **//** et les **PO**neys blancs **AF** **AI**	entre N1 et N2 N1 **//** N2 + Adj.	**AF sur N1** (#) Pause entre N1 et N2 **AI sur N2**
NN	Les chevaux et les po**NEYS** **// BLANCS** **AF** **AI**	après N2 N1 + N2 **//** Adj.	**AF sur N2** **AI sur Adj.**

Tableau 2 – Une fonction syntaxique de la prosodie : désambiguïsation de syntagmes par le marquage des frontières majeures réalisé par l'accent final (AF) et l'accent initial (AI)

Nous nous inspirons de ces travaux, et reprenons les conditions expérimentales initiales dans la construction de nos stimuli.

7.1.1.1 Conditions expérimentales

Plusieurs conditions expérimentales sont requises pour la conception de notre corpus de stimuli. Comme indiqué précédemment, la condition expérimentale principale relève de la fonction syntaxique de la prosodie exprimée à travers l'AF et l'AI. Les deux interprétations sous-jacentes engendrent deux conditions syntaxiques : la condition N (adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible) et la condition NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible). Une seconde condition expérimentale, initiée également par les travaux d'Astésano et *al*. (2007) prend en compte l'influence présumée de la longueur du syntagme-cible. Enfin, notre corpus se voulant représentatif d'une utilisation en condition naturelle de communication, chaque syntagme-cible est intégré dans un énoncé porteur.

- **Conditions syntaxiques**

Une série de syntagmes cibles construits sur le modèle [N1 +N2+ Adj.] a été élaborée. Celui-ci a été construit selon deux critères principaux. Tout d'abord, il se veut adapté à un ensemble de participants variés (population adulte pathologique *vs.* population adulte sans trouble) et donc représentatif d'un lexique mental « fondamental ». Les noms et les adjectifs ont dans un premier temps été sélectionnés en tenant compte d'un taux élevé de fréquence (*Lexique 3*, New, Pallier et Ferrand, 2005). D'autre part, notre démarche expérimentale, prenant appui sur la pratique orthophonique courante, suppose l'utilisation de supports visuels (planches d'images) correspondant à l'interprétation des stimuli. Les noms et adjectifs, ont dans la mesure du possible été sélectionnés également pour leur degré de concrétude.

- **Longueur des syntagmes**

Les travaux d'Astésano et *al*. (2007) indiquent que la longueur du syntagme peut renforcer la présence de l'AI comme marqueur de structure prosodique. Suivant ce postulat, nous avons décidé d'inclure ce facteur dans nos conditions expérimentales : des syntagmes-cibles courts composés de 5 ou 6 syllabes et des syntagmes-cibles longs entre 8 et 11 syllabes ont donc été conçus. Les longueurs des différents éléments ont été manipulées : noms et adjectifs sont mono-, bi-, tri- ou quadrisyllabiques (pour plus de détails, voir Jiaa, 2010).

- **Syntagmes porteurs**

Afin de rester au plus près de la réalité langagière, chaque syntagme cible a été intégré dans un énoncé porteur construit en adéquation avec le contenu du syntagme-cible. Ce

dernier peut se trouver en début ou au milieu de l'énoncé porteur.

7.1.1.2 Étapes de présélection des stimuli

78 scripts ont initialement été construits (38 syntagmes-cibles courts et 40 syntagmes-cibles longs) et présentés à trois experts linguistes, afin d'en vérifier la pertinence (cohérence sémantique du syntagme-cible, cohérence du syntagme-cible et de l'énoncé porteur). D'un commun accord, 5 scripts ont été supprimés. Plusieurs pré-tests ont par la suite été réalisés dans le but de sélectionner et valider, parmi les 73 scripts sélectionnés (37 scripts longs et 36 scripts courts), les énoncés les plus adaptés (acceptabilité sémantique, compréhension prosodique). Les énoncés ont été présentés à des participants adultes recrutés selon les critères suivants :

- Langue maternelle française
- Sans trouble de la communication
- Sans trouble auditif ou visuel (corrections acceptées sous réserve d'un faible déficit ne perturbant pas la réalisation de la tâche : appareillage auditif, lunettes ou lentilles de contact)

- **Pré-test 1 – Acceptabilité sémantique**

Cette étape, effectuée en collaboration avec Jiaa (2010), a pour objectif de vérifier la cohérence sémantique des scripts auprès d'une population standard. Compte tenu de leur nombre important, les analyses nous permettent également de sélectionner, parmi les 73 scripts présélectionnés, les plus pertinents.

- *Participants*

14 participants âgés de 25 à 63 ans ont été recrutés.

- *Procédure*

L'examinateur procède à la lecture à haute voix de chacun des scripts. Il est demandé au participant de noter sur une grille réponse, l'acceptabilité sémantique de chaque script en termes de cohérence (cohérent *vs*. incongru).

- *Analyse et résultats*

Le degré de cohérence de chaque script a été calculé selon le pourcentage du nombre de réponses « cohérent ». 90% des participants indiquent que les scripts présentés sont

sémantiquement acceptables. 50 scripts ont ainsi été sélectionnés : 46 scripts présentant un taux d'acceptabilité supérieur ou égal à 90% sont conservés pour la prochaine phase de test. Et 4 scripts supplémentaires (taux d'acceptabilité compris entre 85% et 90%) sont intégrés dans une phase d'entraînement.

- **Enregistrement des stimuli audio**

➢ *Locuteurs*

Nous avons par la suite procédé à l'enregistrement audio des scripts. Afin de dynamiser notre protocole, et introduire du naturel et de la variété, nous avons choisi de disposer de deux locuteurs de langue maternelle française de sexe différent.

➢ *Matériel*

Pour pallier d'éventuels biais méthodologiques (*e.g.* effet de liste), les énoncés de la phase de test ont été proposés 3 fois sous chaque condition syntaxique et présentés de façon pseudo-aléatoire. L'ordre d'apparition des énoncés était contraint par les scripts, la longueur des syntagmes cibles et la condition syntaxique. Ainsi :

- 2 énoncés identiques (*i.e.* un script présenté sous les 2 conditions syntaxiques) ne peuvent se suivre. Ils sont distants d'au moins 3 autres énoncés,
- Sont tolérées les suites d'au maximum :
  - 3 syntagmes courts ou 3 syntagmes longs consécutifs
  - 3 énoncés consécutifs présentant la même condition syntaxique

Deux listes aléatoires ont ainsi été conçues (une pour chaque locuteur). Elles ont ensuite été transposées sur un support diaporama (PowerPoint), lequel présente un énoncé par diapositive[66]. La condition syntaxique du syntagme-cible est indiquée au locuteur par sa mise en gras dans l'énoncé porteur.

Exemple (pour la condition NN): ***Les poupées et les ballons neufs*** *se vendent dans ce magasin*.

➢ *Procédure*

Il est demandé au locuteur de prononcer l'énoncé à voix haute en produisant la condition syntaxique de sorte que d'éventuels auditeurs puissent l'interpréter (consigne consultable en annexe 1). Les enregistrements ont été effectués au sein de la cabine audiométrique du Plateau d'Études Techniques et de Recherche en Audition (*PETRA*, Université de Toulouse

[66] Aucune limitation temporelle ne contraint la production du locuteur. Ce dernier contrôle lui-même le défilement des énoncés.

2). La console de mixage utilisée est une TASCAM DM3200. Le locuteur est assis face à un écran d'ordinateur, il est équipé d'un casque (Sennheiser MKH40), un micro à pied est placé devant lui. Les conditions d'enregistrement sont établies et vérifiées avec l'ingénieur du son.

- *Analyse et résultats*

Après segmentation des enregistrements (*PRAAT*, Boersma & Weenink, 2009), phase d'entraînement et de test confondues, 568 stimuli ont été obtenus (16 stimuli pour l'entraînement : 4 scripts x 2 conditions syntaxiques x 2 locuteurs, et 552 stimuli pour la phase de test : 46 scripts x 2 conditions syntaxiques x 3 répétitions x 2 locuteurs). Les 16 stimuli issus de la phase d'entraînement sont conservés pour la phase d'entraînement du prochain pré-test. En revanche, trois expertes linguistes se sont réunis et ont éliminé d'un commun accord, les productions inappropriées sur la phase de test. Les critères de sélection étaient les suivants :

- Qualité de la reproduction des scripts : erreur lexicale (remplacement/omission d'un mot)
- Qualité articulatoire : production altérée (hésitation, bégaiement, chuintement, zozotement, etc.)
- Qualité/naturel prosodique : condition syntaxique non canonique (accentuation inappropriée, ou excessive), pause inadéquate ou trop marquée, etc.

Deux scripts complets (*i.e*. sous les 2 conditions syntaxiques) ont été supprimés chez les deux locuteurs (soit 24 stimuli). Par ailleurs, 317 stimuli divers ont été rejetés. Leur suppression est attribuable à des inadvertances effectuées par les locuteurs (la multitude d'énoncés et la durée de la tâche étant sans nul doute un facteur d'erreur important). 235 stimuli se répartissant sur 44 scripts ont finalement été conservés, ils sont présentés dans la prochaine phase de test.

- **Pré-test 2 – Validation des stimuli audio**

Afin d'évaluer plus objectivement la qualité des productions orales des locuteurs que nous avons présélectionnées, celles-ci ont été soumises à un nouveau pré-test.

- *Participants*

19 participants adultes tout venants (6 femmes et 13 hommes) âgés de 22 à 67 ans (cf. annexe 2.1).

➢ *Matériel*

Les 235 stimuli présélectionnés sont soumis au jugement des auditeurs. Il est conventionnellement admis que chaque stimulus doit être triplé pour être évalué objectivement et pallier d'éventuels biais méthodologiques. Or, le grand nombre de stimuli à tester que cela suppose (plus de 700) alourdirait inexorablement la charge cognitive des auditeurs, provoquant ainsi sans nul doute une baisse de l'attention et de la qualité du jugement. Nous avons donc pris la décision de favoriser la stabilité du traitement des stimuli. Chaque stimulus n'est donc soumis qu'une seule fois au jugement des auditeurs.

Six listes aléatoires ont été conçues. Une même liste n'est utilisée que pour trois ou quatre auditeurs. L'ordre d'apparition des énoncés dans les deux phases (entraînement et test) est contraint par les scripts, la longueur des syntagmes cibles, la condition syntaxique. Ainsi:

- 2 énoncés identiques (*i.e.* un script présenté sous les 2 conditions syntaxiques) ne peuvent se suivre. Ils sont distants d'au moins 3 autres énoncés,
- Sont admises les suites composées d'au maximum
    - 3 syntagmes courts ou 3 syntagmes longs consécutifs
    - 3 énoncés consécutifs présentant la même condition syntaxique
    - 3 énoncés produits par le même locuteur

La présentation des stimuli se fait via un diaporama (PowerPoint) : chaque diapositive présente un énoncé écrit ainsi que le fichier audio associé. Notons que le diaporama n'est pas visible pour l'auditeur, seul l'examinateur contrôle le déroulement de la tâche. Il peut ainsi contrôler la répétition éventuelle d'un énoncé.

➢ *Procédure*

Les auditeurs effectuent la tâche individuellement. Avant de commencer l'expérimentation, l'examinateur remplit la fiche de renseignements de l'auditeur (cf. annexe 3). et s'assure ainsi que les contraintes d'inclusion sont respectées (adultes sans trouble de langue maternelle française). Les examinateurs, munis d'un ordinateur portable, ont rencontré les auditeurs à domicile, ou dans une salle du laboratoire Octogone. Pour éviter toute intrusion contextuelle (bruit extérieur), nous avons pris soin d'équiper l'auditeur et l'examinateur d'un casque audio (Sennheiser MKH40). L'examinateur déclenche l'écoute des stimuli. Les réponses de l'auditeur sont recueillies sur une grille-réponses où chaque énoncé est consigné avec sa propre grille. L'examinateur dispose également d'un fichier-commentaires afin de noter toute remarque concernant le participant, ou le déroulement de la passation (cf. annexe 2.3 et 2.4). Après avoir pris connaissance de la consigne, l'auditeur se voit présenter une première phase d'entraînement, suivie de la phase de test. Compte tenu du

nombre important de stimuli, des pauses lui sont proposées régulièrement (tous les 35 stimuli).
Il est demandé aux auditeurs de juger le sens des énoncés qu'ils entendent ainsi que la qualité des productions des locuteurs (consigne consultable en annexe 2.1).
L'expérience comprend quatre tâches :

- L'auditeur doit identifier la condition syntaxique exprimée dans le stimulus entendu : Sens 1 : l'adjectif se porte sur un seul nom ; Sens 2 : l'adjectif se porte sur les deux noms, ou l'auditeur ne sait pas.
- Il doit ensuite noter le degré d'acceptabilité de chaque stimulus sur deux échelles (0/1/2) indiquant : la saugrenuité et la compréhensibilité
- L'auditeur a la possibilité de noter ses commentaires
- Enfin, l'expérimentation s'achève sur deux questions d'ordre plus général évaluant la qualité vocale des locuteurs (voix la plus agréable, la plus intelligible).

➢ *Analyse et Résultats*

L'analyse et le croisement des données indiquent que le sens des énoncés est correctement identifié à 80% (soit une médiane à 15/19). Ce très fort taux de réussite sur l'ensemble des stimuli soumis au test, ainsi que la concentration du nombre de réponses correctes autour de la médiane (compris ente 10 et 19), ne nous permet pas de réduire objectivement le nombre de stimuli. Il en est de même si l'on s'appuie sur les autres facteurs : les analyses du degré d'acceptabilité, des commentaires libres et de l'impression générale sur les locuteurs ne sont également pas significatives. Ne pouvant sélectionner objectivement nos stimuli sur la base de ces facteurs, nous avons répertorié les scripts et stimuli les mieux identifiés (ayant les meilleurs scores), de sorte à créer des couples de stimuli présentant chacun au moins une condition syntaxique. Nous prenons donc la décision de conserver l'ensemble des scripts (48) et les stimuli les mieux notés (les « meilleurs » essais sont conservés, plusieurs par condition syntaxique lorsque les scores sont identiques ou très élevés) et de les confronter aux illustrations.

7.1.1.3 Création des planches d'images

Nous avons fait appel à des illustratrices[67] afin de créer un support visuel correspondant aux scripts testés. L'objectif est double, d'une part la présentation de planches d'images permet de dynamiser la tâche, de la rendre plus ludique pour le participant, et d'autre part il s'agit d'un support méthodologique couramment utilisé dans la pratique clinique. Les illustrations correspondent à chacun des scripts et aux deux conditions syntaxiques qui peuvent s'en dégager. Les illustratrices avaient ainsi pour consigne de produire deux images quasi identiques représentant chacune une condition syntaxique sous-jacente au script. La consigne principale était de concevoir les deux images à la façon du « jeu des 7 erreurs » : deux images d'apparence identique qui ne doivent différer ici que par le sens induit par la condition syntaxique qu'elles illustrent.

- **Matériel**

Les illustratrices disposaient du logiciel de création graphique vectorielle ILLUSTRATOR (Adobe). Les images sont conçues de sorte qu'elles ne soient pas dépendantes de la résolution, ainsi, les modifications éventuelles du format de départ n'altèrent en rien la qualité de l'image. Le cadre de l'image, défini par nos illustratrices, correspond à un format carré. Celui-ci est conservé sur l'ensemble des illustrations.

- **Consignes de réalisation**

➢ *Les objets*

Pour ne pas surcharger d'informations les illustrations, nous avons décidé que seul le syntagme cible devait être représenté. Les objets cibles à mettre en saillance sont simplifiés voire caricaturés afin de faciliter l'identification du dit objet. Rappelons que nous ne testons pas ici les illustrations ou la reconnaissance des objets. Les images ne sont que le support des conditions syntaxiques, elles ne doivent en aucun cas entraver leur interprétation. Elles ne présentent que les éléments strictement nécessaires. Ainsi, tout autre élément contextuel n'étant pas primordial à l'interprétation de la condition syntaxique n'est pas illustré, ou n'est pas mis en valeur. Aucun signe orthographique ne doit apparaître. Nous avons cependant fait une exception pour la représentation du terme « biologique » dans le syntagme *« les ananas et les pamplemousses biologiques »* en insérant le symbole « *AB* » (cf. figure 7).

[67] Je tiens ici à remercier Audrey Laroube et Sophie-Anne Bouyge (graphistes indépendantes) pour leur participation à notre projet.

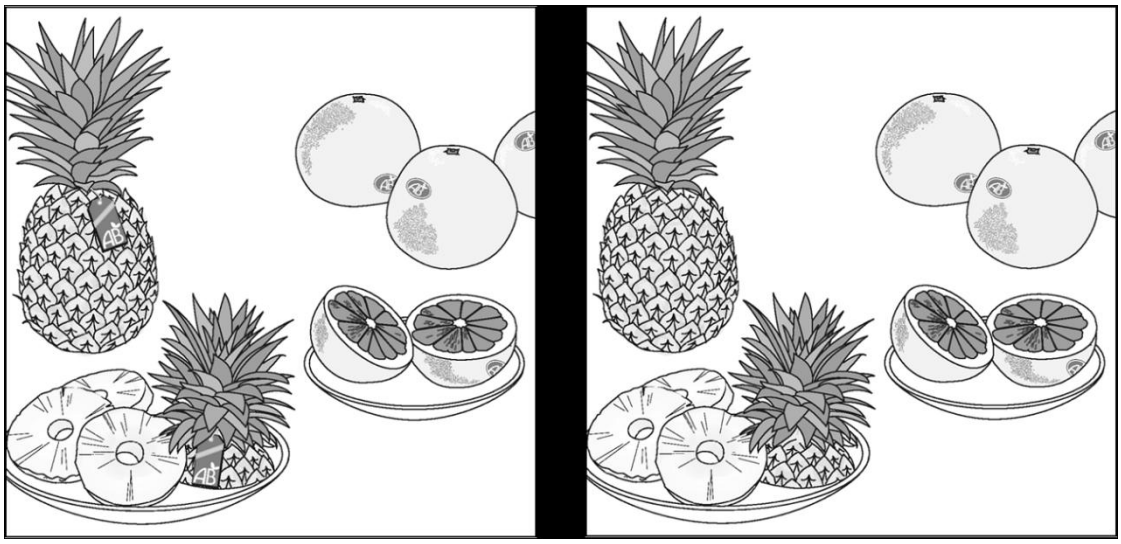

Figure 7 - Représentation écrite du terme « biologique » : insertion du symbole « *AB* » sur les objets cibles du syntagme : « *Le restaurant sert des ananas et les pamplemousses biologiques à volonté*.»

Pour faciliter l'interprétation des images, les illustratrices ont simplifié les objets représentés, les traits du dessin sont ainsi formés par un contour noir apparent. Pour dessiner certains objets, les illustratrices ont pu s'inspirer de diverses autres images et photographies qu'elles ont elles-mêmes recherchées, pour les autres objets, elles ont fait appel à leur imagination.

- *La disposition des objets*

L'organisation des objets cibles sur les planches est également soumise à des contraintes visuelles. Faisant le parallèle avec les processus engagés dans des tâches de lecture, nous avons décidé que le premier objet cible se présentant dans le stimulus auditif (N1) devait également être celui qui est traité initialement sur le support visuel. Ainsi, l'illustration du premier nom du syntagme apparaît à gauche de l'image (cf. figure 7), le second nom apparaissant à sa droite, dans le sens de la lecture.

De même si les objets ne peuvent apparaître côte à côte pour des raisons de perspectives, l'objet cible influencé ou non par la condition syntaxique (le 1er nom du syntagme : N1) se trouve idéalement au premier plan de la planche (cf. figure 8).

Figure 8 – Position de l'objet représentant N1 au premier plan de l'image : exemple du syntagme « *Les pendentifs et les colliers sophistiqués sont présentés en vitrine.* »

Toutefois, les contraintes temporelles de cette étude n'ont pas permis de réaliser l'ensemble des planches en conformité avec ces critères.

- *Les couleurs*

Nous avons également envisagé l'impact de l'utilisation de la couleur dans ce type de protocole. Il s'avère en effet que la quasi-totalité des évaluations orthophoniques présentant un support visuel sont conçues en noir et blanc. En effet, certaines études ont suggéré que la couleur n'intervenait pas dans la reconnaissance d'objets basiques lorsque ceux-ci sont présentés dans de bonnes conditions visuelles (respects de la forme objective de l'objet, taille et mode de présentation). Cependant, une étude de Rossion et Pourtois (2004), reprenant les planches d'images de Snodgrass et Vanderwart (1980) à l'origine publiées en noir et blanc, montre que la coloration des images, si tant est qu'elle respecte la couleur naturelle de l'objet, favorise son identification : les réponses des sujets sont plus précises et les temps de réaction sont plus courts. D'autre part, notre corpus de syntagmes cibles comprend des adjectifs de couleur absolument essentiels à l'interprétation de la condition syntaxique. Il nous a ainsi semblé particulièrement opportun d'utiliser la couleur dans la conception de nos planches d'illustrations. Toutefois, pour ne pas surcharger les images, il a été convenu que la couleur serait principalement utilisée pour guider l'interprétation des sujets, et mettre en contraste les deux conditions syntaxiques. Afin d'harmoniser l'ensemble des planches, il a aussi été décidé qu'un léger fond coloré pouvait être intégré lorsque les syntagmes n'engageaient pas la présence obligatoire d'éléments de couleur.

- **Sélection des illustrations**

Certains scripts présentent des complexités inhérentes aux objets du syntagme cible. La représentation d'objets multiples sur plusieurs plans spatiaux a notamment été problématique, de même que la représentation de figures humaines. De plus, bien que nous ayons pris garde au degré de concrétude des syntagmes cibles, l'adjectif du syntagme restait parfois abstrait et difficile à représenter (ex :«*Les canapés et les fauteuils inconfortables*»). Suite à certains obstacles ainsi qu'à la confrontation avec les stimuli audio moins bien notés, sur les 48 scripts présélectionnés (4 scripts de l'entraînement + 44 scripts de la phase de test), 6 ont été entièrement supprimés (condition N & condition NN). Ils correspondent à la fois aux illustrations les moins adaptées et aux stimuli les moins bien identifiés lors du pré-test 2 (jugement sémantique). Ainsi, 42 scripts et les 42 planches d'images correspondantes ont été conservés suite à cette confrontation stimuli audio/images. Mais le nombre de stimuli représentant chaque script restant trop important, nous avons dû de nouveau procéder à une sélection des stimuli audio.

7.1.1.4 Élimination des stimuli audio redondants

Rappelons que chaque script fait intervenir deux interprétations syntaxiques (N : adjectif porté sur le second nom du syntagme cible et NN : adjectif porté sur les deux noms du syntagme). Les 42 scripts présélectionnés doivent convoquer au total 84 stimuli audio. Or, malgré les sélections précédentes, un trop grand nombre de stimuli restent encore à notre disposition : plusieurs essais enregistrés correspondent à un même stimulus (i.e. trois exemplaires audio du stimulus représentant la condition syntaxique NN du même script sont disponibles). Pour supprimer les stimuli redondants, nous avons tout d'abord procédé à l'équilibrage des stimuli, puis à leur répartition dans les phases d'entraînement et de test.

- **Équilibrage des stimuli**

Nous avons rapproché les stimuli audio des stimuli visuels et conservé les meilleurs stimuli audio pour chaque condition syntaxique (les stimuli ayant obtenu le meilleur score au pré-test 2). Dans certains cas, plusieurs productions (essais) du même stimulus présentaient le même score ou deux scores très élevés. Afin de ne proposer qu'un seul stimulus par condition syntaxique, les 3 experts en linguistique se sont de nouveaux réunis et ont choisi parmi les différents essais lesquels étaient les mieux produits, les plus représentatifs de la condition syntaxique, tout en préservant l'équilibre entre les productions des 2 locuteurs (le nombre de stimuli produits par le locuteur devait être égal aux nombre de stimuli produits par la locutrice). Les 84 meilleurs stimuli audio correspondant aux 42 scripts illustrés ont

ainsi été sélectionnés. Ils ont ensuite été distribués dans la phase d'entraînement et la phase de test.

- **Phase d'entraînement et phase de test**

Une fois cette dernière présélection effectuée, et compte tenu à la fois des contraintes éprouvées par les illustratrices et des scores plus faibles que les stimuli audio correspondants ont obtenu au pré-test 2, nous avons décidé d'inclure 2 scripts initialement conservés pour la phase de test, à la phase d'entraînement. Ainsi, sur les 42 scripts présélectionnés (84 stimuli), ont été soumis au prochain pré-test (pré-test 3) : 6 scripts pour la phase d'entraînement (soit 12 stimuli) et 36 scripts pour la phase de test (soit 72 stimuli). L'ensemble des stimuli et des planches d'images correspondantes sont consultables en annexe 4.1).

7.1.1.5 Normalisation de la tâche (Pré-test 3)

La phase de normalisation décrite ci-après présente un double objectif. Nous considérons d'une part qu'il s'agit d'une première confrontation des stimuli audio et des planches d'images en condition d'expérimentation. D'autre part, constitué d'un corpus toujours trop important pour prétendre à une utilisation en contexte clinique, il s'agit d'une ultime étape de présélection des stimuli.

- **Matériel**

L'ensemble des stimuli audio a été égalisé[68]. Les planches d'images ont été assemblées de sorte que les conditions syntaxiques représentées par chacune des deux images qui les composent soient distribuées à droite et à gauche de la planche. Nous avons pris pour référence la condition NN (adjectif porté par les deux noms du syntagme-cible). Ainsi, la série de planches a été préalablement définie comme suit :

- 50% des planches présentent la condition NN à gauche (et la condition N à droite)
- 50% des planches présentent la condition NN à droite (et la condition N à gauche)

De plus, ce critère a également été contrebalancé à travers la longueur des scripts.

- 50% des planches présentant un script court proposent la condition NN à gauche

[68] Je tiens ici à remercier pour son aide précieuse Robert Espesser, ingénieur de recherche au Laboratoire Parole et Langage, spécialiste du traitement du signal

(et la condition N à droite)

- 50% des planches présentant un script long proposent la condition NN à droite (et la condition N à gauche)

Dans ce pré-test, les stimuli conservés pour la phase de test sont présentés à trois reprises: 216 stimuli (72 stimuli x 3 répétitions)[69]. Notre objectif étant de recruter une vingtaine de participants, nous avons décidé afin de supprimer tout effet de liste, d'élaborer plusieurs listes pseudo aléatoires pour la phase de test[70]. Ainsi, après avoir décidé qu'une même liste ne devait pas être présentée plus de 4 fois sur l'ensemble des participants, nous avons élaboré 9 listes pseudo aléatoires, chacune composée des 216 stimuli (72 stimuli x 3 répétitions). L'ordre d'apparition des énoncés dans les 2 phases est contraint par les scripts, la condition syntaxique du stimulus, la distribution des images sur la planche (condition à droite ou à gauche), la longueur des syntagmes cibles, les locuteurs. Ainsi :

- 2 scripts identiques (*i.e.* un script présenté sous les 2 conditions syntaxiques) ne peuvent se suivre. Ils sont distants d'au moins 5 autres énoncés,
- Sont admises les suites composées d'au maximum
  - 3 stimuli consécutifs présentant la même condition syntaxique (N ou NN)
  - 3 planches consécutives présentant la même distribution des images (Gauche ou Droite)
  - 3 syntagmes courts ou 3 syntagmes longs consécutifs
  - 3 stimuli consécutifs produits par le même locuteur.

Le déroulement général décrit (cf. figure 9) a été programmé sur le logiciel *PERCEVAL* (Ghio, André, Teston et Cavé, 2003)[71] :

- Planche de concentration : une planche vierge (fond noir) est présentée avec chaque stimulus auditif
- Présentation du stimulus auditif
  - La planche vierge apparaît,
  - Après 2 secondes de silence, le stimulus auditif est présenté (pendant la présentation visuelle de la planche vierge), il est alors suivi de 500 millisecondes de silence.

[69] La phase d'entraînement ne propose qu'un seul exemplaire de chaque stimulus, soit 12 stimuli au total.
[70] Une seule liste pseudo aléatoire a été conçue pour la phase d'entraînement.
[71] Nous remercions Carine André, ingénieur en informatique au Laboratoire Parole et Langage, pour nous avoir initiés au logiciel.

- Présentation de la planche d'illustration et enregistrement de la réponse du participant
  - Suite aux 500 millisecondes de silence, la planche d'illustrations apparaît
  - L'auditeur décide alors à quelle image de la planche correspond le stimulus qu'il a entendu. Sa réponse et le temps de réaction sont enregistrés via un boitier-réponse à deux boutons. Le bouton de gauche du boitier correspondant à l'image de gauche de la planche, et réciproquement, le bouton de droite du boîtier correspondant à l'image de droite de la planche. L'auditeur dispose de 4 secondes maximum pour donner sa réponse.
    La réponse de l'auditeur provoque immédiatement la disparition de la planche, lui indiquant ainsi que sa réponse a été prise en compte, s'en suit une nouvelle boucle de présentation : 2 secondes de silence sur fond noir, présentation du stimulus auditif, 500 millisecondes de silence sur fond noir et présentation de la planche pendant 4 secondes, et ainsi de suite.
    Si l'auditeur ne répond pas dans le délai imparti (4 secondes), la séquence suivante est enclenchée automatiquement.

La durée d'une séquence de présentation des stimuli (stimuli audio + planche) est comprise entre 3,5 et 8 secondes, selon le temps de réaction de l'auditeur.

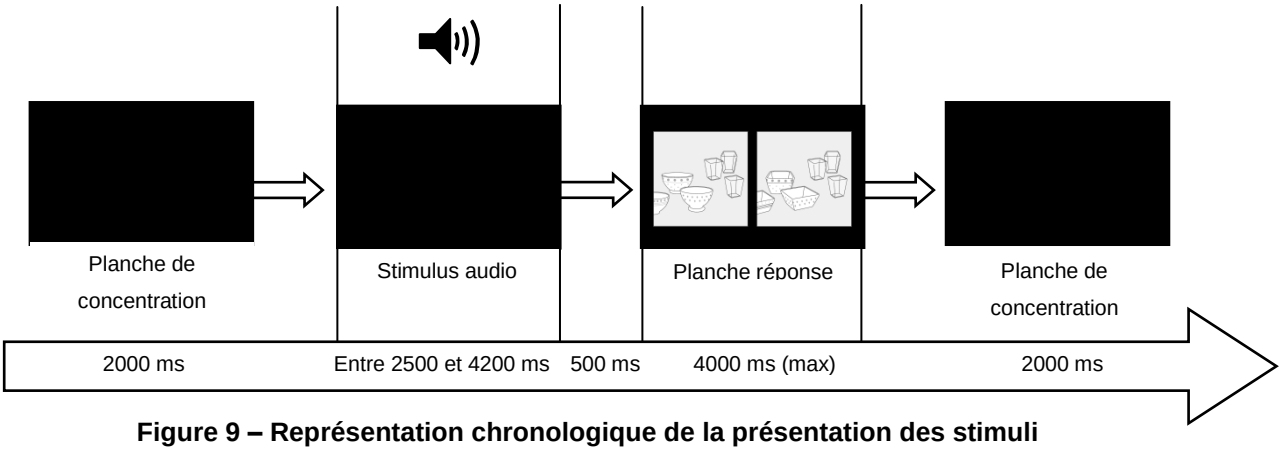

Figure 9 – Représentation chronologique de la présentation des stimuli de la tâche prosodie-syntaxe

- **Participants**

25 participants (13 femmes et 12 hommes) tout venants, âgés entre 21 et 60 ans (description des participants cf. annexe 5).

- **Procédure**

La phase d'entraînement (ENT) doit permettre au sujet de s'imprégner des consignes de la tâche. Nous avons décidé de nous appuyer sur un seuil de réussite avant de commencer la phase test. L'ENT pourra ainsi être proposée trois fois, pour que le taux de réussite soit atteint. Nous avons estimé ce seuil de réussite à 75 % de réponses correctes, soit 9 réponses correctes sur 12 stimuli. Une fois qu'un score suffisant est obtenu, la phase de test (composée de 72 stimuli) est enclenchée par l'examinateur.
Tout comme lors du précédent pré-test, il est demandé au participant de désambigüiser le syntagme cible [N+N+Adj.] entendu (consigne en annexe 5.). Après chaque stimulus audio, une planche de deux images représentant chacune une interprétation possible du syntagme apparaît. Le participant dispose de quelques secondes pour désigner l'image qui correspond à ce qu'il a entendu. A l'aide du boîtier, il indique sa réponse en choisissant soit l'image de gauche, soit l'image de droite.

- **Analyse et résultats**

Toutes conditions confondues, les stimuli ont été correctement interprétés à 86%. Le temps de réaction (TR) moyen est de 1461 millisecondes. Dans les analyses statistiques effectuées sur ces données, nous considérons qu'il y a un effet significatif lorsque $p<0,05$.

- *Régression multiple*

L'analyse indique que les scores ne sont pas influencés par l'ensemble des variables. En revanche, il apparaît que les temps de réaction sont bel et bien influencés par l'ensemble des variables (R^2= ,1922 ; $F(3,68)=5,3944$; $p=,0022$) et plus particulièrement par la condition syntaxique (Bêta = ,3477 ; $p<0,05$) (tableaux de la synthèse de Régression consultables annexe 7.1).

- *Corrélations*

Nous présumons que le score et les temps de réaction sont corrélés (cf. tableau 3).

Variables	Score %	TR
Score %	1,00	**-0,40**
TR	**-0,40**	1,00

Tableau 3 – Tâche Prosodie-Syntaxe - Corrélations significatives entre les scores et les temps de réaction

L'analyse montre effectivement une relation entre le score et le temps de réaction ($p<0,05$): plus le score est élevé, plus les temps de réaction sont courts, et réciproquement, plus les scores sont faibles, plus les temps de réaction sont élevés.

- *ANOVA*
  - Conditions syntaxiques

Nous supposons que les conditions syntaxiques N et NN (N : adjectif porté sur le second nom du syntagme cible *vs*. NN : adjectif porté sur les deux noms du syntagme cible) pourraient influencer les scores et les temps de réaction (cf. tableau 4).

Conditions	Taux d'identification (%)	Temps de réaction moyen (ms)
N	86,7%	1540
NN	85,3%	1381

Tableau 4 – Tâche Prosodie-Syntaxe : Taux d'identification et temps de réaction moyen obtenus dans le traitement de chaque condition syntaxique N *vs.* NN

(*Légende : N : adjectif porté sur le second nom du syntagme cible, NN : adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible)*

La condition syntaxique N semble avoir été légèrement mieux identifiée que la condition syntaxique NN, réciproquement, la condition NN semble avoir plus rapidement identifiée. L'ANOVA à un facteur effectuée sur le taux d'identification ne révèle pas d'effet significatif des conditions syntaxiques ($F(1,70)=,2244$; $p=,6371$).

En revanche, comme l'illustre la figure 10, l'ANOVA réalisée sur les temps de réaction confirme que les stimuli présentant la condition NN sont plus rapidement identifiés que les stimuli N ($F(1,70)=9,6265$; $p=,0028$).

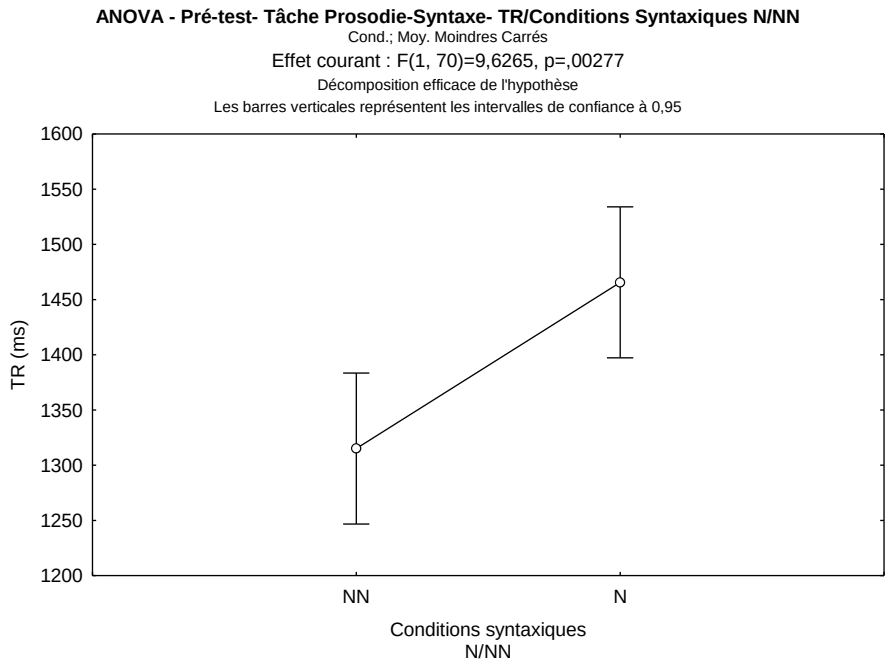

Figure 10- Tâche Prosodie-Syntaxe- Pré-test – ANOVA à un facteur : Effet significatif des conditions syntaxiques sur les temps de réaction

(Légende : TR (ms) : Temps de réaction en millisecondes ; N : adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible ; NN : adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible)

- Condition de longueur du syntagme-cible

Dans l'ensemble, l'observation de sous-condition de longueur (syntagmes courts (C) *vs*. syntagmes longs (L)) semble indiquer que les stimuli présentant la condition C ont été très légèrement mieux reconnus et plus rapidement que ceux présentant la condition L (cf. tableau 5).

Conditions	Taux d'identification (%)	Temps de réaction moyen (ms)
C	86,7%	1413
L	85,3%	1519

Tableau 5 – Tâche Prosodie-Syntaxe : Taux d'identification et temps de réaction moyen obtenus dans le traitement de chaque condition de longueur C *vs.* L

(Légende : C : syntagme-cible court et L : syntagme-cible long)

Les analyses statistiques n'indiquent cependant de différence significative (F(1,70)=,1192 ; p=,7309). Les conditions de longueurs n'ont pas significativement influencées les réponses des participants.

- **Sélection finale des stimuli**

Notre protocole ayant pour objectif d'être testé dans un cadre clinique, le nombre de stimuli se devait d'être adapté : peu de stimuli pour ne pas fatiguer les patients, mais suffisamment pour évaluer la compréhension des conditions syntaxiques exprimées. Nous avons ainsi convenu d'un nombre maximal de 20 stimuli dans la phase de test : 10 stimuli représentant la condition N (adjectif porté sur le second nom du syntagme cible) et 10 stimuli représentant la condition NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme cible).

Le taux de réussite global au test étant très élevé (identification correcte des conditions syntaxiques à 86%), nous avons décidé de conserver dans un premier temps les stimuli se situant exclusivement au-dessus de la moyenne pour chaque condition. Nous avons ainsi obtenu 18 stimuli représentant la condition N (adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible) et 19 stimuli représentant la condition NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible), soit 37 stimuli toutes conditions confondues (cf. tableau 6).

A ce critère s'ajoute celui de ne conserver qu'un seul exemplaire du même script. Nous avons choisi de conserver l'exemplaire ayant obtenu le meilleur score. Nous avons alors sélectionné 13 stimuli représentant la condition N et 14 stimuli représentant la condition NN, soit 27 stimuli non redondants toutes conditions confondues.

Les stimuli doivent également représenter équitablement les locuteurs homme et femme. Compte tenu de la diversité des critères et conditions obligatoires à respecter, nous n'avons pu ici obtenir un équilibre parfait. Ainsi, 7 stimuli sont produits par le locuteur (JT) et 9 par la locutrice (MMC). Pour créer la phase d'entraînement (ENT), nous avons conservé les meilleurs stimuli restant dans la liste. Aucun représentant de la condition NL n'étant présent, nous avons décidé de récupérer un stimulus légèrement moins bien noté (en dessous de la moyenne) et permettant l'équilibre parfait entre l'ensemble des conditions (noté avec un astérisque dans le tableau 6).

	Code Script	Cond. Long.	Loc.	Cond. Synt.	Scripts
ENT	8	C	JT	N	Les bols et **les verres rectangulaires** sont la création d'un artisan de la région.
	20	L	JT	NN	L'entreprise reprend **les avions et les hélicoptères irréparables** gratuitement.
	2	C	MMC	NN	L**es femmes et les hommes essoufflés** franchissent la ligne d'arrivée.
	30*	L	MMC	N	Les pendentifs **et les colliers sophistiqués** sont présentés en vitrine.
TEST	14	C	MMC	N	Les chevaux et **les poneys blancs** viennent d'arriver dans l'étable.
	28	C	MMC	N	Les tissus et **les tapis zébrés** ornent la pièce.
	15	C	MMC	N	Les baguettes et **les croissants chauds** sont vendus à la boulangerie.
	24	C	MMC	N	Les filles et **les garçons rebelles** sont dans la même classe.
	27	C	MMC	NN	Les chercheurs travaillent sur **les vers et les insectes toxiques** dans ce laboratoire.
	10	C	JT	NN	L'herboriste conseille d'utiliser **les fleurs et les herbes médicinales** contre la fatigue.
	33	C	MMC	NN	La couturière doit recoudre **les polos et les manteaux troués** pour demain.
	18	C	MMC	NN	**Les assiettes et les cuillères propres** sont sur l'évier.
	11	L	JT	N	Les canapés et **les fauteuils inconfortables** sont dans la salle d'attente.
	28	L	JT	N	Les adolescents et **les enfants terrorisés** regardent un film d'horreur.
	9	L	MMC	N	Les parapluies et **les portefeuilles colorés** sont l'œuvre de la nouvelle styliste.
	8	L	JT	N	Le restaurant sert des ananas et des **pamplemousses biologiques** à volonté.
	37	L	JT	NN	**Les ascenseurs et les escalators vandalisés** sont nombreux dans ce bâtiment.
	22	L	MMC	NN	Le petit génie démonte **les radios et les télévisions détériorées** dans sa chambre.
	36	L	JT	NN	**Les allumettes et les bougies consumées** ont été laissées sur le bureau.
	29	L	JT	NN	**Les frigos et les congélateurs volumineux** prennent beaucoup de place dans le garage.

Tableau 6 - Les stimuli conservés pour la tâche prosodie-syntaxe : 4 pour la phase d'entraînement et 16 pour la phase de test

(Légende : ENT : phase d'entraînement ; * : stimuli récupéré)

Les stimuli conservés pour la dernière phase de test se doivent également de représenter les 4 conditions expérimentales suivantes : NC (adjectif porté sur le second nom d'un syntagme-cible court), NNC (adjectif porté sur les deux noms d'un syntagme-cible court), NL (adjectif porté sur le second nom d'un syntagme-cible long), NNL (adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible long). Nous décidons ainsi de conserver uniquement les 4

meilleurs représentants (meilleur score) de chaque condition (NC, NNC, NL et NNL) : 16 stimuli sont sélectionnés (4NC + 4NNC + 4NL + 4NNL).

La tâche prosodie-syntaxe telle que décrite jusqu'ici est présentée à l'ensemble des participants du groupe contrôle, ainsi qu'aux patients dans les conditions pré- et post-opératoires. En revanche, nous avons revu la programmation du déroulement pour adapter la tâche à la condition per-opératoire.

7.1.1.6 Adaptation aux conditions de chirurgie éveillée

La procédure de notre protocole initialement conçu pour un usage en condition pré- et post-opératoire a été revue pour répondre autant que faire se peut aux contraintes imposées par la condition de chirurgie éveillée (cf. figure 11).

- La phase d'entraînement n'est pas proposée au patient, seuls les stimuli de la phase de test sont présentés
- Afin de pouvoir intervenir sur le déroulement des tâches, la programmation sur *PERCEVAL* (Ghio et *al*., 2003) a été modifiée :
    - Une seule liste pseudo aléatoire a été sélectionnée et segmentée en 4 blocs de 4 stimuli, de sorte que l'examinateur puisse enclencher la passation de chaque bloc, ou interrompre la passation après un bloc.
    - Toute comme la tâche prosodie-syntaxe proposée en condition pré- et post-opératoire, la planche de concentration est ici présentée pendant 2 secondes. Elle intègre néanmoins une croix additionnelle pour canaliser l'attention du patient.
    - La diffusion du stimulus audio et la présentation de la planche réponse s'effectuent simultanément. La planche d'images reste visible pendant 5 secondes, pour laisser le temps au patient de répondre.
    - Chaque stimulus audio est précédé d'un bip. Celui-ci donne le signal au neurochirurgien pour appliquer la sonde.

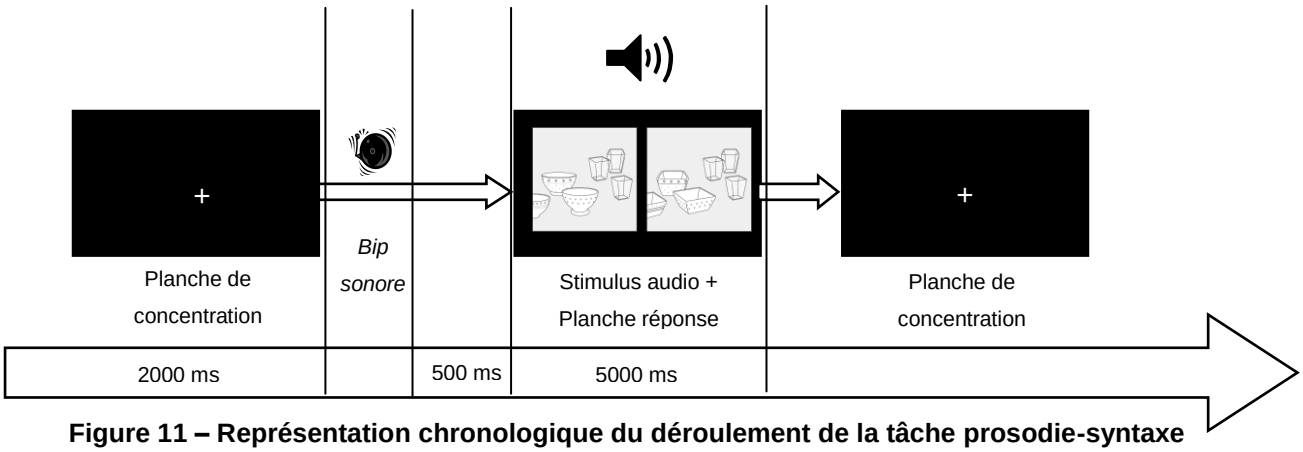

Figure 11 – Représentation chronologique du déroulement de la tâche prosodie-syntaxe adapté à la condition de chirurgie éveillée.

Une procédure similaire a été conduite pour élaborer puis adapter la tâche prosodie-pragmatique.

7.1.2 Tâche prosodie-pragmatique

Pour faire écho à la tâche syntaxique qui présuppose l'implication principale de l'hémisphère gauche, nous avons décidé de proposer une tâche de compréhension de la prosodie dont le traitement relèverait davantage de l'hémisphère droit (Joanette, 2004 ; Champagne et *al*. 2003b). Notre choix s'est porté sur l'élaboration d'une tâche illustrant des aspects pragmatiques de la prosodie.

Nous nous intéressons particulièrement ici au traitement du focus pragmatique. Ce marquage prosodique permet de mettre en saillance l'information pertinente d'un énoncé. Ainsi, dans une situation de communication, si un locuteur pose une question mettant en jeu plusieurs objets de réponses, l'interlocuteur va contraster l'information-réponse appropriée. Sur le plan prosodique, le focus pragmatique se manifeste à travers une augmentation d'intensité et de hauteur de l'attaque de la première syllabe du mot à mettre en saillance. A ce phénomène accentuel s'ajoute une parenthèse basse[72] qui permet de contraster avec l'unité lexicale précédente (désaccentuation + fréquence fondamentale plate et basse), seule l'unité lexicale cible est accentuée. Le focus se définit ainsi comme le déplacement de l'accent final nucléaire d'énoncé (AN) sur le début de l'unité lexicale à mettre en relief[73]. A

[72] Le reste de l'énoncé est désaccentué.
[73] L'accent final nucléaire se situant traditionnellement sur la dernière syllabe du mot.

ces deux principaux traits prosodiques s'ajoute un allongement significatif de l'attaque, mais aussi de l'ensemble du mot (Astésano, 2001 ; Astésano et *al*. 2004).

Ex. : Question (Q) « Tu as croisé ton patron ou son adjoint à la boulangerie ? »
Réponse (R) « J'ai croisé mon **PA**tron à la boulangerie.»

Nous prenons appui ici sur les travaux d'Astésano et *al*. (2004) et de Magne et *al*. (2005), qui mettent en relief la dynamique effective entre prosodie et pragmatique, renforçant ainsi une fois de plus, le fait que la prosodie instancie les niveaux de représentation du langage. Nous adaptons ici le corpus de couples questions-réponses qui a été construit par les auteurs.

7.1.2.1 Conditions Expérimentales

Les différentes combinaisons envisageables entre les questions et les réponses relatives à un même thème (par exemple *« patron/boulangerie »*) permettent d'envisager deux cas de figure : soit la question et la réponse sont congruentes (RC), soit elles sont incongrues (RI).

Exemple : **Q** « Tu as croisé ton patron ou son adjoint à la boulangerie ? »

RC « J'ai croisé mon **PA**tron à la boulangerie.»

RI « J'ai croisé mon patron à la **BOU**langerie. »

De plus, comme l'exemple précédent le suggère, le corpus de courts dialogues question-réponse (Q-R) créé par Magne et *al*. (2005) est conçu de sorte que deux positions de focus soient traitées. Ainsi, pour un même thème relatif au script-réponse, deux questions ont été créées : l'une suggère que l'accent focal porte sur le mot en position médiane (M) du script-réponse, et réciproquement l'autre implique que l'accent focal porte sur le mot en position finale (F) du script-réponse (cf. tableau 7).

THEME ***(patron boulangerie)***	**Q_A-R (C)**	***Focus Fin***	« Où as-tu croisé ton patron, à la boulangerie ou à la pharmacie ? » « J'ai croisé mon patron à la **BOU**langerie. »
		Focus Milieu	« Tu as croisé ton patron ou ton adjoint à la boulangerie ?» « J'ai croisé mon **PA**tron à la boulangerie. »
	Q_B-R (I)	***Focus Milieu***	« Où as-tu croisé ton patron, à la boulangerie ou à la pharmacie ? » « J'ai croisé mon **PA**tron à la boulangerie. »
		Focus Fin	« Tu as croisé ton patron ou ton adjoint à la boulangerie ?» « J'ai croisé mon patron à la **BOU**langerie. »

Tableau 7 – Les quatre conditions expérimentales de la tâche prosodie-pragmatique

Pour un même thème (e.g. *patron/boulangerie*), quatre conditions expérimentales peuvent être exprimées :

- Un dialogue congruent peut présenter un focus final (CF)
- Un dialogue congruent peut présenter un focus médian (CM)
- Un dialogue incongru peut présenter un focus final (IF)
- Un dialogue incongru peut présenter un focus médian (IM)

Un corpus de 120 « thèmes » a ainsi été développé. Il se compose de :

- 240 questions : 120 initiant un focus médian et 120 initiant un focus final dans la réponse
- 240 réponses : 120 exprimant un focus médian et 120 exprimant un focus final.

Tout comme pour la tâche de prosodie-syntaxe, le nombre de stimuli intégré à la tâche prosodie- pragmatique ne doit pas excéder 20 stimuli. Nous procédons donc également ici à une présélection des stimuli.

7.1.2.2 Étapes de présélection des stimuli

Afin de procéder à la sélection des stimuli audio pour notre tâche, l'ensemble du corpus devait être enregistré.

- **Enregistrement des stimuli audio**

➢ *Les locuteurs*

Nous avons pu bénéficier des enregistrements des réponses effectués dans les travaux de références[74] (Magne, Astésano, Lacheret-Dujour, Morel, Alter et Besson, 2005). Les 240 stimuli-réponses (120 présentant un focus en position médiane, 120 présentant un focus en position finale) ont été produits par une même locutrice afin d'homogénéiser le corpus. Leur enregistrement a été effectué dans une chambre sourde équipée d'un microphone AP-850 Galaxy et d'une carte son SoundBlaster PCI 128, à 22050 Hz et 16 bits. Un logiciel de traitement du signal a été utilisé pour l'enregistrement et le nettoyage des signaux (*Kparole-projet Kali*, Morel & Lacheret-Dujour, 2002).

[74] Nous tenons à remercier Anne Lacheret-Dujour de nous avoir permis de disposer d'une partie des enregistrements utilisés dans Magne et al. (2005) afin de les adapter à notre tâche.

Nous avons procédé à l'enregistrement des questions. Afin d'homogénéiser le cadre général des deux tâches que nous testons (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique), nous avons décidé de reproduire le même schéma perceptif que celui de la tâche syntaxique : une locutrice et un locuteur. Les réponses étant produites par une locutrice, nous avons recruté deux locuteurs de sexe masculin pour poser les questions. Nous avons procédé à un pré-test avec le premier locuteur afin de vérifier la cohérence de la consigne et de la tâche. Compte tenu du nombre important de stimuli à tester, il a été demandé au locuteur du pré-test de produire une seule fois chaque question. Une fois la procédure vérifiée, nous avons alors procédé à l'enregistrement du second locuteur, dont les productions seront utilisées pour l'expérimentation.

- *Procédure*

Toujours dans un souci d'harmonisation méthodologique, nous avons suivi le même processus de présentation que celui utilisé pour la tâche prosodie-syntaxe. Mais compte tenu de la quantité de stimuli à produire pour le locuteur, nous avons décidé de n'enregistrer que deux essais par stimulus (certains stimuli ont toutefois été enregistrés 3 ou 4 fois, à la demande des examinateurs, lorsque la production du locuteur ne convenait pas). La meilleure production par stimulus est conservée pour le protocole. Une fois randomisée (2 questions présentant le même script-réponse ne se suivent jamais et sont distantes d'au moins 5 autres questions), la liste des questions est transposée sur un support diaporama (PowerPoint), lequel présente une question par diapositive. Après avoir pris connaissance de la question, le locuteur la prononce à voix haute, la consigne étant de faire comprendre sur quoi porte la question à d'éventuels interlocuteurs, et ainsi de mettre en exergue les mots-cibles). Le locuteur contrôle le défilement des questions (préalablement formatées sous PowerPoint), et aucune limitation de temps ne contraint la production.

Tout comme les enregistrements des stimuli de la tâche syntaxique, les enregistrements des stimuli de la tâche pragmatique ont été effectués au sein de la cabine audiométrique du Plateau d'Études Techniques et de Recherche en Audition (*PETRA*, Université de Toulouse 2). La console de mixage utilisée est une TASCAM DM3200. Le locuteur est assis face à un écran, un micro à pied est placé devant lui. Les conditions d'enregistrement sont établies et vérifiées avec l'ingénieur du son. Après segmentation de l'enregistrement (*PRAAT*, Boersma & Weenink, 2009), 533 stimuli ont ainsi été obtenus (240 x n essais à la demande des examinateurs).

- **Présélection 1 – les stimuli « questions » (Q)**

Astésano, Magne, Morel, Coquillon, Espesser, Besson et Lacheret-Dujour (2004) indiquent dans leur article que les stimuli-réponses (R) ont été validés par quatre sujets en fonction de trois critères :

- Qualité de l'enregistrement,
- Stimulus linguistiquement possible,
- Patron intonatif acceptable.

Nous nous appuyons sur ces critères et validons temporairement l'ensemble des réponses, avant de les confronter aux questions dans une prochaine étape.

Suite à l'enregistrement de la série de questions, nous avons procédé à la présélection des meilleures productions. Deux expertes linguistes se sont réunis et ont procédé à cette sélection. Une seule production par question a été conservée. Trois critères de sélection ont été déterminés :

- Qualité de la reproduction des scripts : pas d'erreur lexicale (remplacement/omission d'un mot)
- Qualité articulatoire : prononciation non altérée, stabilité du débit de parole, etc.
- Qualité prosodique : respect du schéma intonatif attendu, mise en exergue des mots-cibles pertinente.

Ainsi, 240 stimuli-questions correspondants aux 240 réponses pré-enregistrées, ont été conservées.

- **Présélection 2 – Les dialogues question-réponse (Q-R)**

Suite à la présélection des stimuli, nous avons décidé d'éliminer les couples Q-R que nous avons considéré inadaptés. Ont ainsi été supprimés 160 couples Q-R (sur 240 couples au total) selon les critères suivants :

- Qualité de la production orale de la question et/ou de la réponse trop faible.
- Schéma prosodique Q-R incongruent (dans la réponse, placement du focus sur le déterminant et non sur le nom cible)
- Contenu sémantique ambigu ou à connotation culturelle, politique ou religieuse.

Le corpus ayant été exploité par ailleurs, nous considérons que les scripts que nous conservons sont robustes. Nous n'avons donc pas soumis les stimuli au jugement

sémantique d'un échantillon d'auditeurs, contrairement à ce qui a été fait pour la tâche syntaxique. Nous avons procédé à la sélection définitive des stimuli lors de la validation de nos deux tâches (pragmatique et syntaxique). 80 couples Q-R sont ainsi proposés dans la phase de validation.

7.1.2.3 Planches réponses

Bien que ce type de tâche ne nécessite pas la présentation de planches d'images, dans un souci d'harmonisation des deux tâches prosodie (syntaxe et pragmatique), nous avons décidé d'incorporer deux planches réponses simples : l'une présentant le bouton réponse « congruent » (rond vert) à droite et le bouton réponse « incongru » (croix rouge) à gauche, et réciproquement, l'autre présentant le bouton réponse « congruent » à gauche et le bouton réponse « incongru » à droite (cf. annexe 4.2)

7.1.2.4 Normalisation de la tâche

La phase de normalisation décrite ci-après présente un double objectif. Nous considérons d'une part qu'il s'agit d'une première confrontation des stimuli audio et des planches d'images en condition d'expérimentation. Et d'autre part, constitué d'un corpus trop important pour prétendre à une utilisation en contexte clinique, il s'agit alors également d'une étape de présélection des stimuli.

- **Matériel**

➢ *Les stimuli*

Un carré latin a été conçu de sorte que chaque thème soit présenté une seule fois dans la même condition à un participant. Ainsi, les 4 conditions expérimentales relatives à chaque thème sont distribuées à travers 4 listes. Les 80 dialogues se réalisent à travers 40 thèmes, qui sont répartis dans chaque série à travers 4 blocs :

- 10 thèmes avec dialogues congruents présentant un focus médian
- 10 thèmes avec dialogues congruents présentant un focus final
- 10 thèmes avec dialogues incongrus présentant un focus médian (au lieu du focus final attendu)
- 10 thèmes avec dialogues incongrus présentant un focus final (au lieu du focus médian attendu)

Nous avons extrait 2 thèmes dans chaque bloc pour concevoir la phase d'entraînement. Elle se compose ainsi de 8 dialogues, la phase de test en contient 32. Une fois ces 4 séries définies, chacune d'entre elles a été randomisée trois fois, de sorte à créer 3 listes (3 répétitions du même stimulus pour un même groupe). Une même liste n'est utilisée que pour 3 ou 4 auditeurs.

L'ordre d'apparition des énoncés dans les 2 phases (entraînement et test) est contraint par la condition pragmatique du dialogue (congruente (C) *vs.* Incongrue (I)), la distribution des planches réponses (symbole « congruent » à droite ou à gauche), et le focus présentant dans la réponse du dialogue (focus médian (M) ou final (F)). Ainsi sont admises les suites composées d'au maximum :

- 3 dialogues consécutifs présentant la même condition pragmatique (C ou I)
- 3 planches consécutives présentant la même distribution du symbole réponse « congruent » (à gauche ou à droite de la planche)
- 3 stimuli consécutifs présentant la même position de focus (M ou F)

➢ *Les planches réponses*

Les planches ont été distribuées de sorte que les conditions pragmatiques « congruente » et « incongrue » soient balancées à droite et à gauche de la planche. Ainsi, la série de planche a été préalablement définie :

- 50% des planches présente la condition « congruente » à gauche (et la condition « incongrue » à droite)
- 50% des planches présente la condition « congruente » à droite (et la condition « incongrue » à gauche)

➢ Déroulement général programmé sur *PERCEVAL* (Ghio et *al*., 2003) (cf. figure 12)

- Planche de concentration : une planche vierge (fond noir) est présentée avec chaque stimulus auditif
- Présentation des stimuli auditifs
  - La planche vierge apparaît avant que l'écoute du dialogue soit enclenchée
  - Nous faisons précéder chaque question du dialogue de 2 secondes de silence, elle est ensuite suivie de 500 millisecondes de silence,
  - Est alors présenté la réponse à la question. Celle-ci est suivie de 500 millisecondes de silence, suite auxquelles la planche réponse apparaît.

- Présentation de la planche réponse et enregistrement de la réponse du participant
  - A la fin des 500 millisecondes de silence, la planche réponse apparaît. L'auditeur doit alors décider si la réponse entendue est congrue (rond vert) ou non (croix rouge) à la question. Sa réponse est enregistrée via le même système de boitier que celui utilisé pour la tâche syntaxique. L'auditeur dispose de 4 secondes maximum pour donner sa réponse.
    La réponse de l'auditeur provoque immédiatement la disparition de la planche, lui indiquant ainsi que sa réponse a été prise en compte, s'en suit une nouvelle boucle de présentation : 2 secondes de silence sur fond noir, présentation audio du stimulus-question, 500 millisecondes de silence, présentation audio du stimulus-réponse, 500 millisecondes de silence et présentation de la planche pendant 4 secondes, et ainsi de suite.
    Si l'auditeur ne répond pas dans le délai imparti (4 secondes), la séquence suivante est enclenchée automatiquement.

La durée d'une séquence de présentation des stimuli (stimuli audio + planche) est comprise entre 4,5 et 10 secondes, selon le temps de réaction de l'auditeur

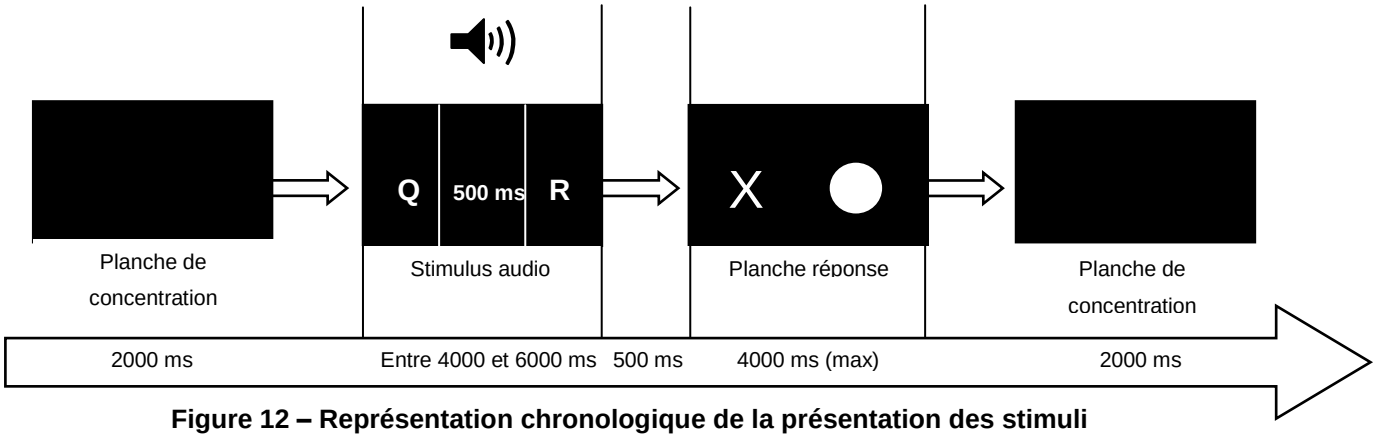

Figure 12 – Représentation chronologique de la présentation des stimuli de la tâche prosodie-pragmatique

➢ *Phase d'entraînement et phase de test*

Tout comme pour la tâche prosodie-syntaxe, nous avons décidé de nous appuyer sur un seuil de réussite avant de commencer la phase test. La phase d'entraînement pourra ainsi être proposée plusieurs fois, jusqu'à ce que le taux de réussite soit atteint. Nous avons estimé ce seuil de réussite à 65% de réponses correctes, soit au moins 5 réponses correctes (tout comme pour la tâche prosodie-syntaxe, 3 réponses incorrectes ou plus renvoient le participant à la phase d'entraînement).

Une fois qu'un score suffisant est obtenu, la phase de test est déclenchée par l'examinateur. Pour rappel, celle-ci se compose de 32 dialogues (8 dans chaque condition expérimentale).

- **Participants**

48 participants (26 femmes et 22 hommes) de langue maternelle française, ne présentant aucun trouble (visuel, auditif, communication) âgés entre 21 et 60 ans (la description des participants est consultable en annexe 6.2).

- **Procédure**

Le participant a pour objectif de déterminer la congruence des dialogues questions-réponses (Q-R) entendus. Après chaque dialogue, une planche-réponse apparaît, permettant au participant de sélectionner via le boîtier le symbole correspondant à son avis. Si le dialogue lui paraît congruent, il sélectionne le côté de l'écran où apparaît le rond vert, si le dialogue lui paraît incongru, il sélectionne le côté de l'écran où apparaît la croix rouge.

- **Analyse et résultats**

Sur l'ensemble des réponses données, on observe un taux de réussite très élevé : 96%. Le temps de réaction moyen est de 795 ms.

➢ *Régression Multiple*

L'analyse montre une influence des variables C/I (dialogues congruents *vs*. dialogues incongrus) et F/M (focus final *vs*. focus médian) sur les scores (R^2=,0649 ; F(2,125)=4,3356 ; p=,0151) et sur les temps de réaction (R^2=,0518 ; F(2,125)=3,4186 ; p=,0359) avec une prédominance de la condition pragmatique (C/I) (bêta = -,25 et p=,004 pour les scores ; bêta =,22 et p=,011 pour les temps de réaction) (tableaux de la Régression multiple consultables en annexe 7.2)

➢ *Corrélations*

Nous présumons que le score et les temps de réaction sont corrélés.

Var.	Score %	TR
Score %	1,00	**-0,53**
TR	**-0,53**	1,00

Tableau 8 – Tâche Prosodie-Pragmatique : Corrélations significatives entre les scores et les temps de réaction

L'analyse montre effectivement une relation entre le score et le temps de réaction ($p<0,05$): plus le score est élevé, et plus les temps de réaction sont courts, et réciproquement, plus les scores sont faibles, et plus les temps de réaction sont élevés (cf. tableau 8).

- *ANOVA*

  - Conditions pragmatiques

Nous supposons que les conditions pragmatiques C et I (C : dialogue congruent et I : dialogue incongru) pourraient avoir influencées les scores et les temps de réaction des participants (cf. tableau 9).

Conditions	Taux d'identification (%)	Temps de réaction moyen (ms)
C	98%	767
I	94,5%	824

Tableau 9 – Tâche Prosodie-Pragmatique : Taux d'identification et temps de réaction moyen obtenus dans le traitement de chaque condition pragmatique C *vs.* I

(Légende : C : dialogue congruent et I : dialogue incongru)

La condition pragmatique C semble avoir été légèrement mieux et plus rapidement identifiée que la condition syntaxique I (cf. tableau 9) . Les ANOVA à un facteur effectuée sur le taux d'identification ainsi que sur les temps de réaction révèlent un effet significatif des conditions pragmatiques ($p<0,05$) (cf. figures 13 et 14).

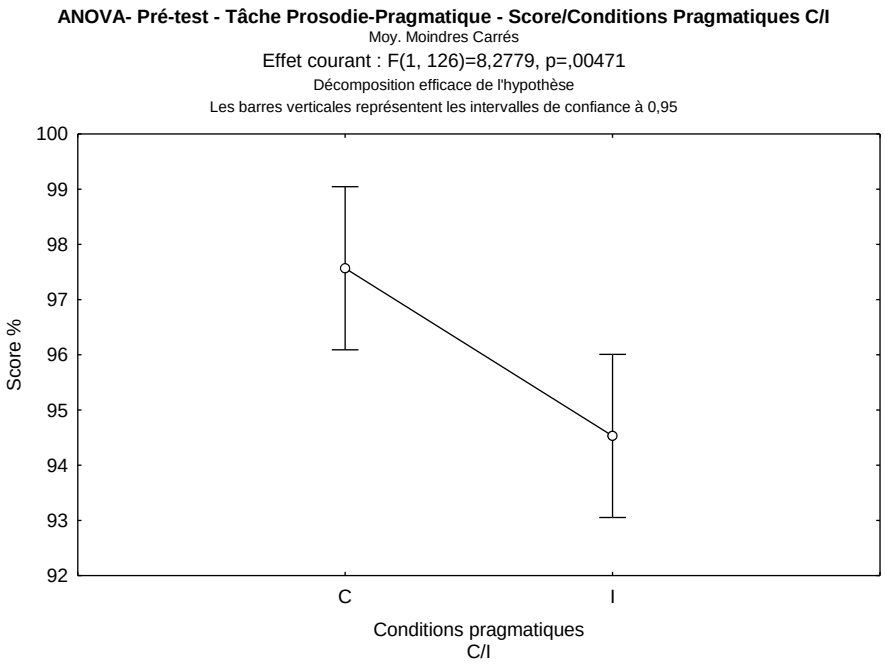

Figure 13- Tâche Prosodie-Pragmatique – Pré-test – ANOVA à un facteur : Effet significatif des conditions pragmatiques (congruente (C) *vs.* incongrue (I)) sur les scores

L'analyse indique que les stimuli présentant la condition C (dialogue congruent) ont été significativement mieux reconnus que les stimuli présentant la condition I (dialogue incongru) (F(1,126)=8,2779 ; p=,0047). Cette observation est également confirmée par l'analyse des temps de réaction.

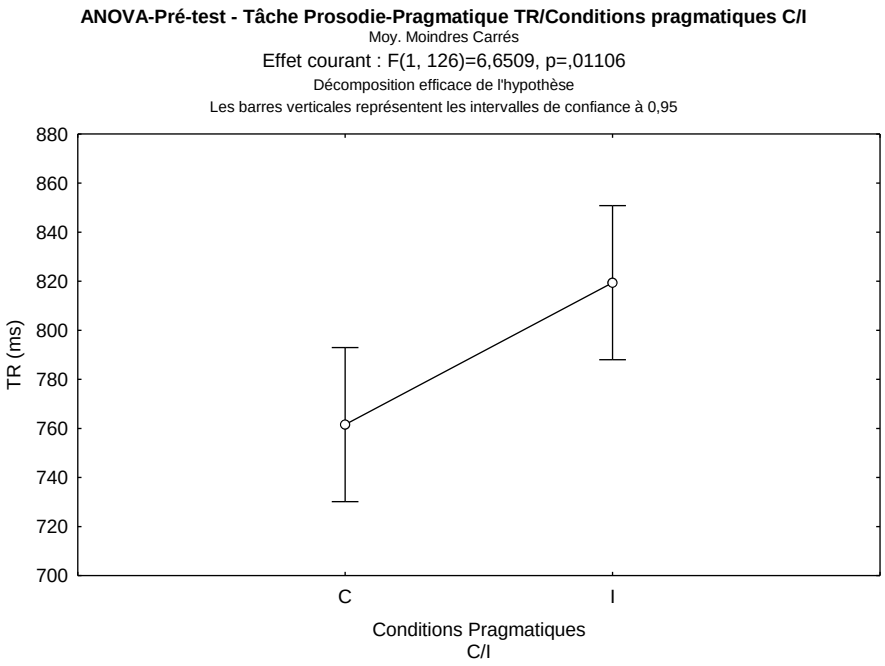

Figure 14 – Tâche Prosodie-Pragmatique – ANOVA à un facteur : Effet significatif des conditions pragmatiques (congruente (C) *vs.* incongrue (I)) sur les temps de réaction

L'ANOVA indique que les stimuli présentant la condition C (dialogue congruent) ont été plus rapidement identifiés que les stimuli présentant la condition I (dialogue incongru) (F(1,126)=6,6509 ; p=,0111).

- Position du focus

Nous supposons que la position du focus a pu influencer l'identification des stimuli et le temps de réaction des participants (cf. tableau 10).

Conditions	Taux d'identification (%)	Temps de réaction moyen (ms)
M	96%	792
F	96%	799

Tableau 10 – Tâche Prosodie-Pragmatique – Pré-test : Taux d'identification et temps de réaction moyen obtenus dans le traitement de chaque condition de focus M *vs.* F

(Légende : M : focus médian ; F : focus final)

Les analyses statistiques montrent que la position du focus (médian (M) *vs.*. final (F)) ne semble pas avoir influencé le taux d'identification des stimuli, ni le temps de réaction des participants (F(1,126)=,4073 ; p=,5245).

- **Sélection finale des stimuli**

Compte tenu du taux de réussite très élevé (96%), nous avons décidé d'extraire les dialogues ayant été correctement identifiés par l'ensemble des participants, c'est-à-dire ceux ayant été reconnus à 100%. 53 dialogues se distinguent :

- 17 dialogues présentant les conditions CM (dialogues congruents avec focus médian)
- 11 dialogues présentant les conditions IM (dialogues incongrus avec focus médian)
- 18 dialogues présentant les conditions CF (dialogues congruents avec focus final)
- 6 dialogues présentant les conditions IF (dialogues incongrus avec focus final)

Afin d'établir un corpus de stimuli équivalent en nombre à celui présenté dans la tâche prosodie syntaxe, nous avons décidé de conserver 20 stimuli maximum pour la phase de test, et 4 pour la phase d'entraînement. Pour parvenir à cet ultime corpus, deux expertes linguistes se sont réunies afin d'éliminer les dialogues considérés comme les moins représentatifs. Ont ainsi été supprimés, les dialogues :

- Dont le contexte général pouvait potentiellement prêter à confusion ou paraître inadapté à un public adulte
- Qui malgré nos précautions ne présentaient pas un enregistrement audio convenable

Ont en revanche été conservés les dialogues :

- Représentant au mieux l'ensemble des conditions expérimentales : cohérence du contexte, congruence et incongruité, focus, qualité des enregistrements.
- Un seul dialogue par thème

Ainsi, nous avons choisi 6 exemplaires de chaque condition : CM/IM/CF/IF. 5 ont été conservés pour la phase de test, 1 pour la phase d'entraînement (ENT) (cf. tableau 11).

	Code Q-R	C/I	M/F	Scripts
ENT	37	I	F	Q : Qu'est-ce que tu fais avec un stylo, tu écris tes rapports ou tu dessines ? RI : En général, j'écris mes rapports avec un **stylo**
	100	I	M	Q : Où as-tu acheté des poteries, en Turquie ou en Tunisie ? RI : J'ai acheté des **poteries** en Tunisie.
	86	C	M	Q : A l'université, tu as fait des études de mathématiques ou de physique ? RC : J'ai fait des études de **mathématiques** à l'université.
	118	C	F	Q : Où veulent-ils mettre les éoliennes, sur la colline ou dans la vallée ? RC : Ils veulent mettre des éoliennes sur la **colline.**
TEST	39	I	F	Q : Qui a-t-il appelé depuis une cabine, son assureur ou son garagiste ? RI : Il a appelé son assureur depuis une **cabine**.
	104	I	F	Q : Qu'est-ce que tu vas faire dans un gymnase, du tennis ou du basket ? RI : Je vais jouer au tennis dans un **gymnase**.
	59	I	M	Q : Tu as pris l'avion pour aller en Chine ou en Mongolie ? RI : J'ai voyagé en **avion** pour aller en Mongolie.
	99	I	M	Q : Où as-tu posé du parquet, dans ta chambre ou dans ton salon ? RI : J'ai posé du **parquet** dans mon salon.
	63	C	M	Q : Où vas-tu l'année prochaine, dans une fac anglaise ou américaine ? RC : Je vais dans une fac **anglaise** l'année prochaine.
	98	C	M	Q : Qu'est-ce que tu entreposes dans le grenier, tes valises ou tes bouteilles ? RC : J'entrepose mes **valises** dans le grenier.
	53	C	F	Q : Qu'est-ce que tu écoutes en ce moment, une cassette de Brassens ou de Brel ? RC : En ce moment, j'écoute une cassette de **Brassens**.
	114	C	F	Q : Où fais-tu de la plongée, dans le Sud ou en Bretagne ? RC : Quand je peux, je fais de la plongée en **Bretagne**.
	119	C	F	Q : Pour la fête, tu éclaires ta maison à l'électricité ou avec des bougies ? RC : Pour la fête, j'éclaire ma maison avec des **bougies**.
	43	I	F	Q : Où dorment les vaches en hiver, dans le pré ou dans une étable ? RI : A mon avis, les vaches dorment dans une étable en **hiver**
	45	I	F	Q : Qu'est-ce que tu comptes exposer dans une galerie, tes peintures ou tes sculptures ? RI : Je compte exposer mes peintures dans une **galerie**
	117	I	F	Q : Où les enfants sont-ils allés avec leur parents, à la mer ou à la montagne ? RI : Les enfants sont allés à la montagne avec leurs **parents**
	56	I	M	Q : Quand as-tu été institutrice, en 70 ou en 73 ? RI : En fait, j'ai été **institutrice** en 73.
	87	I	M	Q : A-t-il reçu un paquet aujourd'hui ou hier ? RI : Il a reçu un **paquet** aujourd'hui.
	107	I	M	Q : Quand fais-tu du bateau, en hiver ou en été ? RI : En général, je fais du **bateau** en été
	55	C	M	Q : Qui se déplace lentement, le lièvre ou la tortue ? RC : Dans la fable, la **tortue** se déplace lentement

65	C	M	Q : Qu'est-ce que tu vas acheter dans une parfumerie, du parfum ou du maquillage ? RC : Je vais acheter du **parfum** dans une parfumerie
115	C	M	Q : Tu as acheté des vêtements ou des bijoux à Venise ? RC : J'ai acheté des **bijoux** à Venise
44	C	F	Q : A qui as-tu donné ta voiture, à ton frère ou à ton cousin ? RC : En fait, j'ai donné ma voiture à mon **cousin**
113	C	F	Q : A qui as-tu montré la vidéo, à tes enfants ou à tes parents ? RC : J'ai montré la vidéo à mes **enfants**

Tableau 11 - Les stimuli conservés pour la tâche prosodie-pragmatique : 4 stimuli dans l'entraînement et 20 dans la phase de test

(Légende : ENT : phase d'entraînement)

La tâche prosodie-pragmatique telle que décrite jusqu'ici est présentée à l'ensemble des participants du groupe contrôle, ainsi qu'aux patients dans les conditions pré- et post-opératoires. En revanche, nous avons revu la programmation du déroulement pour adapter la tâche à la condition per-opératoire.

7.1.2.5 Adaptation aux conditions de chirurgie éveillée

Tout comme la tâche prosodie-syntaxe, la tâche prosodie-pragmatique a été revue pour être adaptée au mieux aux conditions de chirurgie éveillée.

- La phase d'entraînement n'est pas proposée au patient, seuls les stimuli de la phase de test sont présentés
- Afin de pouvoir intervenir sur le déroulement des tâches, la programmation sur *PERCEVAL* (Ghio et *al*., 2003) a été modifiée (cf. figure 15):
    - Une seule liste pseudo aléatoire a été sélectionnée et segmentée en 4 blocs de 5 stimuli, de sorte que l'examinateur puisse enclencher la passation de chaque bloc, ou interrompre la passation après un bloc.
    - La planche de concentration présentée pendant 2 secondes intègre une croix additionnelle pour canaliser l'attention du patient.
    - La diffusion du stimulus audio et la présentation de la planche réponse s'effectuent simultanément. La planche d'images reste visible pendant 5 secondes, pour laisser le temps au patient de répondre.
    - Chaque stimulus audio est précédé d'un bip. Celui-ci donne le signal au neurochirurgien pour appliquer la sonde.

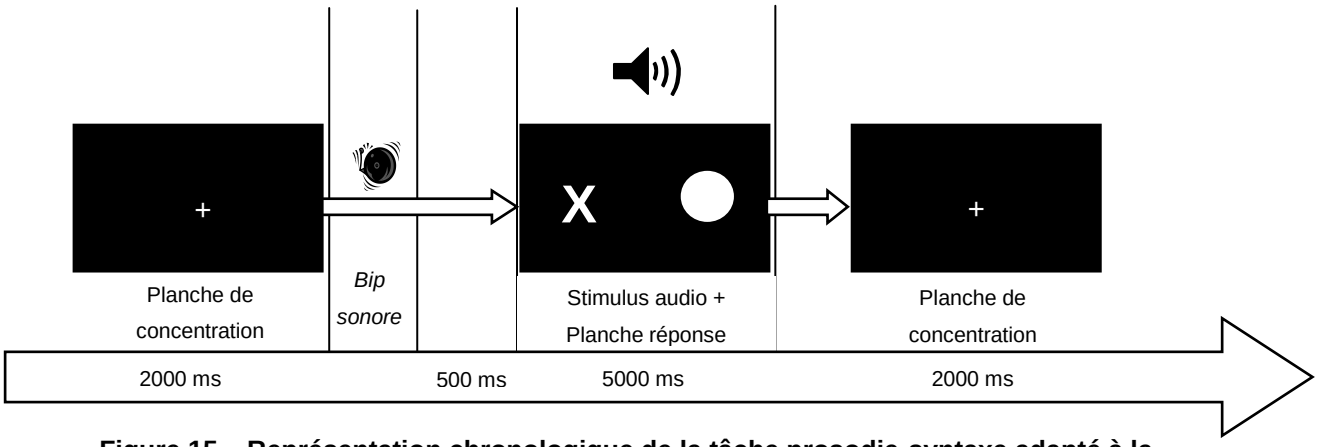

Figure 15 – Représentation chronologique de la tâche prosodie-syntaxe adapté à la condition de chirurgie éveillée

Une procédure similaire a été conduite pour adapter la tâche contrôle issue du BAT.

7.1.3 Tâche contrôle adaptée du BAT

Notre protocole prosodie devant être présenté en condition de chirurgie éveillée, nous avons décidé d'y adjoindre des tâches contrôles nous permettant de distinguer le traitement des fonctions prosodico-syntaxique et prosodico-pragmatique (protocole prosodie) du traitement distincts des seuls aspects syntaxique et pragmatique. Autrement dit, nous cherchons à décorréler les aspects syntaxique et pragmatique des aspects prosodiques. Les résultats aux différentes tâches nous permettraient ainsi d'interpréter plus objectivement les compétences des patients et de vérifier quels aspects sont potentiellement altérés : les fonctions prosodiques et/ou les aspects syntaxiques ou pragmatiques.

Dans le cadre de notre travail, compte tenu des contraintes temporelles imposées par l'organisation des interventions chirurgicales, nous avons adapté la tâche contrôle syntaxe. Pour ce faire, nous voulions utiliser une épreuve issue d'un bilan par ailleurs standardisé, afin de nous prémunir de tout biais méthodologique initial. Celui-ci devait également présenter une méthodologie similaire à notre protocole et ainsi faire appel à des supports visuels imagés.

7.1.3.1 Conditions Expérimentales

Pour faire écho à notre tâche prosodie-syntaxe qui présentent des énoncés syntaxiquement ambigus et de ce fait suppose deux interprétations pour une même structure, nous avons décidé d'évaluer spécifiquement l'interprétation de phrases réversibles, plus particulièrement à travers la distinction entre actif et passif (« *Le garçon pousse la fille. » vs. « Le garçon est poussé par la fille. »*).

Dans un premier temps, nous avions envisagé d'utiliser l'épreuve de compréhension de phrases du MT 86 (Joanette *et* al., 1992). Celui-ci a pour avantage incontestable d'être déjà utilisé dans le bilan orthophonique en conditions pré- et post-opératoires. Les résultats obtenus auraient ainsi pu être comparés dans leur ensemble. Cependant, l'épreuve du MT 86 appréhendant les conditions expérimentales désignées (actif *vs.* passif) ne présentait pas un nombre de planches différentes suffisant pour correspondre à la méthodologie employée dans la tâche prosodie-syntaxe. Proposant des planches plus variées, nous avons alors opté pour une épreuve équivalente issue du *Bilingual Aphasia Test* (BAT, Paradis & Libben, 1987)[75].

7.1.3.2 Étapes de présélection des stimuli

Pour correspondre à la tâche prosodie-syntaxe et obtenir 16 stimuli, 8 phrases actives et leur version passive devaient être désignées parmi celles proposées dans le BAT. Or, bien que le BAT propose un plus grand choix de phrases distinctes que le protocole MT 86, celui-ci présente néanmoins des redondances. Nous avons ainsi sélectionné 8 phrases actives et 6 phrases passives (14 stimuli distincts). 2 phrases passives sont répétées pour équilibrer le nombre de stimuli présentant chaque condition (ces énoncés sont signalés par un astérisque dans le tableau 12). Pour respecter le déroulement préalablement défini dans les tâches prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique), les stimuli ont été enregistrés par deux locuteurs de langue maternelle française de sexe différent).

7.1.3.3 Planches réponses

Les planches d'images (cf. annexe 4.3) ont été reformatées et redimensionnées pour être ensuite configurées sur le logiciel *PERCEVAL* (Ghio et *al*., 2003).

[75] Bien que destiné initialement à évaluer les compétences langagières des sujets bilingues, le BAT est également couramment utilisé auprès de sujets monolingues.

7.1.3.4 Normalisation de la tâche

L'épreuve du BAT sur laquelle nous nous appuyons ayant été par ailleurs standardisée, nous ne procédons pas à la normalisation de la tâche contrôle adaptée, auprès d'un groupe contrôle.

N°	Stimuli	Cond.
1	Le garçon tient la fille	A
13	Le chat mord le chien	A
7	Le garçon est arrosé par la fille (*)	P
12	La fille est arrosée par le garçon	P
9	La fille tient le garçon	A
3	La fille est poussée par le garçon (*)	P
8	Le chat est mordu par le chien	P
15	La fille est poussée par le garçon (*)	P
6	La fille pousse le garçon	A
14	Le camion tire la voiture	A
4	Le chien est mordu par le chat	P
11	Le garçon est poussé par la fille	P
2	La voiture tire le camion	A
5	La moto suit l'autobus	A
10	L'autobus suit la moto	A
16	Le garçon est arrosé par la fille (*)	P

Tableau 12 – Stimuli extraits du BAT pour la tâche contrôle

Étant donné que peu de participants sont concernés par la passation de cette tâche (patients et sujets appariés uniquement), nous avons créé une seule liste pseudo aléatoire. L'ordre d'apparition des énoncés dans la phase de test est contraint par la condition syntaxique de la phrase (active (A) *vs.* passive (P)), et la distribution des planches réponses (images représentant la condition « active » à droite ou à gauche). Ainsi sont admises les suites composées d'au maximum :

- 3 phrases consécutives présentant la même condition syntaxique (A ou P)
- 3 planches consécutives présentant la même distribution de l'image représentant la condition syntaxique (image illustrant la condition active à gauche ou à droite de la planche) (cf. ordre présenté dans le tableau 12).

7.1.3.5 Adaptation aux conditions de chirurgie éveillée

Tout comme les tâches prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique) la tâche contrôle adaptée du BAT a été paramétrée sur *PERCEVAL* (Ghio et *al*., 2003) pour convenir au mieux aux conditions de chirurgie éveillée (cf. figure 16).

- Aucune phase d'entraînement n'est proposée au patient, les 16 stimuli présélectionnés sont inclus dans la phase de test
- Afin de pouvoir intervenir sur le déroulement des tâches :
  - Une seule liste pseudo aléatoire a été sélectionnée et segmentée en 4 blocs de 4 stimuli, de sorte que l'examinateur puisse enclencher la passation de chaque bloc, ou interrompre la passation après un bloc.
  - La planche de concentration est présentée pendant 2 secondes et intègre une croix additionnelle pour canaliser l'attention du patient.
  - La diffusion du stimulus audio et la présentation de la planche réponse s'effectuent simultanément. La planche d'images reste visible pendant 5 secondes, pour laisser le temps au patient de répondre.
  - Chaque stimulus audio est précédé d'un bip. Celui-ci donne le signal au neurochirurgien pour appliquer la sonde.

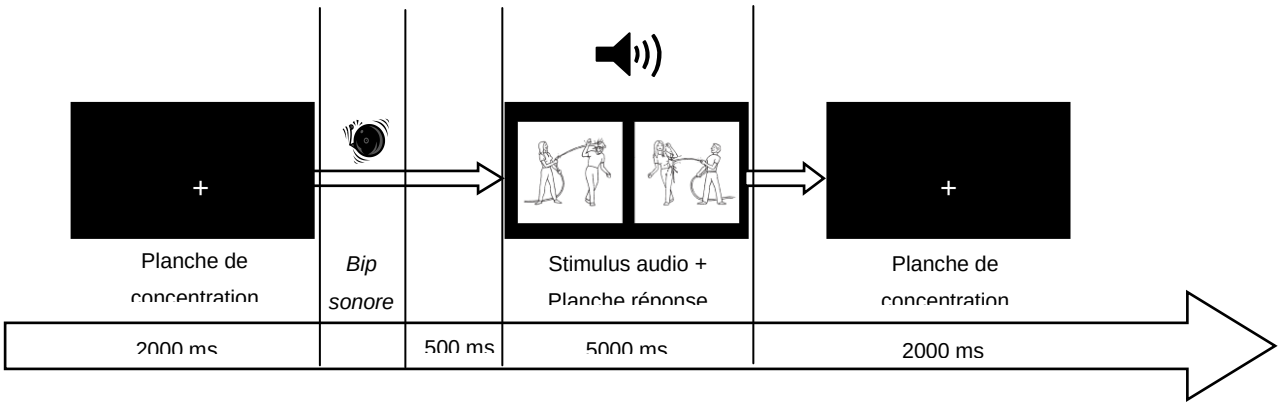

Figure 16 – Représentation chronologique de la tâche prosodie-syntaxe adapté à la condition de chirurgie éveillée

Le déroulement de la tâche a été paramétré sur *PERCEVAL* (Ghio et *al*, 2003), il est identique à celui des tâches prosodie adaptées.

7.1.4 Récapitulatif du matériel définitif

Notre protocole se compose de trois tâches de compréhension : deux tâches de prosodie et une tâche contrôle syntaxe (cf. tableau 13).

		Tâche prosodie-Syntaxe	Tâche prosodie-Pragmatique	Tâche contrôle adaptée du BAT
Conditions expérimentales		*- interprétation syntaxique* **N**: adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible **NN** : adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible *- longueur des syntagmes* **C** : syntagme-cible court (5-6 syllabes) **L** : syntagme-cible long (8-11 syllabes)	*- congruence pragmatique* **C** : dialogue congruent **I** : dialogue incongru *- position du focus* **M** : focus médian **F** : focus final	*- interprétation syntaxique* **A** : phrase active **P** : phrase passive
Actualisation prosodique		**AF** + **AI** (Accent Final + Accent Initial) : marqueurs gauche et droit du syntagme accentuel	**Focus pragmatique** : accent sur la première syllabe du mot à mettre en saillance + parenthèse basse	**-** **(pas d'implication de la prosodie)**
Type de stimuli		Syntagme cible [N+N+Adj.] intégré dans un syntagme porteur	Dialogues Q-R (question-réponse)	Phrases actives *vs.* passive
Nb de stimuli	**ENT** ***(pré- et post-op)***	4 stimuli: 1 NC, 1 NL, 1 NNC, 1 NNL	4 stimuli: 1 CM, 1 CF, 1 IM, 1 IF	*NF*
	Test ***(pré-, per- et post-op)***	16 stimuli soit : 4 NC, 4 NL, 4 NNC, 4 NNL	20 stimuli soit : 5 CM, 5 CF, 5 IM, 5 IF	16 stimuli soit : 8 A et 8 P
Planches réponses		planches d'images	planches de symboles-réponses	planches d'images
Durée de passation		10-15 min	10-15 min	10 min

Tableau 13 – Récapitulatif de la composition du protocole : tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle adaptée du BAT

(***Légende : ENT : phase d'entraînement ; NF : non fait, la tâche contrôle adaptée du BAT ne propose pas de phase d'entraînement)***

Trois tâches constituent notre protocole. Les deux tâches principales veillent à évaluer la compréhension de fonctions linguistiques de la prosodie. La tâche prosodie-syntaxe observe le traitement d'une fonction syntaxique de la prosodie à travers l'interprétation de syntagmes ambigus. Le syntagme-cible se compose de deux noms et d'un adjectif : [N+N+Adj.]. La position de l'AF (accent final) et de l'AI (accent initial) détermine l'interprétation syntaxique : soit l'adjectif porte sur le second nom du syntagme-cible (N), soit

il porte sur les deux noms du syntagme-cible (NN). Une condition expérimentale secondaire est introduite dans la conception des stimuli. La longueur des syntagmes-cibles est contrôlée. Ont ainsi été conçus des syntagmes-cibles courts (C) constitués de 5 à 6 syllabes et des syntagmes-cibles longs (L) constitués de 8 à 11 syllabes. Le corpus se compose de 20 stimuli (4 pour la phase d'entraînement et 16 pour la phase de test) représentant de manière équilibrée chacune des conditions expérimentales définies : NC (adjectif porté sur le second nom d'un syntagme-cible court), NL (adjectif porté sur le second nom d'un syntagme-cible long), NNC (adjectif porté sur les deux noms d'un syntagme-cible court), NNL (adjectif porté sur les deux noms d'un syntagme-cible long). Des planches d'images ont été élaborées. Celles-ci se composent de deux illustrations correspondant aux deux interprétations syntaxiques possibles.

La seconde tâche, la tâche prosodie-pragmatique observe le traitement d'une fonction pragmatique de la prosodie à travers le jugement de la congruence de dialogues question-réponse. La congruence (C) ou l'incongruité (I) s'expriment par l'intermédiaire du focus pragmatique. Selon le contenu de la question, la réponse congruente suppose que l'accent se porte sur le mot réponse cible et le mette ainsi en saillance, la réponse incongrue implique que le focus se porte sur un mot inapproprié à la question. Une condition expérimentale secondaire a également été introduite dans la conception des stimuli. La position du focus est contrôlée. Ont ainsi été élaborés des stimuli-réponses présentant un focus médian (M) et des stimuli-réponses présentant un focus final (F). Le corpus se compose de 24 stimuli (4 pour la phase d'entraînement et 20 pour la phase de test) représentant de manière équilibrée chacune des conditions expérimentales définies : CM (dialogue congruent présentant une réponse avec focus médian), CF (dialogue congruent présentant une réponse avec focus final), IM (dialogue incongru présentant une réponse avec focus médian), IF (dialogue congruent présentant une réponse avec focus final). Pour harmoniser la présentation des tâches prosodie, des planches réponses ont également été attribuées à la tâche prosodie-pragmatique. Elles se composent des symboles-réponses représentant la congruence (rond vert) ou l'incongruité (croix rouge).

Une troisième tâche ayant pour objectif de contrôler le traitement linguistique hors intervention de la prosodie a été déterminée. La tâche contrôle adaptée du BAT (Paradis et Libben, 1987) fait écho à la tâche prosodie-syntaxe. Elle veille à observer le traitement d'une fonction syntaxique « pure » à travers l'interprétation de phrases actives (A) et passives (P). Elle se compose de 16 stimuli (phase de test) représentant de manière équilibrée les conditions syntaxiques qu'elle exprime. Tout comme la tâche prosodie-

syntaxe, des planches d'images ont été introduites. Chacune d'elles présente les deux images correspondant aux deux interprétations syntaxiques possibles (A ou P).
Construite dans une perspective clinique, la durée de passation de chaque tâche est comprise entre 10 et 15 minutes. L'ensemble du protocole ne dépasse pas 45min.

Pour éviter tout effet d'ordre, l'ordre de passation des tâches prosodie (prosodie-syntaxique et prosodie-pragmatique) a été aléatoirement distribué à travers les participants : une partie des participants a commencé par la tâche prosodie-syntaxe, une autre partie a commencé par la tâche prosodie-pragmatique. Pour chacune de ces deux tâches, ainsi que pour la tâche contrôle adaptée du BAT (Paradis & Libben, 1987), nous avons suivi la même procédure que celle engagée lors des pré-tests : les stimuli sont diffusés de façon pseudo-aléatoire. Des listes pseudo aléatoires ont ainsi été conçues. Comme le tableau 14 l'indique, l'ordre d'apparition des stimuli est contraint.

Tâche Prosodie-Syntaxe	**Tâche Prosodie-Pragmatique**	**Tâche contrôle adaptée du BAT**
Apparaissent au maximum: ➢ 3 stimuli consécutifs présentant la même condition syntaxique (N ou NN) ➢ 3 planches consécutives présentant la même distribution des images (gauche/droite) ➢ 3 syntagmes-cibles court (C) consécutifs ou 3 syntagmes-cibles longs (L) consécutifs	Apparaissent au maximum: ➢ 3 stimuli consécutifs présentant la même condition pragmatique (C ou I) ➢ 3 planches consécutives présentant la même distribution des symboles réponses (gauche/droite) ➢ 3 stimuli consécutifs présentant un focus médian (M) ou 3 stimuli consécutifs présentant un focus final (F)	Apparaissent au maximum : ➢ 3 stimuli consécutifs présentant la même condition syntaxique (A ou P) ➢ 3 planches consécutives présentant la même distribution des images (gauche/droite)

Tableau 14 – Définition de l'ordre de présentation pseudo-aléatoire des stimuli dans les trois tâches du protocole : tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle adaptée du BAT

Un nombre maximal de trois stimuli présentant la même condition peuvent être consécutifs. Une fois les tâches construites et normalisées (tâches prosodie), celles-ci ont ensuite été présentées aux participants inclus dans notre étude exploratoire.

7.2 Les participants

Notre protocole expérimental est proposé à deux groupes de sujets. Un groupe contrôle, composé de participants adultes tout venant et un groupe de participants adultes pathologiques, composé de deux patients atteints de gliome de bas grade. Seul notre protocole prosodie (tâche prosodie syntaxe et prosodie-pragmatique) est proposé au groupe contrôle. Les patients et leurs sujets contrôles appariés seront soumis en outre à l'épreuve contrôle adaptée du BAT.

7.2.1 La population contrôle

Les participants témoins recrutés ont été soumis à un questionnaire (Fiche de renseignements du participant consultable en annexe 3) afin de vérifier que leur profil soit en conformité avec les critères d'inclusion et d'exclusion fixés (cf. tableau 15).

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
- Âge supérieur à 18 ans - Langue maternelle française - Droitier (Test d'Edimbourg, Oldfield, 1971)	- Trouble langagier - Déficit visuel non corrigé (lunettes, lentilles) - Déficit auditif - Refus de signer le consentement

Tableau 15 – Critères d'inclusion et d'exclusion des participants contrôles

Cette population est composée de 36 participants : 20 femmes et 16 hommes, droitiers, de langue maternelle française. Ils ont entre 22 et 79 ans (âge moyen de 47,9 ans), et ne présentent aucun trouble communicationnel, visuel ou auditif. Nous avons par ailleurs relevé d'autres variables individuelles susceptibles d'influencer les performances des participants. Elles sont référencées dans le tableau 16 (pour une description individuelle cf. annexe 8)

	Sexe		**Âge**		**Niveau Scolaire**		**Bilinguisme**		**Pratique musicale**	
	F	M	20-49 ans	50 ans et +	B	C	BiL.	MonoL	Mus.	non Mus.
Nb de sujets	20	16	18	18	17	19	13	23	16	20

Tableau 16 – Répartition des participants contrôles selon les différentes variables : sexe, âge, niveau scolaire, bilinguisme et pratique musicale

(Légende : F : sexe féminin ; M : sexe masculin ; BiL : sujets bilingues ; MonoL : sujets monolingues ; Mus : sujets pratiquant ou ayant pratiqué la musique ; non Mus : sujets n'ayant aucune pratique musicale)

Nous avons ainsi déterminé cinq variables indépendantes principales :

- Le sexe : féminin (F), masculin (M)
- L'âge : Deux sous-groupes ont été établis de sorte à équilibrer le nombre de participants dans chacun d'eux. Le premier groupe comprend les 18 participants âgés entre 20 et 49 ans, le second se compose des 18 participants âgés de 50 ans et plus.
- Le niveau scolaire : compte tenu du nombre de participants et de la diversité des profils, nous avons déterminé deux sous-groupes de niveaux scolaires basés sur la nomenclature des diplômes français (cf. tableau 17Tableau 17).

Niveaux scolaires	**Nb de participants correspondant aux profils**		**Classement selon la nomenclature des diplômes français**
pas de diplôme	0	0	A Scolarité obligatoire
Certificat d'Études Primaires/Brevet élémentaire			
BEPC/Brevet des Collèges			
BEP/CAP	8	17	B Scolarité secondaire
Bac	9		
Bac +2	4	19	C Diplôme supérieur
Bac +3	5		
Bac +4	2		
Bac +5	4		
Bac + 8	4		

Tableau 17 – Répartition des participants du groupe contrôle selon leur niveau scolaire et selon la nomenclature des diplômes français

Trois catégories scolaires se distinguent dans cette nomenclature, la catégorie A intègre les sujets n'ayant pas de diplôme, ou titulaires (selon les réformes terminologiques instaurées au cours du 20ème siècle) d'un certificat d'études primaires, d'un brevet élémentaire, d'un BEPC (Brevet d'Étude de Premier Cycle) ou du brevet des collèges (délivré à partir de 1986). La catégorie B comprend les sujets ayant suivi une scolarité secondaire et s'étant présentés au BEP (Brevet d'Études Professionnelles), au CAP (Certificat d'Aptitude Professionnelle) ou au Bac (baccalauréat). La catégorie C inclut les sujets ayant eu accès à un niveau supérieur au Bac (de Bac +2 au Bac +8). En suivant cette nomenclature, 17 de nos participants contrôles appartiennent à la catégorie B (scolarité secondaire) et 19 appartiennent à la catégorie C (diplômes supérieurs).

- Le bilinguisme : nous avons également souhaité examiner l'influence éventuelle d'une ou plusieurs langues secondes sur les performances des participants. Deux sous-groupes se distinguent : les 13 participants se déclarant bilingues (BiL.) et les 23 participants se déclarant monolingues (MonoL.).
- La pratique musicale : ce dernier facteur nous semblait particulièrement opportun à analyser. Nous supposons en effet que les sujets pratiquant (ou ayant pratiqué) la musique ou le chant seraient potentiellement plus performants lors de tâches de perception auditive. Nous avons distingué les 20 participants non musiciens des 16 participants instrumentistes/chanteurs.

Les sujets ont été répartis sur plusieurs groupes selon leur particularité. Ainsi, parmi les 36 sujets, deux sous-groupes d'âge ont été distingués : 18 sujets appartiennent au groupe des moins de 50 ans (âge compris entre 20 et 49 ans) et 18 sujets appartiennent à celui des 50 ans et plus. Nous avons également déterminé deux sous-groupes relatifs aux niveaux scolaires : 17 ayant un niveau scolaire inférieur au bac (Catégorie B) et 19 ayant un niveau scolaire supérieur au Bac (Catégorie C) (cf. tableau 17).

7.2.2 Les patients

Sous la coordination du Dr Lubrano, des patients présentant un gliome de bas grade (GBG) ont été recrutés dans le service de neurochirurgie de l'hôpital de Toulouse-Rangueil. Leur profil devait être conforme aux critères d'inclusion et d'exclusion déterminés (cf. tableau 18).

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
- GBG G ou D - Âge supérieur à 18 ans - Langue maternelle française - Droitier (Test d'Edimbourg, Oldfield, 1971) - Score KPS[76] > 50 - Score MMSE[77] > 26	- Agnosie - Déficit visuel non corrigé[78] - Déficit auditif - Désordre psychiatrique - Refus ou incapacité de signer le consentement

Tableau 18 – Critères d'inclusion et d'exclusion des patients

[76] KPS : *Karnofsky Performance Score* (Karnofsky, 1949), échelle mesurant l'état de santé général du patient en termes d'autonomie quotidienne (capacité à travailler, assistance médicale occasionnelle ou permanente, etc.)
[77] MMSE : *Mini Mental State Examination* (Folstein MF, Folstein SE et Mc Hugh, 1975) épreuve permettant d'évaluer les capacités mnésiques du patient.
[78] Corrections acceptées : lunettes, lentilles de contact et chirurgie réfractive (laser).

Les patients adultes, de langue maternelle française, devaient présenter un gliome de bas grade (GBG) dans l'HG ou dans l'HD. Ils devaient par ailleurs se soumettre à deux tests neuropsychologiques visant à évaluer leur état de santé général et leur capacité à participer à notre protocole (pour une description des épreuves, cf. chapitre 7.3.2). Seuls les patients présentant des scores suffisants à ces tests ont été recrutés. Les patients atteints d'agnosie, de troubles visuels et/ou auditifs importants, de désordre psychiatrique ou ne signant pas le consentement (refus ou incapacité) ont été exclus de notre étude.
Parmi les patients correspondant à ces critères, deux présentaient des profils particulièrement intéressants pour notre étude (cf. tableau 19).

Code patient	Hémisp. lésé	Localisation du gliome	Sexe	Age	Niveau Sco.
PONALB	G	frontal	M	60	Sans diplôme (A)
LELJUL	D	frontal	F	32	Bac (B)

Tableau 19 – Présentation des deux patients inclus dans l'étude

- Le patient PONALB, un homme âgé de 60 ans, ayant arrêté sa scolarité en fin de 3ème (catégorie A), actuellement retraité de mission de service public (traitement des déchets urbains), a été dirigé vers le service de neurologie de Toulouse en février 2012, suite à une crise épileptique inaugurale. Les examens cliniques ont révélé la présence d'un gliome de grade II dans le lobe frontal gauche.

- La patiente LELJUL, jeune femme âgée de 32 ans, titulaire d'un baccalauréat (catégorie B), actuellement assistante administrative, envisage une reconversion professionnelle. La patiente a été dirigée dans le service de neurologie de Toulouse en janvier 2012, suite à une crise épileptique inaugurale. Les examens cliniques ont révélé la présence d'un gliome de grade II dans le lobe frontal droit.

D'un point de vue pathologique, tous deux présentent un gliome de bas grade dans le lobe frontal, dans l'HG pour le patient et dans l'HD pour la patiente. D'autres caractéristiques individuelles nous interpellent particulièrement. Tout d'abord, l'âge d'apparition moyen d'un GBG étant compris entre 30 et 40 ans, le diagnostic du patient PONALB nous paraît inhabituel. Compte tenu des hypothèses actuelles sur le vieillissement cognitif normal qui sous-tend l'affaiblissement général des capacités cognitives, on peut supposer que les troubles observés suite au développement d'un gliome de bas grade chez ce patient pourraient en ce sens être plus saillants que ceux observés chez un adulte jeune.

D'autre part, la chirurgie éveillée a été recommandée pour la patiente LELJUL. Or, comme nous l'avons mentionné précédemment la majorité des patients présentant une tumeur située dans l'HD sont rarement soumis à une intervention de chirurgie éveillée. Mais ici, compte tenu de la localisation de la tumeur dans le lobe frontal[79], la patiente LELJUL est incluse dans le protocole d'intervention de chirurgie éveillée. Notons d'ores et déjà que seule la patiente LELJUL a pu bénéficier de l'exérèse totale du gliome. Celle-ci a été contre-indiquée pour le patient PONALB : des complications apparues lors de l'intervention n'ont pas permis d'envisager l'exérèse de la tumeur. La patient a alors subi une biopsie. Son traitement thérapeutique a été réévalué, des séances de radiothérapie ont été préconisées pour éliminer la tumeur.

Compte tenu de spécificités énoncées, nous procédons naturellement à l'étude individuelle de chacun des patients. Aux études de cas à proprement parler, nous ajoutons une comparaison *inter* groupes : les résultats de chaque patient sont examinés au regard de ceux du groupe contrôle. En outre, nous conformant aux méthodes employées en sciences cognitives, nous confrontons également les résultats de chaque patient à ceux obtenus par un sujet témoin apparié.

	Patient PONALB	**Sujet Apparié MONROG**	**Patiente LELJUL**	**Sujet Apparié GRANAD**
Sexe	Homme	Homme	Femme	Femme
Âge	60 ans	60 ans	32 ans	32 ans
Niveau Scolaire	3ème (A)	BEP CAP (B)	Bac (B)	Bac (B)

Tableau 20 – Les patients PONALB et LELJUL et leur sujet apparié MONROG et GRANAD

Ainsi, afin de compléter notre analyse, un sujet témoin recruté parmi les participants du groupe contrôle, est apparié selon le sexe, l'âge et le niveau scolaire à chacun des patients. MONROG, homme 60 ans, ayant un niveau scolaire de catégorie B[80] a ainsi été apparié au patient PONALB. De même, GRANAD, jeune femme de 32 ans, titulaire d'un baccalauréat (niveau scolaire de catégorie B) a été appariée à la patiente LELJUL.

[79] La tumeur est située à proximité d'une zone fonctionnelle motrice.
[80] Le sujet apparié présente un niveau scolaire légèrement supérieur à celui du patient, cependant leurs profils restent très approchants (âge identique, scolarité achevée à la même période : autour de 15 ans). Nous considérons donc que leur appariement est approprié.

7.3 Procédures

Le matériel (stimuli audio et les supports visuels) est présenté via un ordinateur portable par l'intermédiaire du logiciel *PERCEVAL* (Ghio et *al*., 2003). Le sujet est placé face à l'écran. Le recrutement des sujets (contrôles et patients) s'est effectué entre janvier et mai 2012. L'accord des participants et des patients a été recueilli lors d'un entretien précédent la passation du protocole (pour consulter la fiche de consentement éclairée, cf. annexe 9). Une fiche d'informations comportant notamment les différentes variables individuelles est également complétée (cf. annexe 3) Selon le groupe auquel ils appartiennent (groupe contrôle ou patient), les sujets sont soumis à une procédure distincte.

7.3.1 Les participants contrôles

Les passations se déroulent soit au domicile du participant dans une pièce calme non insonorisée ou au laboratoire Octogone-Lordat. Les participants contrôles sont équipés d'un casque audio (Sennheiser MKH40). Ils ont été rencontrés une seule fois (une seule passation). Nous procédons ensuite au test de latéralité (Test d'Edimbourg, Oldfield, 1971) en vue de confirmer la préférence manuelle droite du participant. Une fois les critères d'inclusion et d'exclusion vérifiés, le protocole prosodie est présenté.

7.3.2 Les patients, chronologie des passations et description des épreuves

Les patients sont rencontrés dans le service de neurochirurgie. Lors de la visite pré-opératoire, la passation du protocole se déroule dans une pièce calme non insonorisée dédiée aux consultations. Les patients ont également été équipés d'un casque (Sennheiser MKH40). En revanche, l'usage de haut-parleurs a été préconisé lors des passations per- et post-opératoires (haut-parleur multimédia Philips SPA2201).

La première visite post-opératoire est réalisée 4 jours après l'intervention chirurgicale, jour de sortie de l'hôpital. Celle-ci se déroule dans la chambre de chaque patient. La seconde visite post-opératoire, réalisée 2 mois après l'intervention chirurgicale a été organisée en salle de consultation (comme pour la visite pré-opératoire).

Notre équipe de recherche a décidé de procéder à une combinaison d'examens composés de tests généraux, neurologique, neuropsychologique et orthophonique. L'ensemble des données a été recueilli dans un cahier d'observation que nous avons conçu spécifiquement pour notre étude (pour consulter le cahier de recueil de type, cf. annexe 20). Le déroulement de cette dernière et les différentes données recueillies sont spécifiés dans le tableau 21.

Le recrutement des patients s'est effectué suite à leur prise en charge dans le service de neurochirurgie, lors de la visite de pré-inclusion, effectuée entre 30 jours et 2 mois avant l'intervention chirurgicale.

Déroulement de l'étude		Données générales recueillies et Tests effectués
Visite de pré-inclusion	➢ Entre -2 mois et J -30	- Fiche de renseignement (données socio-démographiques) - Tests généraux (qualité de vie et contrôle de la latéralité) : KPS, MMSE, Test d'Édimbourg (Oldfield, 1971) - Vérification des critères d'éligibilité (inclusion/exclusion) - Consentement du patient
Visite d'inclusion (condition pré-op)	entre J-30 et J-1	- Examen clinique neurologique - Thérapeutiques reçues avant inclusion - Bilan neuropsychologique (évaluation des fonctions exécutives et mnésiques) - Bilan orthophonique - Protocole prosodie
Préparation de la chirurgie éveillée	J-1	- Dénomination (Snodgrass et Vanderwart, 1980)
Chirurgie Eveillée (condition per-op)	J	- Dénomination (Snodgrass et Vanderwart, 1980) - Conversation libre - Protocole Prosodie
Rdv de suivi 1 (condition post-op 1)	J+4	- Protocole Prosodie
Rdv de suivi 2 (condition post-op 2)	+ 2 mois	- Bilan orthophonique - Protocole Prosodie

Tableau 21 – Déroulement chronologique de l'étude et évaluations utilisées

- Dans un premier temps, chaque patient a été soumis à des **tests généraux** pour contrôler:
  - La latéralité : Test d'Edimbourg (Oldfield, 1971), questionnaire en 10 points contrôlant la préférence manuelle du sujet. Seuls les sujets droitiers sont inclus dans l'étude.
  - La dépendance médicale : KPS, *Karnofsky Performance Score* (Karnofsky, 1949), échelle utilisée en cancérologie permettant d'attribuer un score à l'état général du patient (entre 0 et 40% ; le patient est incapable de subvenir à ses besoins et requiert un équivalent de soins, entre 50% et 70%, le patient est incapable de travailler, mais capable de vivre à domicile et de subvenir à la plupart de ses besoins, et de 80% à 100%, le patient est capable de mener une activité normale et n'a pas besoin de soins particuliers). Seuls les patients obtenant un score supérieur à 50% sont inclus dans l'étude.
  - Les capacités mnésique : MMSE, *Mini Mental State Examination* (Folstein MF, Folstein SE et Mc Hugh, 1975). Plusieurs domaines sont investis en 30 points: les capacités d'orientation (notées sur 10), d'apprentissage (notées sur 3), d'attention et de calcul (notées sur 5), de mémoire (notées sur 3), de langage (notées sur 8) et les praxies constructives (notées sur 1). Seuls les patients obtenant un score supérieur à 26 sont inclus dans l'étude.

Après vérification des critères d'inclusion et d'exclusion, les objectifs de notre étude lui ont été présentés. A cette occasion, la fiche de renseignements et le consentement éclairé ont été recueillis.

La visite d'inclusion prévue entre 1 et 30 jours avant l'intervention chirurgicale implique l'examen clinique neurologique du patient (sont notamment répertoriés les signes et symptômes préopératoires, les plaintes éventuelles du patient et les caractéristiques de la tumeur), ainsi qu'un bilan des thérapeutiques reçues jusqu'alors (IRM*f*, radiothérapie concomitante, chimiothérapie adjuvante le cas échéant). Cette visite pré-opératoire comporte également un bilan neuropsychologique et un bilan orthophonique dont nous décrivons les contenus ci-après.

- Le **bilan neuropsychologique** se compose de plusieurs tests généraux évaluant
  - L'autonomie quotidienne : ADL, *Index of Independence in Acitivity of Daily Life*, (Katz, Down et Cash, 1970)
  - L'anxiété : *Echelle d'anxiété de Cattel* (Cattel, 1962)

- L'état psychique : BDI, *Beck Depressive Inventory* (Beck et Beamesderfer, 1974), autoévaluation de l'état psychique du patient (détection des troubles de l'humeur, état dépressif)

Et de tests plus spécifiques visant à contrôler :

- L'efficience mnésique : WAIS, *Wechsler Adult Intelligence Scale* (Wechsler, 2000), évaluation visant à contrôler les aptitudes cognitives et intellectuelles. Ici seule la mémoire logique est testée (empan arithmétique : ordre direct et indirect)
- Les fonctions exécutives : TMT, *Trail Making Test* (Reitan, 1958), évaluation des capacités visuo-motrices (parties A et B)
- Les fonctions instrumentales : *Figure de Rey* (Rey, 1959), reproduction d'un dessin complexe ; *15 objets de Pillon* (Pillon, 1989), reconnaissance et dénomination d'objets dessinés ; BREF, *Batterie Rapide d'Efficience Frontale* (Slachevsky, Pillon, Litvan et Dubois B., 1998)[81]

➢ **Bilan orthophonique**

Après concertation avec l'ensemble des intervenants (neurochirurgien, psychologues cliniciennes, orthophonistes et psycholinguistes), à la batterie d'évaluation classiquement déterminée (examen clinique, tests généraux, bilan neuropsychologique) s'ajoute le bilan orthophonique élaboré dans le cadre des travaux de Le Cam (2010) pour évaluer les patients atteints de gliomes de bas grade, qu'il s'agisse de tumeurs gauches ou de tumeurs droites. Il comporte ainsi trois types de tâches : des tâches investissant spécifiquement l'HG, d'autres impliquant les deux hémisphères et d'autres encore concernant particulièrement l'HD (cf. tableau 22).

Les tâches ainsi déterminées investissent à la fois le versant expressif et le versant de la compréhension du langage. Nous décrivons brièvement les épreuves sélectionnées selon l'hémisphère ou les hémisphères invoqués.

[81] Ici seule l'observation du contrôle inhibiteur est effectuée (épreuve de go-no go).

Tâches spécifiques HG	Tâches spécifiques HD	Tâches HG/HD
- Dénomination orale (MT 86) - Répétition (HDAE) - Compréhension (MT 86 et E.CO.S.SE)	- Interprétation de métaphores (MEC) - Interprétation d'actes de langage indirects (MEC) - Répétition et compréhension de la prosodie linguistique (modalités) (MEC) - Répétition et compréhension de la prosodie émotionnelle (MEC)	- Discours conversationnel (MEC) - Discours narratif (MT 86) - Évocation lexicale avec critère orthographique (MEC) - Évocation lexicale avec critère sémantique (MEC) - Jugement sémantique (MEC)

Tableau 22 – Classement des épreuves en fonction du ou des hémisphères entrant en jeu lors du traitement (D'après Le Cam, 2010, p.68)

La compréhension du patient est évaluée via une tâche de désignation d'images adaptée également deux batteries :

- MT 86, sont extraites les images illustrant : syntagmes nominaux, phrases simples (déterminant + nom + verbe), phrases simples avec préposition, phrases actives réversibles, phrases passives réversibles, dislocations gauches introduites par « c'est », et relatives avec « qui ».
- E.CO.S.SE (*Épreuve de Compréhension Syntactico-Sémantique*, Lecocq, 1996), sont extraites les images illustrant : adjectifs seuls, phrases négatives simples, phrases avec pronoms (sujet, objet, pluriel, féminin, masculin), comparatif et superlatif, relatives en « que », relatives complexes et relatives avec « qui ».

- Tâches spécifiques à l'HD

L'ensemble des tâches présentées est issu du protocole MEC (*Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication*, Joanette, Côte et Ska, 2004). Deux composantes langagières sont investies : la pragmatique et la prosodie.

- La compréhension de la pragmatique est testée avec une épreuve d'interprétation de métaphores nouvelles et une épreuve d'interprétation d'actes de langage indirects.
- La prosodie est évaluée sur le versant de la compréhension mais aussi de l'expression
    - Répétition et compréhension de la prosodie émotionnelle (joie, tristesse, et colère)
    - Répétition et compréhension de la prosodie linguistique (modalités interrogative, impérative et affirmative).

- Tâches impliquant les deux hémisphères (HG/HD)

Quatre épreuves issues de deux batteries distinctes évaluent les aspects discursifs et lexico-sémantiques.

- L'expression orale du patient est contrôlée par l'épreuve de discours narratif issue du protocole MT 86 et par l'épreuve du discours conversationnel issue du protocole MEC
- L'expression lexico-sémantique est testée à travers une tâche d'évocation sur critère sémantique et d'une tâche d'évocation sur critère orthographique[82], toutes deux extraites du protocole MEC
- La compréhension lexico-sémantique s'effectue à travers la tâche de jugement sémantique proposée dans le protocole MEC

Cette évaluation globale du langage effectuée en conditions pré- et post-opératoires va nous permettre d'étayer les résultats obtenus sur notre protocole exploratoire.

La veille de l'intervention chirurgicale (J -1), le patient est soumis à une épreuve de dénomination d'images adaptée du set de Snodgrass et Vanderwart (1980). Celle-ci a pour objectif de déterminer les planches d'images qui vont être utilisées pendant la chirurgie éveillée pour contrôler les effets de la stimulation électrique directe. Seules les images parfaitement dénommées sont conservées. Ainsi, si le neurochirurgien applique la sonde sur la surface du cerveau du patient et que ce dernier se trouve dans l'incapacité de dénommer exactement l'image présentée par l'intervenant présent (l'orthophoniste ou nous-mêmes), on peut en conclure que la zone stimulée est impliquée dans le traitement de la production orale. Cette région sera alors étiquetée et préservée de l'exérèse.

Pendant l'intervention (jour J), à cette tâche de dénomination s'ajoute une évaluation de la conversation. Celle-ci est également effectuée par l'intervenant présent (l'orthophoniste ou nous-mêmes). Elle consiste à maintenir la communication avec le patient, tout en contrôlant par ce biais, d'éventuelles altérations (arrêt du discours, discours tangentiel).

En outre, nous soumettons notre protocole exploratoire (tâches prosodie et tâche contrôle sont initialement prévues). Celui-ci est de nouveau proposé lors de deux visites post-opératoires : la première effectuée 4 jours après l'intervention (J +4). Et à la seconde

[82] Pour la tâche d'évocation lexicale sur critère sémantique, l'orthophoniste propose le thème « *vêtements* ». Pour la tâche d'évocation lexicale sur critère orthographique, l'orthophoniste propose que chaque mot débute par la lettre « *P* ».

réalisée 2 mois plus tard, s'adjoint une nouvelle passation du bilan orthophonique (calendrier des visites, cf. tableau 23).

		PONALB	LELJUL
Visite de pré-inclusion		21/02/2012	21/02/2012
Visite d'inclusion condition pré-opératoire	Bilan Neuropsychologique	27/03/2012	NC
	Bilan Orthophonique	02/03/2012	17/02/2012
	Protocole Prosodie	01/04/2012	23/03/2012
Préparation de la chirurgie éveillée	Tâche de dénomination	01/04/2012	15/04/2012
Chirurgie Éveillée condition per-opératoire	Tâche de dénomination Protocole Prosodie	02/04/2012	16/04/2012
Rdv de suivi 1 condition post-opératoire 1	Protocole Prosodie	06/04/2012	20/04/2012
Rdv de suivi 2 condition post-opératoire 2	Protocole Prosodie	08/06/2012	8/06/2012
	Bilan Orthophonique	13/06/2012	04/04/2012

Tableau 23 – Calendrier des visites effectuées auprès des deux patients PONALB et LELJUL

(Légende : NC : date du bilan non connue)

Les patients dirigés dans le service de neurochirurgie en début d'année 2012 ont chacun été reçus par les différents intervenants tout au long de leur prise en charge.

- PONALB : Les bilans de la visite d'inclusion (bilan neuropsychologique, bilan orthophonique et protocole prosodie) ont été réalisés entre le 27 mars et le 1er avril 2012, soit entre 1 et 30 jours précédents l'intervention chirurgicale. L'épreuve de dénomination a été effectuée une première fois le 1er avril 2012, la veille de la chirurgie éveillée (J-1), puis le lendemain, le 2 avril 2012, jour de l'intervention chirurgicale, accompagnée en outre du protocole prosodie. Le protocole prosodie a ensuite été proposé une nouvelle fois lors d'une première visite post-opératoire effectuée le 6 avril 2012, soit 4 jours après l'intervention. Une seconde visite post-opératoire incluant une nouvelle passation du protocole prosodie et du bilan orthophonique a été organisée 2 mois après l'intervention : le protocole prosodie a été réalisé le 8 juin 2012, et le bilan orthophonique le 13 juin 2012.

- LELJUL : Les bilans de la visite d'inclusion (bilan neuropsychologique, bilan orthophonique et protocole prosodie) ont été réalisés entre le 17 février et le 23 mars

2012, soit entre 1 et 30 jours précédents l'intervention chirurgicale[83]. L'épreuve de dénomination a été effectuée une première fois le 15 avril 2012, la veille de la chirurgie éveillée (J-1), puis le lendemain, le 16 avril 2012, jour de l'intervention chirurgicale, accompagnée en outre du protocole prosodie. Le protocole prosodie a ensuite été proposé une nouvelle fois lors d'une première visite post-opératoire effectuée le 20 avril 2012, soit 4 jours après l'intervention. Une seconde visite post-opératoire incluant une nouvelle passation du protocole prosodie et du bilan orthophonique a été organisée 2 mois après l'intervention : le protocole prosodie a été réalisé le 8 juin 2012, et le bilan orthophonique, le 4 juillet 2012.

7.4 Résumé de la méthodologie

Notre protocole se compose de deux tâches principales visant à explorer le traitement de fonctions structurantes de la prosodie. Une première tâche dite « tâche prosodie-syntaxe », a pour objectif d'évaluer l'interprétation de phrases syntaxiquement ambigües. Un corpus de 16 stimuli audio a été élaboré conformément aux conditions expérimentales développées dans les travaux d'Astesano et *al*. (2007). Il met notamment en exergue l'utilisation du marquage accentuel des frontières syntaxiques (AI, AF). Une seconde tâche dite « tâche prosodie-pragmatique », inspirée des travaux de Magne et *al*. (2005) vise quant à elle à évaluer l'interprétation de la congruence de 20 dialogues question-réponse audio, dont l'interprétation est soumise à la perception du focus pragmatique. Afin à la fois de dynamiser les épreuves et de les adapter à la pratique courante de l'orthophonie, des planches réponses illustrant les interprétations possibles des énoncés ont été conçues (planches d'images pour la tâche de prosodie-syntaxe et planche de symboles réponses pour la tâche de prosodie-pragmatique). Les données des participants sont automatiquement recueillies via un boîtier réponse. Le protocole a été configuré et paramétré sur le logiciel *PERCEVAL* (Ghio et *al*. 2003).

Pour permettre une interprétation plus objective des résultats obtenus sur le protocole prosodie, une troisième tâche a été élaborée spécifiquement pour le contexte de la chirurgie éveillée. Celle-ci adaptée d'une épreuve standardisée du BAT (Paradis et Libben, 1987), permet de décorréler les aspects syntaxiques des aspects prosodiques. Reproduisant le déroulement et la procédure utilisés dans la tâche de prosodie-syntaxe, elle permet plus

[83] Des complications étant intervenues quelques jours avant la date de chirurgie fixée, celle-ci a été repoussée de 15 jours.

précisément d'évaluer l'interprétation de phrases réversibles à travers la présentation de phrases actives et passives, et ce, sans aucune intervention de la prosodie.

Les deux tâches de prosodie ont été proposées à un groupe de trente six participants contrôles, adultes, droitiers, sans trouble, de langue maternelle française. Ils ont été rencontrés individuellement, à leur domicile ou au laboratoire Octogone. Les résultats obtenus par les participants contrôles déterminent les seuils de réussite de référence sur lesquels l'interprétation des résultats des patients est fondée.

Dans le cadre de notre étude clinique, les trois tâches développées (tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle adaptée du BAT) s'intègrent à un protocole de prise en charge globale du patient. Il est notamment constitué de tests généraux, d'un examen neurologique, d'un bilan neuropsychologique et d'un bilan orthophonique. Deux patients PONALB et LELJUL, atteints de gliomes de bas grade localisé respectivement dans le lobe frontal gauche et le lobe frontal droit ont été inclus dans notre étude. Ils ont été soumis à notre protocole exploratoire à quatre reprises : condition pré-opératoire (J-1), condition per-opératoire (J), condition post-opératoire 1 (4 jours après l'intervention) et condition post-opératoire 2 (2 mois après l'intervention).

Nous interprétons dans la partie suivante les données obtenues auprès de la population contrôle et des patients.

PARTIE 3

RESULTATS

8. Présentation des résultats

Nous présentons dans ce chapitre tous les résultats obtenus auprès de l'ensemble des participants. Nous abordons dans un premier temps les résultats du groupe contrôle. Ceux-ci sont analysés au regard de différentes variables inter-individuelles (cf. 7.2.1.). Les scores moyens obtenus par l'ensemble du groupe sur chacune des tâches prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique), nous permet par ailleurs d'établir les seuils de références auxquels les résultats des patients sont confrontés. Nous nous concentrons ainsi dans un second temps à l'étude des données recueillies auprès des patients atteints de gliomes. Nous procédons tout d'abord à l'interprétation des résultats obtenus par les deux patients sur notre protocole prosodie en condition pré- et post-opératoires. Ceux-ci, comme mentionnés précédemment, sont comparés aux seuils représentatifs du groupe contrôle, ainsi qu'aux résultats de leur sujet apparié. La partie suivante est consacrée à une comparaison inter-protocoles. Les résultats que les patients ont obtenus dans notre protocole prosodie sont comparés ainsi à ceux obtenus au bilan orthophonique. Nous discuterons enfin de la mise en place exploratoire de notre protocole en condition per-opératoire.

8.1 La population contrôle

- **Traitement des temps de réaction (TR) : calcul des moyennes**

Les valeurs supérieures au temps de réponse imparti ne sont pas recueillies. Ainsi, certaines données sont « manquantes » lorsque le sujet ne répond pas (lorsqu'il ne clique pas sur le boîtier), ou lorsque le sujet répond en dehors du délai paramétré sur *PERCEVAL* (4 secondes pour sujets contrôles, et pour les patients en conditions pré- et post-opératoires, et 7 secondes pour la condition per-opératoire). Ces données étant en elles-mêmes une indication des performances des sujets, nous ne souhaitions pas procéder à leur remplacement comme cela peut être pratiquée par ailleurs[84]. La moyenne sera donc

[84] Cette procédure est notamment pratiquée couramment en neuropsychologie cognitive : les données manquantes sont remplacées par la moyenne relative aux données présentes, ou remplacées par une valeur représentative des performances du sujet (tirée au hasard dans la tranche moyenne +/- 2 écarts types).

effectuée sur le pourcentage de réponses enregistrées par *PERCEVAL*, sans inclure les données manquantes non enregistrées.

- **Rappel des variables**

Plusieurs variables ont été recueillies par l'intermédiaire de la fiche d'informations complétée lors du rendez-vous de passation, nous abordons dans notre étude les cinq variables indépendantes (pour une description détaillée, cf. 7.2.1) : le sexe, l'âge, le niveau scolaire, le bilinguisme et la pratique musicale.

8.1.1. Tâche Prosodie-Syntaxe

Les résultats obtenus sont examinés selon deux plans : d'une part à travers une analyse générale des scores et des temps de réaction, et d'autre part à travers les analyses plus spécifiques de l'influence des facteurs intergroupes. Notons pour ces dernières analyses, que nous avons défini notre seuil de significativité à $p<0,05$. Le tableau de données est consultable en annexe 10)

8.1.1.1 Score et Temps de réaction

Les analyses des scores et des temps de réaction recueillis auprès de la population contrôle nous permettent de déterminer des seuils de réussite à la tâche (Le tableau de données est consultable en annexe 10).

Le tableau 24 montre que les participants identifient correctement les stimuli à près de 70% (69,76%). Nous considérerons ainsi dans l'interprétation des études de cas, que tout patient ayant obtenu un score supérieur ou égal à 70% ne présenterait pas d'altération du traitement de la fonction prosodico-syntaxique testée. Réciproquement, on considèrera que tout patient ayant un score inférieur à cette moyenne présenterait potentiellement des altérations du traitement prosodico-syntaxique.

Calcul	Score /16	Score %	TR (ms)
moyenne	11,17	69,76	2311
médiane	11	-	2237
écart type	2,96	18,51	441,21

Tableau 24 –Moyenne, médiane et écart type des résultats obtenus à la Tâche Prosodie-Syntaxe

Compte tenu du nombre de pré-tests effectués et des multiples sélections qu'ils sous-tendent, nous avions envisagé un seuil de réussite moyen plus élevé (nos prédictions visaient un score aux alentours de 90%). Ces premiers résultats laissent présager la difficulté intrinsèque de cette tâche. Cette remarque préliminaire sera discutée au regard de l'analyse des variables individuelles.

8.1.1.2 Les stimuli : Effets des conditions expérimentales

Bien que nous ayons un nombre réduit de stimuli (16), nous avons voulu vérifier si les tendances qui se dégageaient de nos précédents pré-tests et de l'expérimentation initiale (Astésano et *al*., 2007) se confirmaient ici. Le tableau de données récapitulatives est consultable en annexe 11.

- **Les conditions syntaxiques**

La condition syntaxique NN (quand l'adjectif porte sur les deux noms du syntagme cible) semble avoir été largement mieux identifiée que la condition N (quand l'adjectif porte sur le second nom du syntagme cible). De même elle présente un temps de réaction moyen plus court (cf. tableau 25).

Cond.	Score (%)	TR
N	54,86%	2500 ms
NN	84,75%	2124 ms

Tableau 25 – Tâche Prosodie-Syntaxe - Récapitulatif des scores et temps de réaction moyens obtenus dans chaque condition syntaxique (N *vs.* NN)

Les ANOVA réalisées confirment cette tendance sur les scores (F(1,14)=23,486, p=,0002 et sur les temps de réaction (F(1, 14)=8,4860, p=,0113) (cf. figure 17 pour les scores et figure 18 pour les temps de réaction).

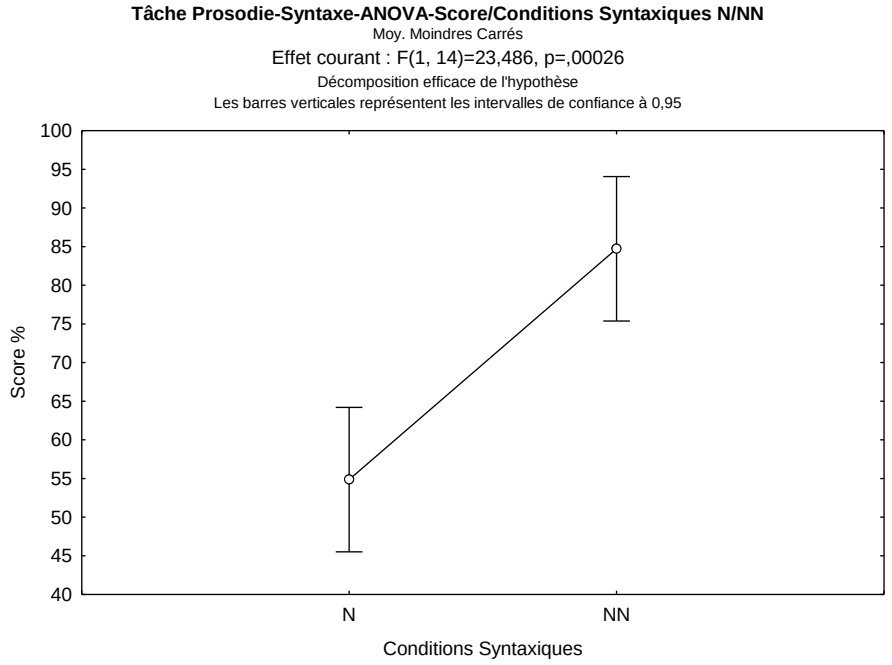

Figure 17 –Tâche Prosodie-Syntaxe- Résultats de l'ANOVA : Effet significatif de la condition syntaxique sur les scores moyens obtenus

Les stimuli présentant la condition NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible) ont été mieux identifiés que les stimuli présentant la condition N (adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible).

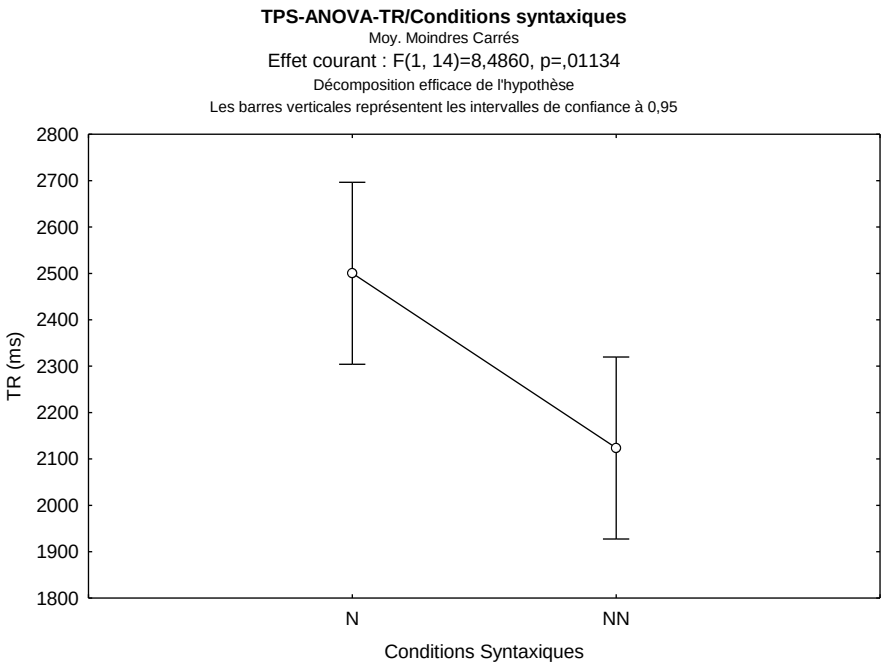

Figure 18 – Tâche Prosodie-Syntaxe - Résultats de l'ANOVA : Effet significatif de la condition syntaxique sur les temps de réaction moyens obtenus

De même, les stimuli présentant la condition NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible) ont été plus rapidement identifiés que les stimuli présentant la condition N (adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible).

Ces résultats observables sur les scores et ainsi que sur les temps de réaction sont cohérents avec ceux issus de nos précédents pré-tests ainsi qu'avec les résultats d'Astésano et *al*. 2007) qui présuppose que la condition NN serait plus facilement interprétable car elle correspondrait à la structure identifiée par défaut (pour une discussion cf. Astésano et *al*., 2007).

- **Les conditions de longueur de syntagmes (C/L)**

Nous avons également soumis à analyse la condition de longueur des syntagmes (cf. tableau 26).

Cond.	Score (%)	TR
C	73,28%	2217 ms
L	66,33%	2407 ms

Tableau 26- Tâche prosodie-syntaxe : Récapitulatif des scores et des temps de réaction (TR) moyens obtenus dans chaque sous-condition syntaxique (syntagme court (C) *vs.* syntagme longs (L))

Les stimuli présentant la condition C semblent avoir été mieux et plus rapidement reconnus que ceux présentant la condition L. Toutefois, cette tendance n'est pas confirmée par les ANOVA ni sur les scores (F(1,14)=,4611 ; p=,4949), ni sur les temps de réaction (F(1,14)=1,4894 ; p=,2425). Nos résultats tendraient à indiquer (sous réserve d'effectuer une analyse plus conséquente) que la longueur du syntagme prévaudrait sur l'identification du stimulus. Autrement dit, un syntagme plus long supposerait un traitement cognitif plus complexe, qui pourrait entraver l'identification du stimulus. Dans le cadre de notre étude, la complexité des stimuli ne devrait pas intervenir à un niveau aussi subtil. Celle-ci pourrait biaiser l'évaluation langagière des patients : le patients ne réussissant pas la tâche pourrait alors ne pas être déficitaire sur les aspects testés, mais plutôt « bloqué » par la complexité relative à la tâche.

8.1.1.3 Les résultats comportementaux : Effet des facteurs *inter* groupes

Nous avons procédé à trois types d'analyses statistiques. Des analyses de régression multiple ont été réalisées pour observer l'influence éventuelle de l'ensemble des variables sur les scores et les temps de réaction. Une analyse de corrélations a également été entreprise pour vérifier une éventuelle interdépendance entre les scores et les temps de réaction. Enfin, des ANOVA (à un facteur et factorielles) ont été effectuées afin d'établir l'impact significatif des variables sur les scores et les temps de réaction.

- **Analyse de Régression multiple**

Nous avons procédé à une analyse de régression multiple afin de vérifier l'effet de l'ensemble des variables sur le score et le temps de réaction moyens (cf. annexe 14.1).
Il s'avère que l'ensemble des variables produit un effet significatif sur le score (R^2= ,4596 ; F(5,30)=5,1048 ; p=,0016). L'observation de l'indice bêta, nous indique ici que c'est la variable de l'âge (bêta= -,5078 ; p=,0012) qui est la plus prégnante (cf. annexe 14.1). En revanche, en ce qui concerne les temps de réaction, l'ensemble des variables ne semble pas avoir d'effet significatif (R^2= ,2290 ; F(5,30)=1,7824 ; p=,1467), l'indice bêta indique cependant l'influence plus marquée du facteur de bilinguisme (bêta = ,4215 et p=,0395) (cf. annexe 14.2).

- **Corrélations**

Nous présumons que le score et des temps de réaction sont corrélés (cf. tableau 27).

Variables	Score %	TR
Score %	1,00	**-0,51**
TR	**-0,51**	1,00

Tableau 27 – Tâche Prosodie-Syntaxe - Corrélations significatives entre les scores et les temps de réaction de la Tâche Prosodie-Syntaxe

L'analyse montre effectivement une relation entre le score et le temps de réaction (p<0,05): plus le score est élevé, et plus les temps de réaction sont courts, et réciproquement, plus les scores sont faibles, et plus les temps de réaction sont élevés.

- **ANOVA**

Comme l'indique l'analyse de régression multiple, il semble que les scores puissent être significativement influencés par certaines variables. Des ANOVA à un facteur ont été réalisées avec chacune des variables indépendantes (sexe, âge, niveau scolaire, bilinguisme et pratique musicale).

Aucun effet significatif n'a été révélé en procédant aux ANOVA à un facteur considérant les facteurs sexe, niveau scolaire, bilinguisme, et pratique musicale sur les scores et les temps de réaction.

Seule l'ANOVA considérant la variable de l'âge indique un effet significatif sur le score (F(1, 34)=18,132; p=,0001) : les participants dont l'âge est compris entre 20 et 49 ans présentent de bien meilleurs scores que les participants de plus de 50 ans.

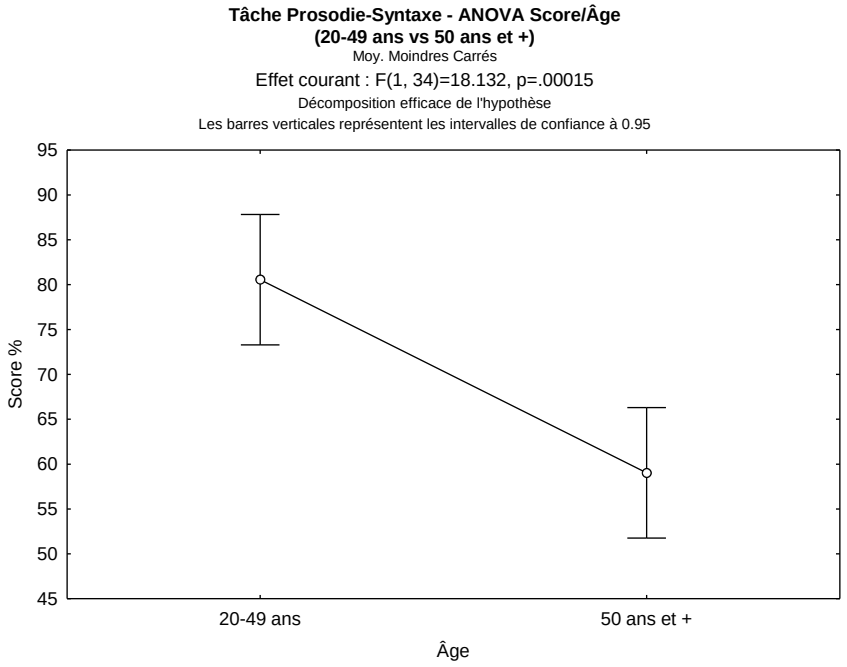

Figure 19 – Tâche Prosodie-Syntaxe - Résultats de l'ANOVA à un facteur : Effet significatif de l'âge sur les scores moyens obtenus

La figure 19 illustre l'effet significatif de l'âge sur les scores des participants : les participants âgés entre 20 et 49 ans présentent un meilleur taux d'identification des stimuli de la tâche prosodie-syntaxe.

Nous avons également réalisé une ANOVA factorielle visant à examiner l'interaction entre les facteurs d'âge et de niveau scolaire : aucun effet significatif n'est apparu (p>0,05) (cf. annexe 15.1).

Suite à l'analyse de la tâche prosodie-syntaxe, nous procédons de la même manière à celle de la tâche prosodie-pragmatique.

8.1.2. Tâche Prosodie-Pragmatique

Tout comme pour la tâche prosodie-syntaxe, les résultats obtenus dans la tâche prosodie-pragmatique sont examinés selon deux plans : d'une part à travers une analyse générale

des scores et des temps de réaction, et d'autre part à travers les analyses plus spécifiques de l'influence des facteurs intergroupes. Rappelons que pour ces dernières analyses, nous avons défini notre seuil de significativité à $p<0,05$.

8.1.2.1 Score et temps de réaction

De même que pour la tâche prosodie-syntaxe, les analyses des scores et des temps de réaction (TR) recueillis auprès de la population contrôle nous permettent de déterminer des seuils de réussite à la tâche prosodie-pragmatique (cf. tableau 28). Le tableau récapitulatif des données est consultable en annexe 12.

Calcul	Score /20	Score %	TR (ms)
moyenne	16,36	81,81	1068
médiane	18	-	987
écart type	4,37	21,85	483,96

Tableau 28 - Moyenne, médiane et écart type des résultats obtenus à la Tâche Prosodie-Pragmatique

Nous choisissons de nous fonder sur la moyenne obtenue par les participants contrôles pour établir le seuil de réussite des patients. Nous considérerons ainsi que tout patient obtenant un score supérieur ou égal à 82% (81,81%) ne présenterait pas d'altérations spécifiques du traitement de la fonction prosodico-pragmatique testée ici. Et réciproquement, un patient présentant un score inférieur à ce seuil suggèrerait l'existence d'altérations de la fonction prosodico-pragmatique. Les résultats concordent avec ceux que nous attendions. La tâche semble toute à fait pertinente compte tenu du taux élevé de réussite. Nous avons par ailleurs suivi la même procédure d'analyse que celle de la tâche prosodie-syntaxe et observons les effets potentiels des conditions expérimentales des stimuli et des variables individuelles.

8.1.2.2 Les stimuli : Effet des conditions expérimentales

Bien que nous ayons un nombre réduit de stimuli (20), nous avons voulu vérifier si les tendances qui se dégageaient de nos précédents pré-tests se confirmaient ici (tableau récapitulatif en annexe 13)

- **Les conditions pragmatiques**

La condition pragmatique C (dialogue congruent) semble avoir été mieux identifiée et plus rapidement que la condition pragmatique I (dialogue incongru) (cf. tableau 29).

Cond.	Score (%)	TR
C	88,06%	967 ms
I	75,56%	1134 ms

Tableau 29 – Tâche Prosodie-Pragmatique : Récapitulatif des scores et temps de réaction moyens obtenus dans chaque condition pragmatique (dialogue congruent (C) *vs.* dialogue incongru (I))

Les ANOVA réalisées confirment cette tendance sur les scores (F(1, 18)=15,743, p=,0009 et sur les temps de réaction (F(1, 18)=10,149, p=,0051) (cf. figure 20 et figure 21).

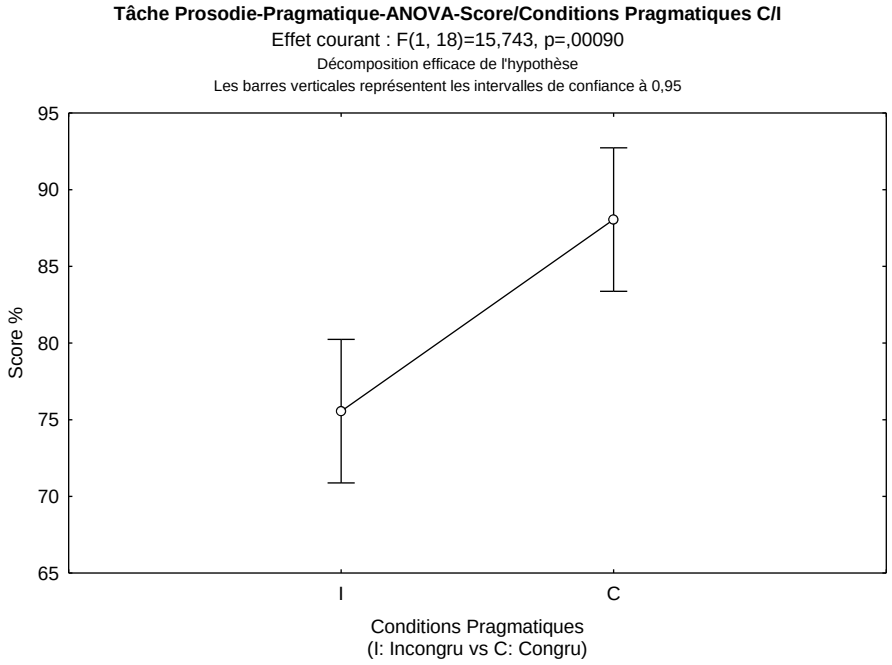

Figure 20 – Tâche Prosodie-Pragmatique - Résultats de l'ANOVA : Effet significatif des conditions pragmatiques Congruent (C) et Incongru (I) sur les scores moyens obtenus (p<0,05)

Les stimuli présentant la condition C (dialogue congruent) ont été significativement mieux identifiés que les stimuli présentant la condition I (dialogue incongru).

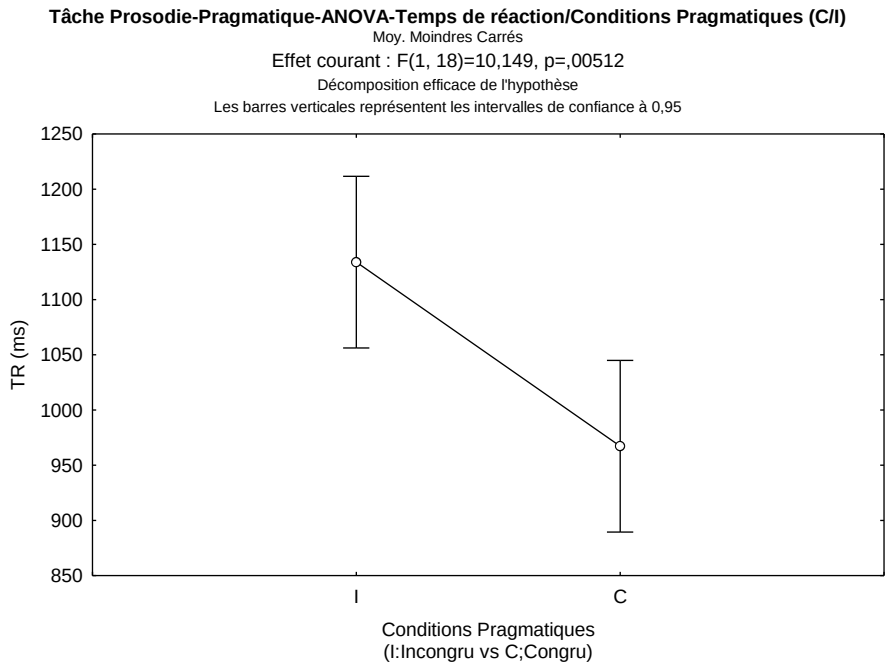

Figure 21 – Tâche Prosodie-Pragmatique - Résultats de l'ANOVA: Effet significatif des conditions pragmatiques sur les temps de réaction moyens obtenus (p<0,05)

(Légende : TR (ms) : Temps de réaction en millisecondes ; C : dialogue congruent ; I : dialogue incongru)

Les stimuli présentant la condition C (dialogue congruent) ont été identifiés plus rapidement que les stimuli présentant la condition I (dialogue incongru).

- **Les conditions de focus**

Nous avons également observé l'influence potentielle de la sous-condition expérimentale exprimée par la position du focus (M : focus situé au milieu de l'énoncé réponse et F : focus situé à la fin de l'énoncé réponse) sur les scores et les temps de réaction (TR) (cf. tableau 30).

Cond.	Score (%)	TR
M	82,5%	1032 ms
F	81,11%	1069 ms

Tableau 30 – Tâche Prosodie-Pragmatique - Récapitulatif des scores et temps de réaction (TR) moyens obtenus dans chaque sous-condition pragmatique (M : focus médian *vs.* F : focus final)

Les résultats obtenus dans les deux sous-conditions sont très proches. Aucun effet significatif n'apparaît suite aux ANOVA effectuées (p>0,05). La position du focus dans le stimulus n'influence pas les réponses des participants.

8.1.2.3 Les résultats comportementaux : Effet des facteurs intergroupes

Comme pour la tâche de prosodie-syntaxe, nous avons procédé à trois types d'analyse statistiques. Des analyses de régression multiple ont été réalisées afin d'observer l'influence éventuelle de l'ensemble des variables sur les scores et les temps de réaction. Une analyse de corrélations a également été entreprise pour vérifier une éventuelle interdépendance entre les scores et les temps de réaction. Enfin, des ANOVA à un facteur ont été effectuées afin d'établir l'impact significatif de chaque variable sur les scores et les temps de réaction. Seuls les résultats significatifs sont abordés dans le texte.

- **Analyse de Régression multiple**

Nous avons procédé à une analyse de régression multiple afin de vérifier l'effet de l'ensemble des variables sur le score et les temps de réaction. Il s'avère que l'ensemble des variables produisent un effet significatif sur le score (R^2= 0,4729 ; F(5,30)=5,3842 p=,0011). L'observation de l'indice bêta, nous indique que l'âge (bêta=-0,4015 ; p=,0077) et le niveau scolaire (bêta=0,4507 ; p= ,0082) sont les variables les plus influentes (cf. tableaux en annexe 14.2). En revanche, les variables ne semblent pas avoir d'effet significatif sur les temps de réaction (p>0,05).

- **Corrélations**

Nous présumons que le score et les temps de réaction sont corrélés.

Variables	Score %	TR
Score %	1,00	**-0,72**
TR	**-0,72**	1,00

Tableau 31 – Corrélations significatives entre les scores et les temps de réaction de la Tâche Prosodie-Pragmatique

L'analyse montre effectivement une relation entre le score et le temps de réaction (p<0,05): plus le score est élevé, et plus les temps de réaction sont courts, et réciproquement, plus les scores sont faibles, et plus les temps de réaction sont élevés (cf. tableau 31).

- **ANOVA**

Comme l'indique l'analyse de régression multiple, il semble que les scores puissent être significativement influencés par certaines variables. Des ANOVA à un facteur ont été réalisées avec chacune des variables indépendantes (sexe, âge, niveau scolaire, bilinguisme et pratique musicale).

Aucun effet significatif n'a été révélé en procédant aux ANOVA à un facteur considérant les facteurs sexe, bilinguisme, et pratique musicale sur les scores et les temps de réaction. Seules deux variables produisent un effet significatif sur le score, ainsi que sur les temps de réaction :

- La variable de l'âge: les participants dont l'âge est compris entre 20 et 49 ans présentent des résultats supérieurs à ceux des participants de plus de 50 ans ($F(1, 34)=9,6736$, $p=,0037$), leur temps de réaction moyen est aussi significativement plus court ($F(1, 34)=4,9078$, $p=,0335$) (cf. figures 22 et 23)
- La variable du niveau scolaire : les participants possédant des diplômes de catégorie C (diplômes supérieur : niveau supérieur au Bac) présentent des résultats supérieurs à ceux possédant des diplômes de la catégorie B (scolarité secondaire : BEP/CAP, Bac) ($F(1, 34)=15,301$, $p=,0004$) leur temps de réaction moyen est aussi significativement plus court ($F(1, 34)=4,6202$, $p=,0388$) (cf. figure 24 et 25).

Les résultats de l'ANOVA factorielle, visant à examiner l'interaction de l'âge et du niveau scolaire sur les résultats, ne montre aucun effet significatif ($p>,05$).

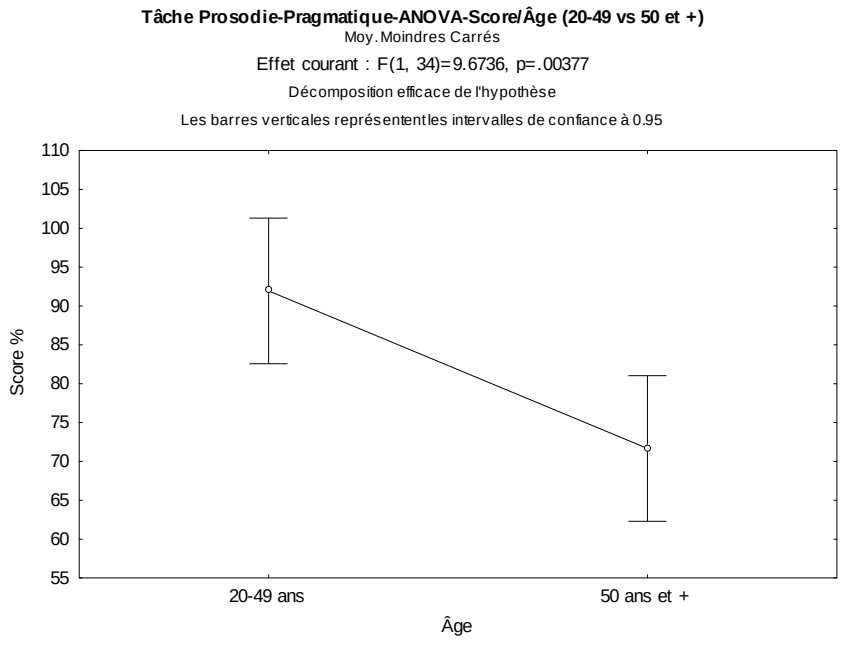

Figure 22 – Tâche Prosodie-Pragmatique - Résultats de l'ANOVA: Effet significatif de l'âge sur les scores moyens obtenus (p<0,05)

(Légende : TR (ms) : temps de réaction en millisecondes)

Le groupe de participants âgés entre 20 et 49 ans montre un taux d'identification des stimuli significativement supérieur à celui du groupe de 50 ans et plus.

Les mêmes observations sont réalisables en ce qui concerne les temps de réaction.

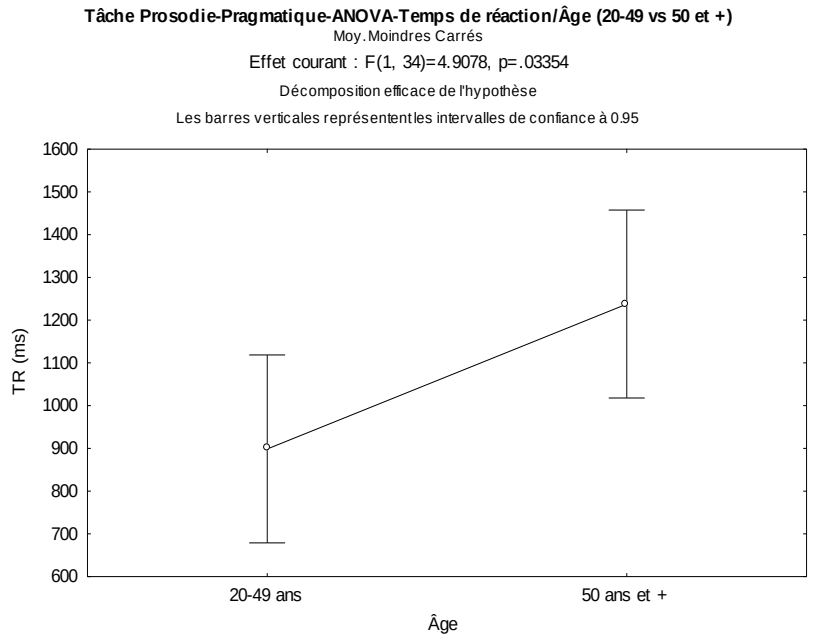

Figure 23 – Tâche Prosodie-Pragmatique-Résultats de l'ANOVA: Effet significatif de l'âge sur les temps de réaction (p<0,05)

(Légende : TR (ms) : temps de réaction en millisecondes)

Le groupe de participants âgés entre 20 et 49 ans montre des temps de réaction moyens significativement plus courts que ceux du groupe de participants âgés de 50 ans et plus.

La variable du niveau scolaire produit également un effet significatif sur les scores et les temps de réaction des participants.

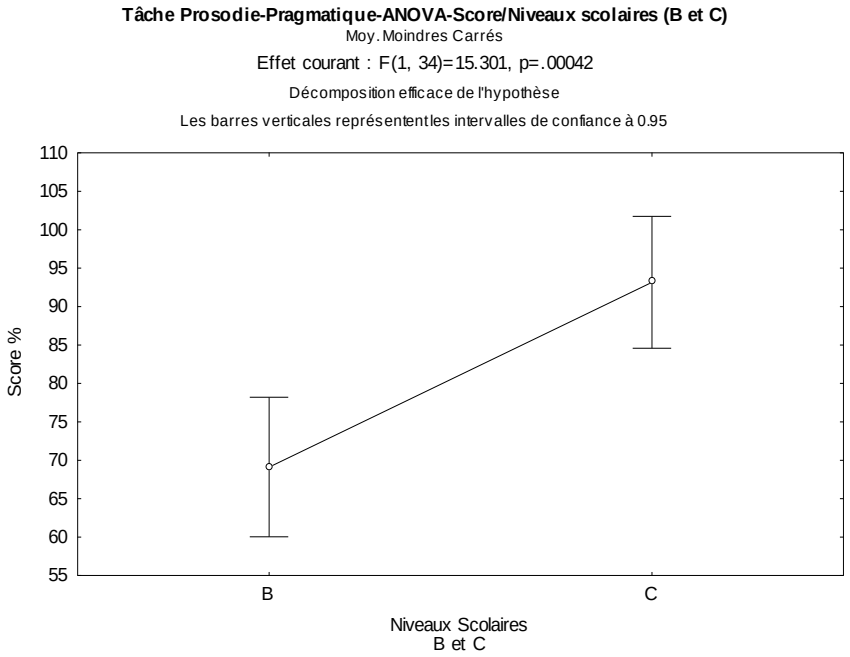

Figure 24 – Tâche de Prosodie-Pragmatique - Résultats de l'ANOVA à un facteur : Effet significatif du niveau scolaire sur les scores moyens obtenus (p<0,05)

(Légende : B : scolarité secondaire (BEP/CAP, Bac), C : diplômes supérieurs (niveau supérieur au Bac))

Le groupe de participants présentant un niveau scolaire de catégorie C (diplômes supérieurs : niveau supérieur au Bac) montre un taux d'identification des stimuli significativement supérieur à celui du groupe de participants présentant un niveau scolaire de catégorie B (scolarité secondaire : BEP/CAP, Bac).

Les mêmes observations sont réalisables en ce qui concerne les temps de réaction.

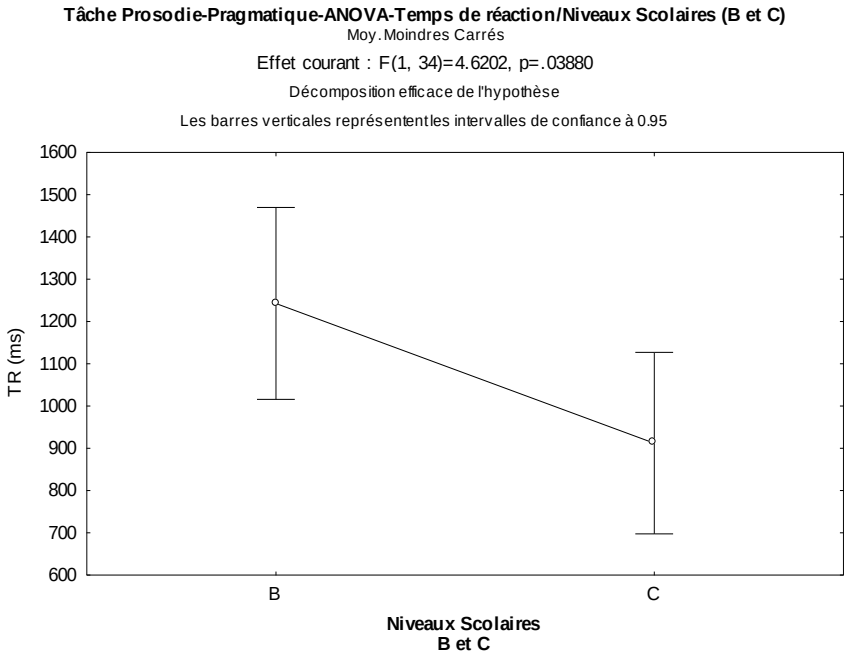

Figure 25 – Tâche Prosodie-Pragmatique - Résultats de l'ANOVA: Effet significatif du niveau scolaire sur les temps de réaction (TR) moyens obtenus (p<0,05)

Le groupe de participants présentant un niveau scolaire de catégorie C (diplômes supérieurs : niveau supérieur au Bac) montre des temps de réaction significativement plus courts que ceux du groupe de participants présentant un niveau scolaire de catégorie B (scolarité secondaire : BEP/CAP, Bac).

Aux remarques précédentes concernant l'effet significatif de l'âge présent sur les deux tâches prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique) s'ajoute une nouvelle observation relative à l'effet du niveau scolaire se manifestant sur la tâche prosodie-pragmatique. Cette constatation souligne de nouveau l'importance d'envisager un étalonnage des tâches prosodie selon l'âge et le niveau scolaire des participants.

8.1.3. Résumé des résultats du groupe contrôle sur le protocole prosodie

Les analyses indiquent clairement que les deux tâches n'ont pas reçu le même accueil auprès des participants. Il s'avère que la tâche prosodie-pragmatique a été largement mieux appréhendée : la moyenne des scores obtenus est largement plus importante que celle de la tâche prosodie-syntaxe, de même la moyenne des temps de réaction recueillis est

considérablement inférieure (deux fois moins importante) à celle de la tâche prosodie-syntaxe (cf. figure 26).

Calculs	Tâche Prosodie-Syntaxe	Tâche Prosodie-Pragmatique
Score Moyen (%)	69,76	81,81
Écart type	18,51	21,85
TR (ms) moyen	2311	1068
Écart type	441,21	483,96

Figure 26 – Comparaison des scores et des temps de réaction moyens obtenus aux tâches Prosodie-Syntaxe et Prosodie-Pragmatique

Les analyses générales effectuées sur les données issues du groupe contrôle nous ont permis de déterminer les seuils de référence qui seront utilisés pour interpréter les résultats des patients. Ainsi, considérant le taux d'identification des stimuli, le seuil de référence pour la tâche prosodie-syntaxe est estimé à 70% (69,76%) : un patient n'atteignant pas ce score pourrait présenter un déficit du traitement prosodico-syntaxique évalué. De même, le seuil de référence pour la tâche prosodie-pragmatique est estimé à 82% (81,81%) : un patient obtenant un score inférieur pourrait présenter un déficit du traitement prosodico-pragmatique testé. Compte tenu des conditions de passation envisagées pour les patients (pré-, per- et post-opératoires), nous n'envisageons pas une comparaison formelle des temps de réaction moyen obtenus aux tâches prosodie. Toutefois, à titre indicatif, le temps de réaction moyen de référence de la tâche prosodie-syntaxe est de 2311 millisecondes, et le temps de réaction moyen de référence de la tâche prosodie-pragmatique est de 1068 millisecondes.

D'autre part, les analyses statistiques réalisées sur les stimuli et les facteurs individuels ont permis de dégager des résultats communs aux deux tâches. Concernant les analyses des stimuli, les mêmes profils de traitement sont observés quelle que soit la tâche : la condition expérimentale principale produit un effet significatif sur les scores et les temps de réaction. Ainsi, la condition syntaxique NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme cible) pour la tâche prosodie-syntaxe, et la condition pragmatique C (dialogue congruent) pour la tâche-prosodie-pragmatique sont mieux reconnues ($p<0,05$) et plus rapidement ($p<0,05$). Les sous-conditions expérimentales (longueur des syntagmes pour la tâche prosodie-syntaxe et position du focus pour la tâche prosodie-pragmatique) n'ont pas d'effet significatif sur les scores ou les temps de réaction ($p>0,05$).

Quant aux analyses des résultats des participants, il s'avère tout d'abord que les scores et les temps de réaction sont corrélés quelle que soit la tâche (prosodie-syntaxe ou prosodie-pragmatique) : plus le taux d'identification est élevé, et plus les temps de réaction sont courts et réciproquement plus le taux d'identification est faible, plus les temps de réaction sont longs (corrélations significatives marquées à p<0,05). Autrement dit, les participants présentant de meilleurs scores répondent plus rapidement (et inversement). Les analyses de régression multiple n'ont pas montré d'effet significatif de l'ensemble des variables sur les temps de réaction (p>0,05). En revanche, l'ensemble des variables influence le score sur les deux tâches (p<0,05), avec une prédominance de l'effet de l'âge (bêta = -0,50 pour la tâche prosodie-syntaxe et bêta = -0,40 pour la tâche prosodie-pragmatique).

Tâches	**Effet du sexe**		**Effet de l'âge**		**Effet du niveau scolaire**		**Effet du bilinguisme**		**Effet de la pratique musicale**	
	Score	TR	Score	TR	Score	TR	Score	TR	Score	TR
Prosodie-Syntaxe	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Prosodie-Pragmatique	n.s.	n.s.	**	*	***	*	n.s	n.s	n.s.	n.s

Tableau 32 – Effet des variables individuelles sur les scores et les temps de réaction des tâches Prosodie-Syntaxe et Prosodie-Pragmatique

(Légende : n.s. : non significatif ; * : p<0,05 ; ** : p<0,01 ; *** : p<0,001)

Les ANOVA à un facteur effectuées par la suite étayent les résultats (cf. tableau 32). Les participants dont l'âge est compris entre 20 et 49 ans présentent des scores supérieurs à ceux des participants de 50 ans et plus (p<0,05). Bien que les tendances ne divergent pas de celles observées sur la tâche prosodie-syntaxe, certains effets significatifs apparaissent exclusivement dans la tâche prosodie-pragmatique. Ainsi, le facteur d'âge produit aussi un effet significatif sur les temps de réaction des participants sur la tâche prosodie-pragmatique. Les ANOVA réalisées sur les scores et les temps de réaction font aussi apparaître un effet significatif du niveau scolaire : les participants présentant un niveau scolaire de catégorie C (scolarité supérieure : diplômes supérieurs au Bac) obtiennent des scores supérieurs et des temps de réaction plus courts (p<0,05) que les participants présentant un niveau scolaire de catégorie B (scolarité secondaire : BEP/CAP, Bac). Comme mentionné plus haut, la tâche prosodie-pragmatique ayant été mieux appréhendée par les participants, nous suggérons que ces tendances pourraient également se confirmer sur la tâche prosodie-syntaxe lorsque celle-ci aura été améliorée. Notons toutefois que les ANOVA factorielles réalisées ne produisent pas d'effet significatif de l'interaction des

facteurs d'âge et de niveau scolaire. Bien que les résultats mentionnés ici doivent en tout état de cause être réévalués auprès d'une cohorte de participants plus importante, ils tiennent lieu ici de référence pour ceux recueillis auprès des patients. Suite à ces analyses préliminaires, les deux tâches ont alors été proposées aux patients.

8.2. Résultats du protocole prosodie auprès des deux patients atteints de GBG en condition pré- et post-opératoires

Notre étude propose d'observer le traitement du langage via l'évaluation de fonctions prosodiques auprès de patients atteints de gliomes de bas grade (grade II). Les patients ainsi que leurs sujets appariés ont été soumis aux trois tâches de notre protocole : tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle adaptée du BAT. En outre, la prise en charge des patients introduit un bilan orthophonique composé de diverses épreuves destinées à évaluer à la fois les fonctions langagières dirigées par l'HG, celles impliquant l'HD et celles faisant appel aux deux hémisphères (cf. chapitre 7.3.2).

Nous décrivons dans un premier temps les résultats que les patients ont obtenu lors des conditions pré- et post-opératoires et les interprétons au regard des résultats recueillis auprès des participants contrôles. Il est à noter à ce sujet, qu'ayant établi lors de la normalisation des tâches prosodie que les résultats obtenus à celles-ci sont contraints par un effet significatif de l'âge des participants, nous choisissons d'établir plusieurs comparaisons *inter* groupes. Ainsi, les résultats des patients sont interprétés au regard des résultats obtenus par le groupe contrôle complet et par le sous-groupe contrôle apparié en âge : groupe de participants âgés entre 20 et 49 ans pour la patients LELJUL, et participants âgés de 50 ans et plus pour le patient PONALB. Nous comparons également les résultats des patients avec ceux de leurs sujets appariés.

Dans un deuxième temps, nous confrontons les résultats de notre protocole à ceux des bilans orthophoniques réalisés également en conditions pré- et post-opératoires. Notre dernier point sera consacré à la description de l'étude exploratoire effectuée en condition de chirurgie éveillée (per-opératoire).

Étant donné les conditions de recueil spécifiques à l'environnement clinique (toutes conditions de passation confondues), il est à noter que les temps de réaction, bien que mentionnés ne sont pas déterminants dans nos analyses. Ils sont brièvement commentés à titre indicatif. Les tableaux de données des patients sont consultables en annexe 16).

8.2.1. Étude de cas 1 - PONALB

Nous décrivons ici les résultats obtenus à notre protocole par le patient PONALB, un homme de 60 ans, atteint d'un gliome de grade II situé dans le lobe frontal gauche. Nous abordons tout d'abord le traitement global des stimuli en nous référant à chacune des conditions expérimentales des deux tâches prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique). Nous interprétons par la suite les résultats obtenus sur l'ensemble du protocole (tâches prosodie et tâche contrôle adaptée).

8.2.1.1 Les stimuli du protocole Prosodie : Effets des conditions expérimentales

Nous avons voulu observer si les tendances observées auprès du groupe contrôle se vérifiaient auprès du patient.

		Tâche Prosodie-Syntaxe				**Tâche Prosodie-Pragmatique**			
		Conditions syntaxiques		***Longueur des syntagmes-cibles***		***Conditions pragmatiques***		***Position du focus dans la réponse***	
		N	NN	Courts	Longs	C	I	M	F
PONALB	*Pré-op*	25%	87,5%	50%	62,5%	90%	40%	70%	60%
	Post-op 1	0%	87,5%	37,5%	50%	100%	30%	70%	60%
	Post-op 2	12,5%	75%	50%	37,5%	60%	60%	60%	60%
Groupe Contrôle		54,86%	84,72%	73,27%	66,32%	88,06%	75,56%	82,5%	81,11%
		**		n.s.		**		n.s.	

Tableau 33 – Effets des conditions expérimentales sur les résultats du patients PONALB comparés aux résultats du groupe contrôle

(Légende : N : adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible ; NN : adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible ; C : dialogue congruent ; I : dialogue incongru ; M : focus médian ; F : focus final ; ** : effet significatif p<0,01 ; n.s. : non significatif)

Comme indiqué dans le tableau 33, les scores de PONALB semblent influencés par les conditions expérimentales des stimuli.

- Pour la tâche prosodie-syntaxe, les stimuli présentant la condition syntaxique NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme) sont mieux identifiés quelles que soient les conditions de passations, tout comme pour le groupe contrôle.
  En ce qui concerne les conditions expérimentales secondaires, bien que les syntagmes-cibles longs (L) semblent avoir été légèrement mieux identifiés que les syntagmes-cibles courts (C), dans les conditions pré- et post-opératoire, ce qui correspond à la tendance (non significative) observée auprès du groupe contrôle, des résultats inverses se présentent en condition post-opératoire 2.

- Pour la tâche prosodie-pragmatique, les stimuli présentant la condition pragmatique C (dialogue congruent) sont mieux identifiés que la condition I (dialogue incongru) en condition pré- et post-opératoire 1, tout comme pour le groupe contrôle. En revanche un taux d'identification similaire est observé en condition post-opératoire 2.
  En ce qui concerne la position du focus (M : médian *vs.* F : final), on observe la même tendance (non significative) que celle observée auprès du groupe contrôle : cette variable ne semble pas avoir d'influence, et ce, quelles que soient les conditions de passation (pré et post-opératoires).

Les résultats du patient obtenus en conditions pré- et post-opératoire 1 sont similaires à ceux du groupe contrôle : seules les conditions expérimentales principales des deux tâches prosodie (conditions syntaxiques et conditions pragmatiques) influent sur les résultats du patient. En revanche, des distinctions s'observent en condition post-opératoire 2. Le patient ne présente pas les mêmes tendances. Ainsi, pour la tâche prosodie-syntaxe, les résultats concernant la condition de la longueur du syntagme-cible (court (C) ou long (L)) s'inversent : les syntagmes-cibles courts semblent mieux identifiés que les syntagmes-cibles longs. En outre, pour la tâche prosodie-pragmatique et pour la tâche contrôle syntaxe adaptée, aucune tendance ne se dégage.

Rappelons que compte tenu des complications apparues lors de l'intervention chirurgicale, la tumeur du patient n'a pu être réséquée. La visite post-opératoire 2 a par ailleurs eu lieu deux mois après la visite post-opératoire 1. Nous suggérons la possibilité que la présence et

l'évolution lente mais avérée[85] du gliome pourrait avoir engendrée une réorganisation du fonctionnement cognitif du patient (plasticité cérébrale) pendant cette période.

8.2.1.2 Interprétations des résultats comportementaux

Nous confrontons ici les résultats que le patient a obtenu aux trois tâches du protocole (tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée) lors des visites pré- et post-opératoires (cf. tableau 34).

		Tâche Prosodie-Syntaxe		***Tâche contrôle syntaxe adaptée du BAT***		***Tâche Prosodie-Pragmatique***	
		Score(%)	TR (ms)	Score (%)	TR (ms)	Score (%)	TR (ms)
PONALB	*Pré-op*	56,25%	2407	93,75%	2631	65%	1293
	Post-op 1	43,75%	2168	87,5%	2807	65%	1197
	post-op 2	43,75%	2403	93,75%	2825	60%	1486
Groupe Contrôle		69,79%	2311	(100%)*	NF	81,81%	1068
Groupe 50 ans et +		59,03%	2412	(100%)*	NF	71,67%	1238
Sujet apparié MONROG		43,75%	2236	87,5%	2357	75%	1159

Tableau 34 – Récapitulatif des scores et des temps de réaction moyen obtenus par le patient en conditions pré- et post-opératoires et par les participants contrôles

(Légende : TR (ms) : temps de réaction en millisecondes ; * : épreuve non réalisée par les participants contrôles, la norme définie par Paradis et Libben, (1987) est donnée ici à titre indicatif, NF : non fait)

Nous décrivons dans un premier temps de manière distincte les résultats que le patient a obtenu à chacune des trois tâches de notre protocole : tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée. En outre, les résultats de chacune des tâches sont commentés à travers une analyse inter-conditions (pré- *vs.* post-opératoires).

Nous confrontons ensuite les tâches entre elles : tâche contrôle syntaxe adaptée *vs.* tâche prosodie-syntaxe, et tâche prosodie-syntaxe *vs.* tâche prosodie-pragmatique. Puis, nous interprétons les résultats du patient comparativement à ceux obtenus par les groupes

[85] Duffau (2006) indique une croissance de 4mm par an.

contrôles : groupe contrôle intégral, sous-groupe contrôle apparié en âge (participants âgés de 50 ans et plus), sujet apparié.

- **Résultats du patient sur les trois tâches du protocole et comparaison inter-conditions (pré- et post-opératoires)**

- Les résultats obtenus sur chaque tâche

  - Tâche Prosodie-Syntaxe

Les temps de réaction sont très proches (entre 2168 ms et 2407 ms), la condition de passation ne semble pas avoir eu d'influence sur les résultats du patient. Le patient obtient des résultats similaires quelle que soit la condition de passation : la chirurgie ne semble pas avoir eu d'impact sur les performances prosodico-syntaxiques testées chez le patient. Les scores sont compris entre 7 et 9 réponses correctes sur 16 (soit entre 43,75% et 56,25%) : les faibles performances du patient pourraient laisser entrevoir un déficit de la compréhension de la fonction syntaxique de la prosodie testée. Cette hypothèse sera discutée au regard d'une comparaison des résultats du patient avec ceux des sujets contrôles.

  - Tâche Prosodie-Pragmatique

Les temps de réaction ne montrent que peu de variations (entre 2631 ms et 2825 ms), la condition de passation ne semble pas avoir eu d'influence sur les résultats du patient. Le patient obtient des résultats similaires quelle que soit la condition de passation : la chirurgie ne semble pas avoir eu d'impact sur les performances prosodico-pragmatiques testées chez le patient. Les scores sont compris entre 12 et 13 réponses correctes sur 20 (soit entre 87,5% et 93,75%) : les performances du patient pourraient ici également laisser entrevoir un déficit de la compréhension de la fonction pragmatique de la prosodie testée. Cette hypothèse sera discutée au regard d'une comparaison des résultats du patient avec ceux des sujets contrôles.

  - Tâche contrôle adaptée du BAT

Les temps de réaction sont très proches (entre 1197 ms et 1486 ms), la condition de passation ne semble pas avoir eu d'influence sur les résultats du patient. Le patient obtient des résultats similaires quelle que soit la condition de passation : la chirurgie ne semble pas avoir eu d'impact sur les performances syntaxiques testées chez le patient. Les scores sont compris entre 14 et 15 réponses correctes sur 20 (soit entre 87,5% et 93,75%). Si l'on se

réfère aux travaux de Paradis & Libben (1987), le patient présente des scores légèrement en-dessous de la norme (100%). Un déficit syntaxique pourrait ici être envisageable.

Les résultats du patient étant stables quelle que soit la condition de passation, nous décrivons ci-après les résultats issus de la comparaison inter-tâches indépendamment de la condition de passation.

- Confrontations inter-tâches

  - Tâche Prosodie-Syntaxe et BAT

Le patient présente de meilleurs scores sur la tâche du BAT avec une interprétation correcte des stimuli de près de 94% contre 56,25 % sur la tâche prosodie-syntaxe. Ces résultats suggèrent que le patient éprouve moins de difficultés, que dans le traitement des aspects prosodico-syntaxiques. Toutefois, ces résultats ne permettent pas d'affirmer l'existence d'un déficit cognitif. Il pourrait s'agir davantage d'un effet de la méthode comme par exemple une mauvaise appréhension de la tâche prosodie-syntaxe (appréhension de la consigne et/ou complexité intrinsèque de la tâche, effet d'âge, etc.). Cette hypothèse sera discutée au regard d'une comparaison des résultats du patient avec ceux des sujets contrôles. Les aspects méthodologiques seront également discutés à la fin de cette partie (cf. chapitre 8.2.4.).

  - Tâche Prosodie-Syntaxe et Tâche Prosodie-Pragmatique

Les résultats indiquent que le patient éprouve des difficultés face aux deux tâches de compréhension de la prosodie, quelle que soit la fonction testée et quelles que soient les conditions de passation (pré- et post-opératoires). Le patient présente cependant de plus faibles résultats sur la tâche prosodie-syntaxe. Dans un premier temps, nous pouvons suggérer que la localisation de la tumeur dans l'HG influerait sur les performances du patient. En effet, suivant les conclusions de la littérature (Caplan & Hildebrandt, 1988 ; Joanette, 2004), si on admet que les aspects syntaxiques sont traités dans l'HG, et que les aspects pragmatiques sont traités dans l'HD, un patient atteint d'une tumeur gauche devrait comme c'est le cas pour PONALB, présenter de meilleurs résultats dans une tâche de traitement pragmatique. Toutefois ces résultats ne peuvent être confirmés ici : l'activation interactive des traitements des aspects strictement prosodiques et des aspects strictement linguistiques pourrait également avoir influencé l'ensemble des scores du patient. Bien que les résultats obtenus par le patient soient faibles, ils ne démontrent pas formellement une altération de la compréhension de la prosodie.

Pour étayer notre analyse, les résultats obtenus seront mis en correspondance avec les données recueillies auprès des participants contrôles. En outre, une confrontation des résultats du patient avec ceux obtenus dans les bilans orthophoniques (MEC) sera également effectuée (cf. chapitre 8.3.1).

- **Comparaison des résultats du patient avec ceux obtenus par les participants contrôles**

Nous comparons ici les résultats que le patient a obtenu sur chaque avec ceux des participants contrôles.

- Tâche Prosodie-Syntaxe

Les résultats obtenus par le patient PONALB à la tâche prosodie-syntaxe sont comparés à ceux du groupe contrôle complet, ainsi qu'à ceux du sous-groupe contrôle apparié en âge (participants âgés de 50 ans et plus), et du sujet apparié (MONROG).

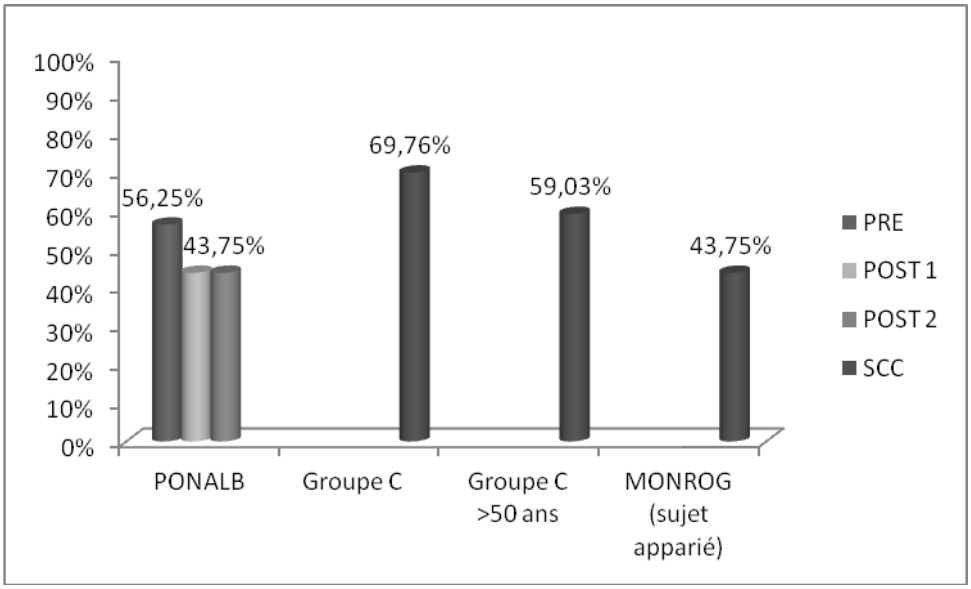

Figure 27 – Tâche Prosodie-Syntaxe - Résultats du patient PONALB comparés à ceux des participants contrôles (C)

(Légende : Groupe C : groupe contrôle complet; Groupe C >50 ans : sous-groupe des participants contrôles âgés de plus de 50 ans ; SCC : sans condition clinique (participants sans trouble) ; PRE : condition pré-opératoire ; Post 1 : condition post-opératoire 1, Post 2 : condition post-opératoire 2)

Comme l'illustre la figure 27, quelle que soit la condition de passation, les résultats du patient restent inférieurs à ceux obtenus par les groupes contrôles, qu'il s'agisse du groupe contrôle complet (Groupe C) ou du sous-groupe dont la tranche d'âge correspond à celle du

patient (Groupe C > 50 ans). En revanche, ils se rapprochent nettement de ceux du participant contrôle apparié (MONROG). Ce dernier, (conformément aux critères d'inclusion requis) ne présentant aucun trouble spécifique, l'hypothèse selon laquelle les faibles scores du patient pourraient être imputés à un déficit cognitif relatif à la lésion tumorale se voit alors invalidée. Les scores du patient pourraient davantage refléter l'influence des facteurs d'âge et de niveau scolaire. Pour nous prémunir de cet effet, comme nous le suggérons précédemment, un étalonnage plus précis notamment selon l'âge et le niveau scolaire des participants devra être effectué ultérieurement sur la tâche prosodie-syntaxe.

- Tâche Prosodie-Pragmatique

Les résultats obtenus par le patient PONALB à la tâche prosodie-pragmatique sont comparés à ceux du groupe contrôle complet, ainsi qu'à ceux du sous-groupe contrôle apparié en âge (participants âgés de 50 ans et plus), et du sujet apparié (MONROG) (cf. figure 28).

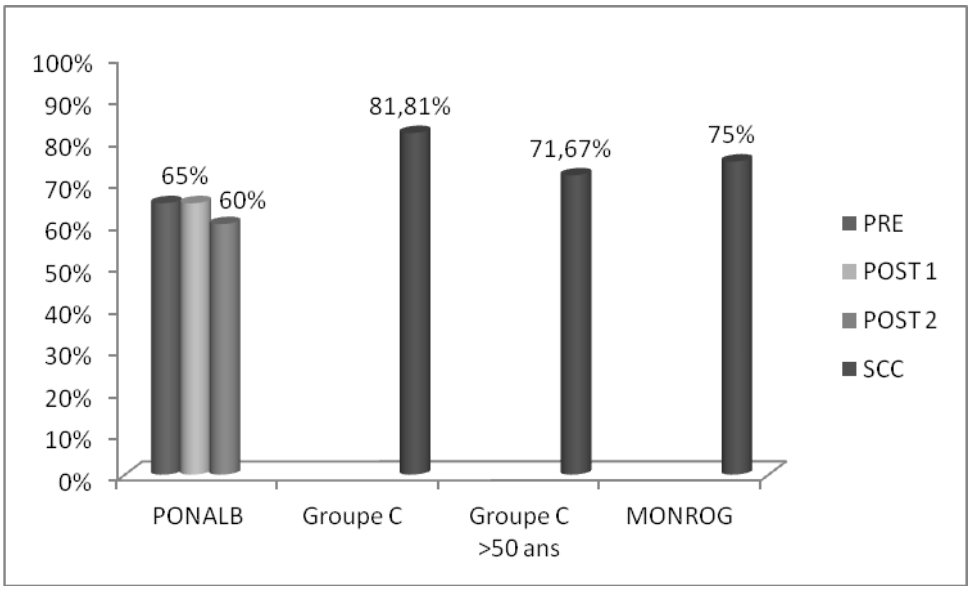

Figure 28 – Tâche Prosodie-Pragmatique - Résultats du patient PONALB comparés à ceux des participants contrôles (C)

(Légende : Groupe C : groupe contrôle complet; Groupe C >50 ans : sous-groupe des participants contrôles âgés de plus de 50 ans ; SCC : sans condition clinique (participants sans trouble) ; PRE : condition pré-opératoire ; Post 1 : condition post-opératoire 1, Post 2 : condition post-opératoire 2)

Tout comme pour la tâche prosodie-syntaxe, dans la tâche prosodie-pragmatique, quelle que soit la condition de passation, les résultats du patient restent inférieurs à ceux obtenus par les groupes contrôles, qu'il s'agisse du groupe contrôle complet (Groupe C) ou du sous-groupe dont la tranche d'âge correspond à celle du patient (Groupe C > 50 ans). Les résultats du patient sont toutefois ici plus proches de ceux du sous-groupe d'âge

(participants âgés de 50 ans et plus). Le patient présente des scores inférieurs à ceux du participant contrôle apparié (MONROG). Compte tenu de la localisation gauche de la lésion chez ce patient, il est peu probable que celle-ci génère un trouble prosodico-pragmatique. Toutefois, afin d'établir une interprétation complète, nous abordons cette hypothèse au regard des résultats obtenus aux bilans orthophoniques (cf. chapitre 8.3.1)

8.2.2. Étude de cas 2 - LELJUL, CLD

Nous décrivons ici les résultats obtenus à notre protocole par la patiente LELJUL, une femme de 32 ans, atteinte d'un gliome de grade II situé dans le lobe frontal droit. Nous abordons tout d'abord le traitement global des stimuli en nous référant à chacune des conditions expérimentales des deux tâches prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique). Nous interprétons par la suite les résultats obtenus sur l'ensemble du protocole (tâches prosodie et tâche contrôle adaptée).

8.2.2.1 Les stimuli du protocole Prosodie : Effets des conditions expérimentales

Nous avons voulu observer si les tendances observées auprès du groupe contrôle se vérifiaient auprès de la patiente (cf. tableau 35).

		Tâche Prosodie-Syntaxe				**Tâche Prosodie-Pragmatique**			
		Conditions syntaxiques		***Longueur des syntagmes-cibles***		***Conditions pragmatiques***		***Position du focus dans la réponse***	
		N	NN	Courts	Longs	C	I	M	F
LELJUL	*Pré-op*	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Post-op 1	12,5%	75%	50%	37,5%	80%	90%	80%	90%
	Post-op 2	87,5%	100%	87,5%	100%	100%	100%	100%	100%
Groupe Contrôle		54,86%	84,72%	73,27%	66,32%	88,06%	75,56%	82,5%	81,11%
		**		n.s.		**		n.s.	

Tableau 35 – Effets des conditions expérimentales sur les résultats de la patiente LELJUL comparés aux résultats du groupe contrôle

(***Légende : N : adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible ; NN : adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible ; C : dialogue congruent ; I : dialogue incongru ; M : focus médian ; F : focus final ; ** : effet significatif p<0,01 ; n.s. : non significatif)***

- Pour la tâche prosodie-syntaxe, compte tenu des résultats plafonds obtenus en condition pré-opératoire, aucun effet des stimuli n'est ici observable. En revanche, en conditions post-opératoires (1 et 2), tout comme pour le groupe contrôle, les stimuli présentant la condition syntaxique NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme) sont mieux identifiés.
  Concernant les conditions expérimentales secondaires, les résultats de la patiente varient selon les conditions de passation. Compte tenu des résultats plafonds obtenus, aucune tendance ne se dégage en condition pré-opératoire. En revanche, ils correspondent à la tendance (non significative) observée auprès du groupe contrôle en condition post-opératoire 2 : les syntagmes-cibles longs (L) semblent légèrement mieux identifiés que les syntagmes-cibles courts (C). Une tendance inverse est observable en condition post-opératoire 1.

- Pour la tâche prosodie-pragmatique, aucune tendance ne se dégage en conditions pré- et post-opératoire 2 (résultats plafonds). En revanche, la patiente présente des résultats inverses à de ceux observés auprès du groupe contrôle en condition post-opératoire 1 : les stimuli présentant la condition pragmatique I (dialogue incongru) sont mieux identifiés que la condition C (dialogue congruent. De même, en ce qui concerne la position du focus (M : médian *vs.* F : final), aucune tendance ne dégage en conditions pré- et post-opératoire 2 (résultats plafonds). Les stimuli présentant focus final (F) semblent avoir été mieux reconnus que ceux présentant un focus médian (M), ce qui ne correspond pas aux résultats obtenus auprès du groupe contrôle (pas de tendance observable).

Les résultats plafonds que la patiente a obtenus en conditions pré-opératoire sur les deux tâches prosodie, et en condition post-opératoire 2 sur la tâche prosodie-pragmatique ne permettent pas d'observer de tendance particulière. Considérant les conditions expérimentales principales, des différences de traitement apparaissent néanmoins pour la tâche prosodie-syntaxe en conditions post-opératoire 1 et post-opératoire 2, et pour la tâche prosodie-pragmatique en condition post-opératoire 1. Considérant les conditions expérimentales secondaires, il apparaît que les résultats obtenus en conditions post-opératoire 1 et post-opératoire 2 ne sont pas représentatifs des tendances observées auprès du groupe contrôle. Ces divergences de traitement observées entre les différentes passations post-opératoires pourraient être le signe d'une réorganisation cérébrale et ainsi refléter la manifestation de la plasticité cérébrale effective suite à la résection de la tumeur.

8.2.2.2 Interprétation des résultats comportementaux

Nous confrontons ici les résultats que la patiente a obtenu aux trois tâches du protocole (tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée) lors des visites pré- et post-opératoires (cf. tableau 36).

		Tâche Prosodie-Syntaxe		***Tâche contrôle syntaxe adaptée du BAT***		***Tâche Prosodie-Pragmatique***	
		Score(%)	TR (ms)	Score (%)	TR (ms)	Score (%)	TR (ms)
LELJUL	*Pré-op*	100%	2338	100%	2084	100%	877
	Post-op 1	43,75%	2568	87,5%	3246	85%	1450
	post-op 2	93,75%	2262	100%	2497	100%	878
Groupe Contrôle		69,79%	2311	(100%)*	NF	81,81%	1068
Groupe 20-49 ans		80,56%	2210	(100%)*	NF	91,94%	899
Sujet apparié GRANAD		56,25%	2028	100%	2107	95%	685

Tableau 36 - Récapitulatif des scores et des temps de réaction moyen obtenus par la patiente en conditions pré- et post-opératoires et par les participants contrôles

(Légende : TR (ms) : temps de réaction en millisecondes ; * : épreuve non réalisée par les participants contrôles, la norme définie par Paradis et Libben, (1987) est donnée ici à titre indicatif, NF : non fait)

Tout comme nous l'avons fait pour le patient PONALB, nous décrivons dans un premier temps de manière distincte les résultats que la patiente LELJUL a obtenu à chacune des trois tâches de notre protocole : tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée. En outre, les résultats de chacune des tâches sont commentés à travers une analyse inter-conditions (pré- *vs.* post-opératoires).

Nous confrontons ensuite les tâches entre elles : tâche contrôle syntaxe adaptée *vs.* tâche prosodie-syntaxe, et tâche prosodie-syntaxe *vs.* tâche prosodie-pragmatique. Puis, nous interprétons les résultats de la patiente comparativement à ceux obtenus par les groupes contrôles : groupe contrôle intégral, sous-groupe contrôle apparié en âge (participants âgés de 50 ans et plus), sujet apparié.

- **Résultats du patient sur les trois tâches du protocole et comparaison inter-conditions (pré- et post-opératoires)**

- Les résultats obtenus sur chaque tâche

  - Tâche Prosodie-Syntaxe

Les temps de réaction sont très proches (entre 2262 ms et 2568 ms), ils ne permettent pas d'indiquer une influence éventuelle de la condition de passation. La patiente obtient des résultats similaires en condition pré- et post-op 2. Ceux-ci sont particulièrement élevés (100% en pré-op et 93,5% en post-op 2). En comparaison, les résultats obtenus en condition post-op 1 se révèlent très faibles (43,75%). Nous avons envisagé plusieurs hypothèses pour expliquer cet important écart entre les résultats des passations pré- et post-opératoire 2 *vs.* post-opératoire 1. Concernant la passation post-opératoire 1 :

- Nous avons envisagé la survenue d'un déficit cognitif bloquant le traitement de la tâche. Toutefois, nous ne retenons pas cette hypothèse. En effet, celle-ci suppose que la lésion provoquée par l'exérèse du GBG aurait altérée le traitement prosodico-syntaxique sous-tendu par la tâche. Or, la littérature (Cardebat et *al*., 2008, Friederici, 2011) indique que les aspects syntaxiques sont préférentiellement traités dans l'HG. Une lésion droite comme c'est le cas pour la patiente ne devrait pas influer sur ces performances. L'hypothèse selon laquelle le traitement spécifique de la prosodie serait perturbée, est également peu fiable dans le cas qui nous préoccupe, puisqu'anticipant sur les prochains résultats décrits, la patiente ne montre pas par ailleurs de déficit aussi important sur l'autre tâche de prosodie. En revanche, plutôt qu'un déficit sélectif du traitement du langage, on peut aussi envisager la présence d'un déficit cognitif global, affectant l'ensemble des compétences de la patiente.

- Rappelons que la condition post-opératoire 1 est effectuée 4 jours seulement après l'exérèse du gliome.. L'ablation pratiquée a pu endommager les réseaux neuronaux connexes investis dans le traitement des aspects prosodico-syntaxiques : la réorganisation fonctionnelle (plasticité cérébrale) n'étant pas effective au moment de la passation, les résultats de la patiente peuvent s'en trouver particulièrement diminués.

- Dans la même perspective, la proximité de la date de l'exérèse peut être à l'origine de l'état de fatigue de la patiente et a pu influer sur les performances recueillies sur

cette tâche. D'autre part, la passation a eu lieu quelques heures avant la sortie de l'hôpital de la patiente. Des membres de l'équipe soignante sont passés avant le lancement de cette tâche. L'attention de la patiente a également pu être perturbée.

- Tâche Prosodie-Pragmatique

Les temps de réaction montrent une forte variabilité : autour de 877 ms pour les conditions pré-et post-opératoire 2, et 1450 ms pour la condition post-opératoire 1. Cet écart que nous estimons conséquent (573 ms), pourrait être révélateur d'une perturbation du traitement cognitif. Dans cette tâche, la patiente obtient des résultats excellents (scores plafonds) lors des conditions pré- et post-opératoire 2 (100%) et légèrement inférieurs en condition post-opératoire 1 (85%). Les résultats obtenus en conditions pré- et post-opératoires 2 suggèrent que la patiente ne présente pas de déficit dans le traitement des aspects prosodico-pragmatiques que nous testons. En revanche, les résultats plus faibles recueillis en condition post-opératoire 1 pourraient indiquer une perturbation du traitement cognitif. Cette passation réalisée seulement 4 jours après l'exérèse signalerait ainsi que la lésion occasionnée pourrait avoir modifié l'organisation cérébrale impliquée dans le traitement des aspects prosodico-pragmatiques.

- Tâche contrôle adaptée du BAT

Les temps de réaction sont très variables : entre 2084 ms et 2497 ms en condition pré- et post-opératoire 1, et 3246 ms en condition post-opératoire 1. Cet écart que nous estimons conséquent (entre 749 ms et 1162 ms selon les conditions envisagées), pourrait être révélateur d'une perturbation du traitement cognitif. Les résultats concernant la tâche contrôle du BAT s'inscrivent dans la même dynamique que ceux précédemment décrits : la patiente obtient des résultats excellents (scores plafonds) lors des conditions pré- et post-opératoire 2 (100%) et très légèrement inférieurs en condition post-opératoire 1 (87,5%). les résultats plus faibles recueillis en condition post-opératoire 1 pourraient indiquer une perturbation du traitement cognitif. Comme indiqué précédemment, celle-ci pourrait être consécutive à l'exérèse pratiquée 4 jours avant la passation. En effet, compte tenu des éléments issus de la littérature suggérant l'implication de l'HD dans le traitement des stimuli complexes (Just et *al*., 1996), il se pourrait que la lésion engendrée par l'exérèse ait modifiée l'organisation cérébrale, provoquant ainsi un ralentissement et une complexification du traitement cognitif.

Dans l'ensemble, la patiente montre de très bons résultats en conditions pré- et post-opératoires 2 quelle que soit la tâche. Seuls les résultats recueillis en condition post-

opératoire 1 semblent indiquer un affaiblissement cognitif de la patiente. Pour étayer notre interprétation, nous décrivons ci-après les résultats issus de la comparaison inter-tâches indépendamment de la condition de passation.

- Confrontations inter-tâches

  - Tâche Prosodie-Syntaxique et BAT

Les scores obtenus lors de ces deux tâches dans les conditions pré- et post-opératoire 2 sont particulièrement élevés : dans ce cadre le traitement des aspects syntaxiques testés ne semble pas être perturbés. Si l'on s'en tient à ces résultats, on pourrait en déduire que la lésion provoquée par le gliome, puis celle engendrée par son ablation de semblent pas avoir influencé les performances de la patiente. Cette observation irait ainsi dans le sens de la littérature, et confirmerait qu'une lésion droite ne perturberait pas le traitement des aspects syntaxiques du langage, les zones cérébrales dédiées à ceux-ci étant principalement localisées dans l'HG. En revanche, l'examen des résultats issus de la condition post-opératoire 1 révèle un affaiblissement des compétences de la patiente. Celui-ci, comme indiqué précédemment pourrait être caractéristique d'une perturbation fonctionnelle inhérente à l'exérèse de la tumeur. Il signalerait alors la réorganisation cognitive qui est en cours.

  - Tâche Prosodie-Syntaxique et Tâche Prosodie-Pragmatique

Les scores obtenus lors de ces deux tâches dans les conditions pré- et post-opératoire 2 sont particulièrement élevés : dans ce cadre le traitement des aspects prosodiques testés ne semble pas être perturbé. Cette observation pourrait indiquer que la lésion provoquée par la tumeur, puis par la suite par son exérèse, ne serait pas localisée dans une zone cérébrale fonctionnelle dédiée au traitement des aspects prosodiques que nous testons. En revanche, notre protocole ne permet pas d'indiquer si d'autres aspects prosodiques sont ou non altérés. Les résultats seront comparés à ceux obtenus lors des bilans orthophoniques. Concernant les résultats plus faibles obtenus en condition post-opératoire 2, ils pourraient indiquer qu'une réorganisation cérébrale s'exécute suite à l'ablation du gliome.

Pour étayer notre analyse, les résultats obtenus sont mis en correspondance avec les données recueillies auprès des participants contrôles.

- **Comparaison avec des résultats de la patiente avec ceux obtenus parles participants contrôles**

Nous comparons ici les résultats que le patient a obtenus sur chaque tâche avec ceux des participants contrôles.

- Tâche Prosodie-Syntaxe

Les résultats obtenus par la patiente LELJUL à la tâche prosodie-syntaxe sont comparés à ceux du groupe contrôle complet, ainsi qu'à ceux du sous-groupe contrôle apparié en âge (participants âgés entre 20 et 49 ans), et du sujet apparié (GRANAD).

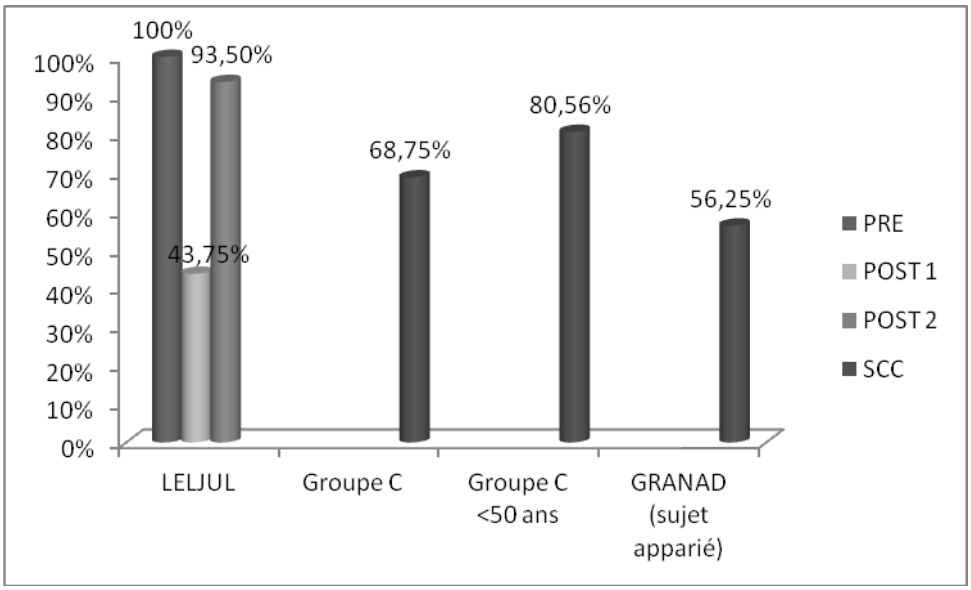

Figure 29 – Tâche Prosodie-Syntaxe - Résultats de la patiente LELJUL comparés à ceux des participants contrôles

(Groupe C : groupe contrôle ; Groupe C >50 ans : sous groupe des participants contrôles âgés de plus de 50 ans ; SCC : sans condition clinique ; PRE : condition pré-opératoire ; Post 1 : condition post-opératoire 1, Post 2 : condition post-opératoire 2)

Comme l'illustre le tableau 29, résultats de la patiente en condition pré- et post-opératoire 2 sont largement supérieurs à ceux obtenus par les groupes contrôles, qu'il s'agisse du groupe contrôle complet (Groupe C), du sous-groupe contrôle apparié en âge (Groupe C < 50 ans) ou de la participante appariée (GRANAD). Les résultats de la patiente se rapprochent davantage de ceux du sous-groupe contrôle apparié en âge (participants âgés entre 20 et 49 ans). Cette confrontation de résultats laisse clairement apparaître que la patiente ne présente pas d'altération spécifique des aspects prosodico-syntaxiques testés, dans ces deux conditions de passation (pré- et post-opératoire 2). En revanche, les faibles résultats obtenus en condition post-opératoire 1 confirment une perturbation du traitement

cognitif. La lésion consécutive à la résection du gliome pourrait ainsi avoir modifié l'organisation cérébrale de la patiente. La plasticité à l'œuvre dès lors, a toutefois permis à la patiente de récupérer ses capacités cognitives et ainsi de présenter de meilleures performances en conditions post-opératoire 2.

- Tâche Prosodie-Pragmatique

Les résultats obtenus par la patiente LELJUL à la tâche prosodie-pragmatique sont comparés à ceux du groupe contrôle complet, ainsi qu'à ceux du sous-groupe contrôle apparié en âge (participants âgés entre 20 et 49 ans), et du sujet apparié (GRANAD).

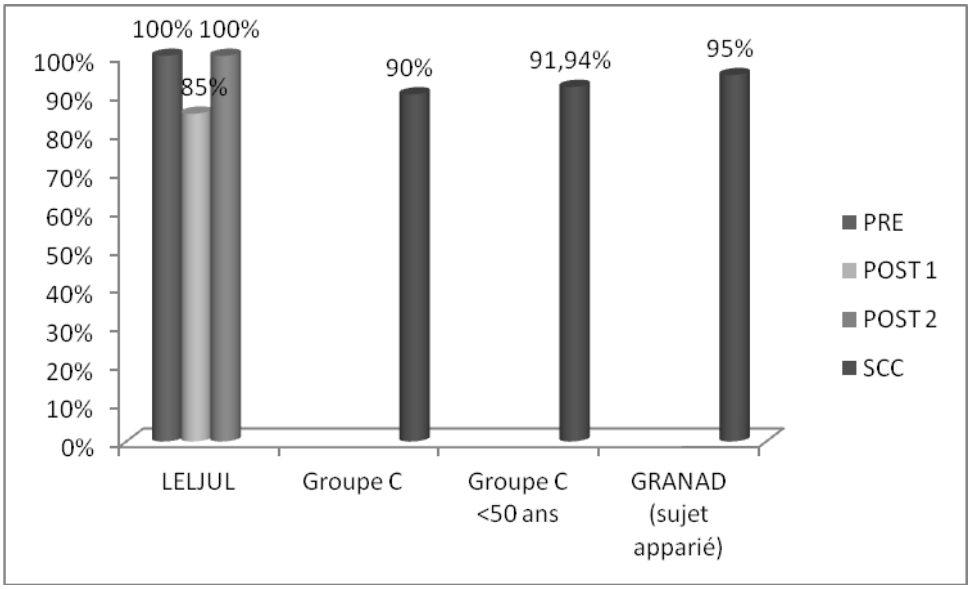

Figure 30 – Tâche Prosodie-Pragmatique - Résultats de la patiente LELJUL comparés à ceux des participants contrôles

(Groupe C : groupe contrôle ; Groupe C >50 ans : sous groupe des participants contrôles âgés de plus de 50 ans ; SCC : sans condition clinique ; PRE : condition pré-opératoire ; Post 1 : condition post-opératoire 1, Post 2 : condition post-opératoire 2).

De même que pour la tâche précédemment décrite, la figure 30 illustre que les résultats de la patiente en condition pré- et post-opératoire 2 sont supérieurs à ceux obtenus par les participants contrôles, qu'il s'agisse du groupe contrôle complet (Groupe C), du sous-groupe de participants appariés en âge (Groupe C < 50 ans) ou de la participante appariée (GRANAD). Les résultats de la patiente se rapprochent cette fois davantage de ceux de la participante appariée.

Cette confrontation de résultats laisse clairement apparaître que la patiente ne présente aucune altération spécifique dans ces deux conditions de passation (pré- et post-opératoire 2). En revanche, les résultats légèrement plus faibles obtenus en condition post-opératoire 1

pourraient confirmer une perturbation du traitement cognitif. La lésion consécutive à la résection du gliome pourrait ainsi avoir modifié l'organisation cérébrale de la patiente. La plasticité à l'œuvre dès lors, a toutefois permis à la patiente de récupérer ses capacités cognitives et ainsi de présenter de meilleures performances en conditions post-opératoire 2.

8.2.3. Résumé des résultats obtenus en conditions pré- et post-opératoires

8.2.3.1 Etude de cas 1 – PONALB

Considérant l'effet des conditions expérimentales distribuées à travers les stimuli des deux tâches de notre protocole prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique), les résultats du patient PONALB présentent sensiblement les mêmes tendances que celles observées auprès du groupe contrôle. On observe un effet des conditions expérimentales principales (conditions syntaxiques et conditions pragmatique), mais pas des conditions expérimentales secondaires. Ainsi, pour la tâche prosodie-syntaxe, les stimuli présentant la condition NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible) ont été mieux identifiés que ceux présentant la condition N (adjectif porté sur le second nom du syntagme). De même, pour la tâche prosodie-pragmatique, les stimuli présentant la condition C (dialogue congruent) ont été mieux identifiés que ceux présentant la condition I (dialogue incongru).

L'interprétation des résultats comportementaux nous indique que le patient PONALB présente des résultats inférieurs aux seuils déterminés dans l'ensemble des tâches et dans les différentes conditions de passation. Un déficit cognitif pourrait être à l'origine de ces résultats. Cependant, compte tenu des résultats approchants obtenus par le sujet apparié, il se pourrait que les faibles résultats obtenus soient dépendants de facteurs interindividuels tels que l'âge. Les analyses réalisées montrent effectivement que les sujets âgés de plus de 50 ans éprouvent des difficultés dans la réalisation des tâches.
Considérant les conditions de passation du protocole-prosodie, si aucune différence flagrante n'est visible entre les conditions pré- et post-opératoires, le patient présente toutefois des résultats plus faibles lors de la condition post-opératoire 2. Le patient n'ayant pas subit d'exérèse, il paraît envisageable que l'évolution de la tumeur affecte peu à peu davantage le traitement des aspects prosodico-syntaxiques et prosodico-pragmatiques.

8.2.3.2 Étude de cas 2 - LELJUL

Considérant l'effet des conditions expérimentales distribuées à travers les stimuli des deux tâches de notre protocole prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique), les résultats plafonds que la patiente LELJUL a obtenus en condition pré-opératoire ne permettent pas d'observer de tendance particulière. Les résultats concernant les conditions expérimentales principales et secondaires recueillis en post-opératoires (1 et 2) restent instables sur les deux tâches. Ils ne sont ainsi pas comparables aux tendances observées auprès du groupe contrôle.

L'interprétation des résultats comportementaux nous indique que la patiente LELJUL présente en condition pré- et post-opératoire 2 des résultats équivalents ou supérieurs aux seuils déterminés et ce, quelle que soit la tâche. Dans ce cadre, aucune altération spécifique du traitement des aspects prosodico-syntaxiques, syntaxiques ou prosodico-pragmatiques ne semble se manifester. En revanche, les faibles résultats obtenus en condition post-opératoire 1 pourraient signaler la mise en place d'une réorganisation cognitive inhérente à l'exérèse.

8.2.4. Confrontation des résultats et retour sur nos hypothèses

Notre hypothèse principale concerne la spécialisation hémisphérique du traitement de la prosodie. Nous supposons que les aspects prosodico-syntaxiques sont préférentiellement traités par l'HG, les aspects prosodico-pragmatique plutôt par l'HD. Le développement d'une tumeur dans l'un ou l'autre hémisphère aurait alors des conséquences spécifiques sur le traitement de certains aspects prosodiques. L'exérèse de la tumeur permettrait la récupération à terme des capacités altérées par la tumeur.

Une hypothèse secondaire mise en exergue par le suivi longitudinal réalisé est envisageable. Elle suppose que quelle que soit la localisation de la tumeur, les altérations sous-jacentes à la lésion provoquée par l'exérèse pourraient survenir. Nous supposons que si celles-ci sont effectives, elles devraient s'estomper grâce à la plasticité cérébrale et d'éventuelles stratégies compensatoires (cf. tableau 37).

Considérant que les aspects prosodico-syntaxiques sont traités par l'HG et les aspects prosodico-pragmatiques par l'HD, notre hypothèse suggère qu'en condition pré-opératoire, un patient atteint d'une tumeur gauche devrait présenter des altérations des traitements des

aspects prosodico-syntaxiques (-) et syntaxiques (-) mais pas du traitement des aspects prosodico-pragmatiques (+). L'exérèse ayant pu perturber l'organisation cognitive en place avant l'intervention chirurgicale, le patient pourrait présenter en condition post-opératoire 1, un affaiblissement cognitif sur une ou plusieurs des fonctions testées (-/+). En condition post-opératoire 2, le patient devrait avoir récupéré l'ensemble des capacités cognitives précédemment altérées (+).

Réciproquement, un patient atteint d'une tumeur droite devrait présenter des altérations du traitement des aspects prosodico-pragmatiques (-) mais pas des traitements des aspects prosodico-syntaxiques (+) et syntaxiques (+). L'exérèse ayant pu perturber l'organisation cognitive en place avant l'intervention chirurgicale, le patient pourrait présenter en condition post-opératoire 1, un affaiblissement cognitif sur une ou plusieurs des fonctions testées (-/+). En condition post-opératoire 2, le patient devrait avoir récupéré l'ensemble des capacités cognitives précédemment altérées (+).

	Tâche Prosodie-Syntaxe			**Tâche contrôle syntaxe adaptée**			**Tâche Prosodie-Pragmatique**		
	Pré-op	Post-op 1	Post-op 2	Pré-op	Post-op 1	Post-op 2	Pré-op	Post-op 1	Post-op 2
Hypothèse Tumeur gauche	**-**	**-/+**	**+**	**-**	**-/+**	**+**	**+**	**-/+**	**+**
Hypothèse Tumeur droite	**+**	**-/+**	**+**	**+**	**-/+**	**+**	**-**	**-/+**	**+**

Tableau 37 – Représentation des hypothèses de spécialisation hémisphérique des fonctions prosodico-syntaxique, syntaxique et prosodico-pragmatique testées

Nous confrontons nos hypothèses de départ avec les résultats de chacun des patients que nous avons rencontré.

8.2.4.1 Étude de cas 1 – PONALB

Nous examinons les résultats obtenus par le patient PONALB au regard des résultats attendus (hypothèse tumeur gauche) dans les trois tâches de notre protocole (tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée), (cf. tableau 38).

Le patient PONALB, atteint d'un gliome de grade II dans le lobe frontal gauche présente des résultats inférieurs aux seuils déterminés sur les trois tâches de notre protocole (prosodie-syntaxe, prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée). Son profil ne correspondant pas aux résultats attendus, nous ne pouvons déterminer la spécialisation hémisphérique du traitement des fonctions prosodiques que nous testons.

	Tâche Prosodie-Syntaxe			**Tâche contrôle syntaxe adaptée**			**Tâche Prosodie-Pragmatique**		
	Pré-op	Post-op 1	Post-op 2	Pré-op	Post-op 1	Post-op 2	Pré-op	Post-op 1	Post-op 2
Hypothèse Tumeur gauche	**-**	**-/+**	**+**	**-**	**-/+**	**+**	**+**	**-/+**	**+**
PONALB	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Tableau 38 – Confrontation des hypothèses posées pour la population avec tumeur gauche avec le profil du patient PONALB

Concernant notre seconde hypothèse sur l'évolution des performances du patient après la chirurgie, celle-ci ne peut être examinée auprès du patient PONALB. En effet, compte tenu des complications survenues pendant la chirurgie éveillée, l'exérèse de la tumeur n'a pu être réalisée. Seule une biopsie à été effectuée. L'évolution des résultats obtenus en conditions pré- et post-opératoires nous paraît en ce sens tout à fait cohérente.

8.2.4.2 Étude de cas 2 – LELJUL

Nous examinons les résultats obtenus par la patiente LELJUL au regard des résultats attendus (hypothèse tumeur droite) aux trois tâches de notre protocole (tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée) (cf. tableau 39).

	Tâche Prosodie-Syntaxe			**Tâche contrôle syntaxe adaptée**			**Tâche Prosodie-Pragmatique**		
	Pré-op	Post-op 1	Post-op 2	Pré-op	Post-op 1	Post-op 2	Pré-op	Post-op 1	Post-op 2
Hypothèse Tumeur droite	**+**	**-/+**	**+**	**+**	**-/+**	**+**	**-**	**-/+**	**+**
LELJUL	**+**	**-**	**+**	**+**	**-**	**+**	**+**	**-**	**+**

Tableau 39 – Confrontation des hypothèses posées pour la population avec tumeur droite avec le profil de la patiente LELJUL

La patiente LELJUL, atteint d'un gliome de grade II dans le lobe frontal droit présente des résultats équivalents ou supérieurs aux seuils déterminés sur les trois tâches de notre protocole (prosodie-syntaxe, prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée). Son profil ne correspondant pas aux résultats attendus, nous ne pouvons déterminer la spécialisation hémisphérique du traitement des fonctions prosodiques que nous testons.

Concernant la seconde hypothèse sur l'évolution des performances des patients après la chirurgie, il semble que la résection de la tumeur chez la patiente ait effectivement eu un impact sur ses performances. Les résultats sont plus faibles en condition post-opératoire 1, et ce quelle que soit la tâche (prosodie-syntaxe, prosodie-pragmatique, tâche contrôle syntaxe adaptée).

En substance, les résultats obtenus auprès des deux patients ne confirment pas les hypothèses concernant la spécialisation hémisphérique de la prosodie. Les aspects prosodico-syntaxiques testés ne semblent pas soumis à un traitement préférentiel de l'HG : la patiente LELJUL présentant un gliome dans le lobe frontal droit n'éprouve aucune difficulté dans la tâche dédiée. De même, aucune observation déterminante ne semble indiquer que les aspects prosodico-pragmatiques testés soient soumis à un traitement préférentiel de l'HD : patiente LELJUL présente de bons scores sur la tâche dédiée, et réciproquement, le patient PONALB, montre de faibles résultats sur la tâche dédiée.

En vue d'étayer nos analyses, nous confrontons les résultats obtenus sur notre protocole à ceux du bilan orthophonique.

8.3. Comparaison des performances entre le protocole prosodie et le bilan orthophonique

Notre protocole de recherche général intègre la passation du bilan orthophonique en condition pré-opératoire et en condition post-opératoire. Notre protocole prosodie ayant été proposé à deux reprises en condition post-opératoire (J +4 et J+60), nous avons décidé de ne conserver pour l'analyse suivante que les résultats obtenus en condition post-opératoire 2, les dates de passation étant plus rapprochées de celle du bilan orthophonique.

Nous proposons en premier lieu une brève interprétation personnelle[86] des résultats globaux recueillis lors des bilans orthophoniques pour chaque patient. Les résultats de l'épreuve de discours narratif n'étant pas quantifiables[87], ils ne seront pas exploités ici. Nous n'aborderons pas non plus les résultats obtenues aux épreuves d'évocation lexicale, mais ceux-ci restent consultables (af. annexe 19).

Nous nous concentrons par la suite exclusivement sur la comparaison des résultats obtenus sur notre protocole et ceux recueillis lors des tâches de compréhension de la prosodie du bilan orthophonique (MEC). Cette comparaison a pour objectif d'évaluer la sensibilité de notre protocole, et de déterminer ainsi sa pertinence.

8.3.1 Étude de cas 1 - PONALB

Nous examinons dans un premier temps les résultats obtenus par le patient PONALB aux passations des bilans orthophoniques (condition pré- et post-opératoire). Nous les confrontons ensuite aux résultats recueillis lors des passations pré- et post-opératoire 2 de notre protocole (tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée).

8.3.1.1 Interprétation globale du bilan orthophonique

Nous analysons ci-après les résultats obtenus lors des bilans orthophoniques (cf. annexe 17). Pour rappel, celui-ci est composé de diverses tâches évaluant des fonctions langagières préférentiellement traitées par l'HG, d'autres préférentiellement traitées par l'HD, et certaines impliquant la collaboration des deux hémisphères (cf. figure 31).

Le patient présente des résultats équivalents dans les deux passations sur la majorité des épreuves. Le patient ne semble pas présenter d'altérations consécutives à la lésion gauche. En effet les épreuves impliquant préférentiellement l'HG semblent réussies: tâche de dénomination orale de noms et de verbes adaptée du protocole MT 86 (déno), tâche de répétition de mots et de phrases extraite de la batterie HDAE (Rép), tâche de compréhension/désignation d'images issue du protocole MT 86 (Comp. I.) ; de même que les épreuves invoquant la collaboration des deux hémisphères : tâche de discours conversationnel (DC) et tâches de jugement sémantique (JS, JS.E.) adaptées du protocole

[86] Il ne s'agit pas des comptes rendus des orthophonistes
[87] Compte rendu rédigé par les orthophonistes non inclus dans notre recueil de données.

MEC. Certaines épreuves, concernant l'HD (toutes issues du protocole MEC) exposent également des résultats corrects : tâche de compréhension des métaphores (MC), tâche d'interprétation des actes de langage indirects (Comp. ALI et Choix ALI), et tâche de répétition de la prosodie linguistique (Rép.PL).

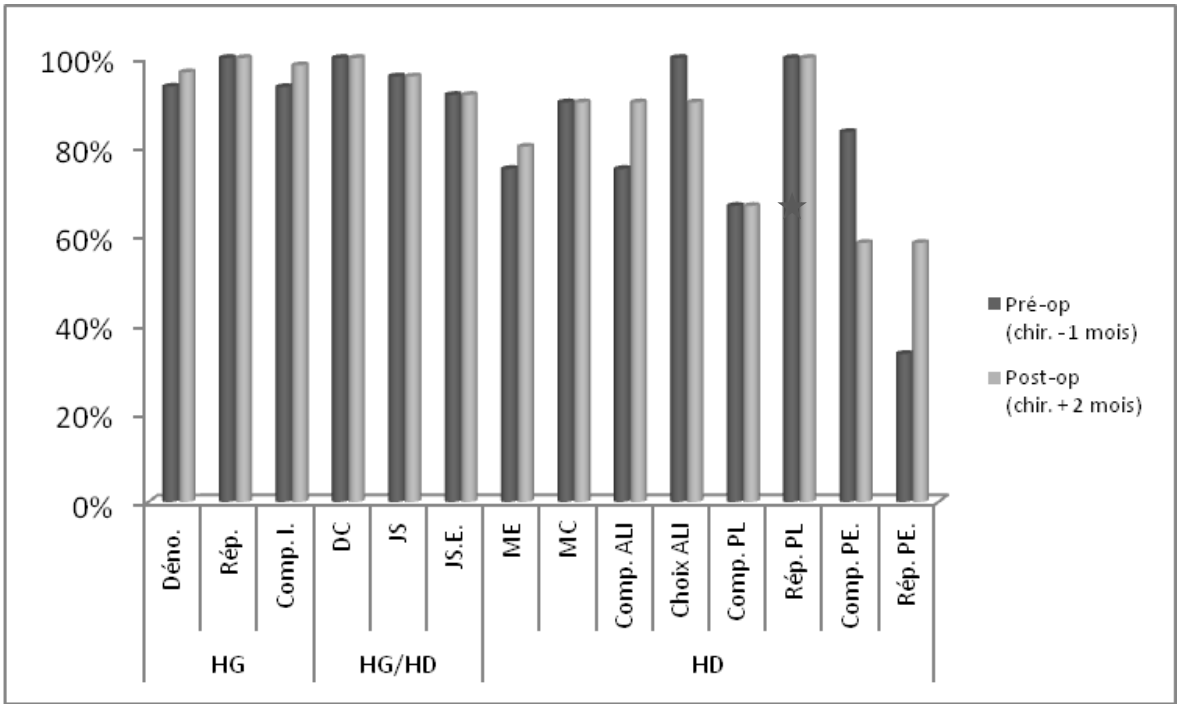

Figure 31 – PONALB-Résultats aux épreuves du bilan orthophonique (excepté les discours narratif et les évocations lexicales)

(Légende : Déno : dénomination ; Rép : répétition ; Comp. I : compréhension/désignation d'images ; DC : discours conversationnel ; ME : explication des métaphores ; MC : choix des métaphores ; Comp. ALI : compréhension des actes de langage indirects ; JS : jugement sémantique, JS.E : explication du jugement sémantique ; Comp.PL : compréhension de la prosodie linguistique ; Rép. PL : répétition de la prosodie linguistique ; Comp. PE. : compréhension de la prosodie émotionnelle, Rép. PE : répétition de la prosodie émotionnelle)

En revanche, d'autres présentent des résultats plus faibles et ce quelle que soit la condition de passation : explication des métaphores (ME), compréhension et répétition de la prosodie émotionnelle (Comp. PE et Rép. PE) ; et compréhension de la prosodie linguistique (Comp. PL)[88]. Toutefois, l'ensemble des résultats répertoriés ici sont des résultats « bruts ». Les résultats du patient doivent être envisagés relativement aux normes prédéfinies par chacune des batteries utilisées dans le bilan orthophonique.

Nos travaux s'intéressant spécifiquement aux tâches impliquant le traitement de la prosodie, nous examinons exclusivement les résultats obtenus dans ces tâches et les interprétons en

[88] Signalé par une étoile sur le graphique

fonction de l'étalonnage proposé par le protocole MEC. Celui-ci détermine trois tranches d'âge (30-49 ans, 50-64 ans et 65-85 ans) et deux niveaux de scolarité (scolarité 1 : durée de la scolarité inférieure au égale à 11 années, scolarité 2 : durée de la scolarité supérieure à 11 années). En plus de la moyenne, nous incluons « le point d'alerte ». Celui-ci correspond au score à partir duquel l'évaluateur peut estimer la probabilité d'un déficit langagier (Joanette et *al*., 2004). Nous ne nous référons ici qu'aux normes correspondantes au profil du patient PONALB : 50-64 ans, scolarité 1 (cf. tableau 40).

		Tâche de Compréhension de la prosodie Linguistique (sur 12)	**Tâche de Répétition de la prosodie Linguistique (sur 12)**	**Tâche de Compréhension de la prosodie Émotionnelle (sur 12)**	**Tâche de Répétition de la prosodie Émotionnelle (sur 12)**
PONALB	Pré-op	8	12	10	4
	Post-op	8	12	7	7
Normes MEC 50-64 ans Scolarité 1 <11 ans	moyenne	8	10,6	10,2	7,3
	point d'alerte	4	8	7	3

Tableau 40 – Comparaison des résultats du patient PONALB au regard des normes définies par le protocole MEC (Joanette et *al*., 2004)

En condition pré-opératoire, le patient obtient des scores conformes à la norme, dans les tâches de compréhension et de répétition de la prosodie linguistique: les résultats se situent au niveau ou au-dessus de la moyenne, et au-dessus du point d'alerte. Des scores plus faibles sont obtenus dans les tâches de compréhension et de répétition de la prosodie émotionnelle : les résultats sont inférieurs à la moyenne, mais se situent au-dessus du niveau du point d'alerte. Compte tenu de la proximité entre le score obtenu dans la tâche de répétition de la prosodie émotionnelle et le point d'alerte, il se pourrait néanmoins que le patient puisse présenter un déficit du traitement de la prosodie émotionnelle. L'analyse des résultats recueillis en condition post-opératoire ne confirme cependant pas cette observation.

En condition post-opératoire, le patient obtient également des scores conformes à la norme, dans les tâches de compréhension et de répétition de la prosodie linguistique: les résultats se situent au niveau ou au-dessus de la moyenne, et au-dessus du point d'alerte. Des scores plus faibles sont obtenus dans les tâches de compréhension et de répétition de la prosodie émotionnelle : les résultats sont inférieurs à la moyenne, et se situent au niveau ou au-dessus du niveau du point d'alerte. Compte tenu de la proximité entre le score obtenu

dans la tâche de compréhension de la prosodie émotionnelle et le point d'alerte (7), il se pourrait néanmoins que le patient puisse présenter un déficit du traitement de la prosodie émotionnelle.

Considérant l'ensemble des résultats obtenus sur les tâches impliquant la prosodie linguistique, il s'avère que le patient présente des scores conformes aux moyennes définies relativement à son âge et à son niveau scolaire. Bien que les résultats soient plus faibles sur certaines tâches et sur certaines conditions de passation, ils ne permettent pas de révéler avec certitude la présence d'un déficit du traitement de la prosodie linguistique. En revanche, en ce qui concerne l'ensemble des résultats obtenus sur les tâches impliquant la prosodie émotionnelle, les faibles scores, bien que non révélateurs d'après la norme établie, pourraient sous-tendre la présence d'un déficit latent.

Dans l'analyse suivante, nous nous approprions ces résultats bruts, tout en prenant en compte les indications d'étalonnage MEC et les comparons avec les résultats obtenus dans les épreuves de prosodie que nous avons conçues.

8.3.1.2 Confrontation bilan orthophonique *vs.* protocole prosodie

Afin d'harmoniser notre analyse, nous transposons l'ensemble des scores obtenus en taux de réussite (%). Bien que l'ensemble des épreuves de prosodie attire notre attention, nous nous concentrons plus particulièrement ici sur la tâche de compréhension de la prosodie linguistique qui fait écho à notre investigation. La tâche de compréhension de la prosodie émotionnelle n'est alors pas interprétée seule, mais dans une perspective globale du traitement de la prosodie (cf. figure 32)

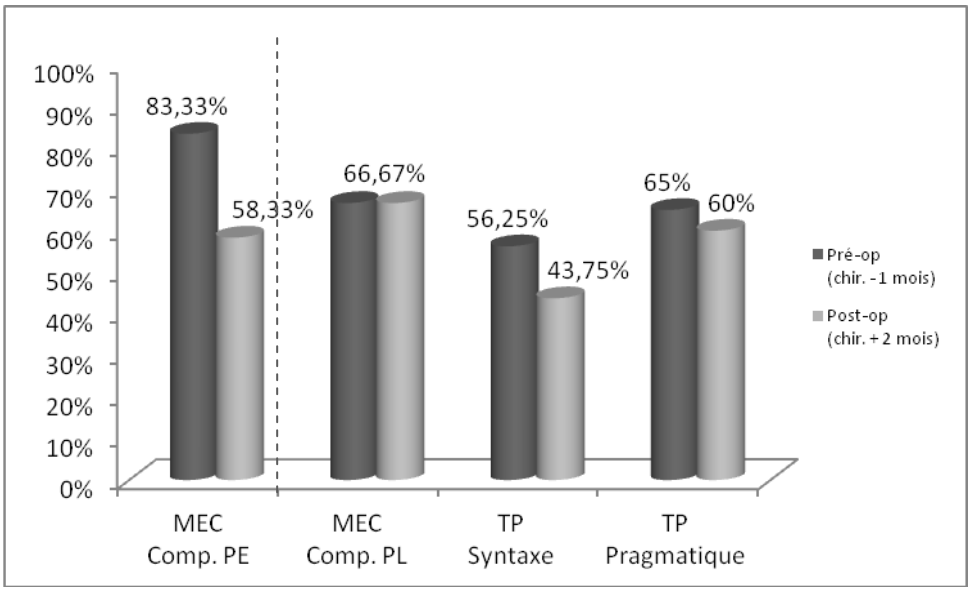

Figure 32 – PONALB-Confrontation des résultats obtenus aux épreuves de compréhension de la prosodie : MEC *vs.* Protocole exploratoire

(Légende : MEC Comp. PE : tâche de compréhension de la prosodie émotionnelle issue du protocole MEC ; MEC Comp. PL : tâche de compréhension de la prosodie linguistique issue du protocole MEC; TP Syntaxe : tâche de prosodie-syntaxe : TP Pragmatique : tâche de prosodie-pragmatique)

Le patient présente dans l'ensemble, des résultats sensiblement équivalents dans les différentes épreuves. Toutefois les résultats obtenus sur notre protocole sont légèrement inférieurs à ceux obtenus aux épreuves du protocole MEC. Comme nous l'avons par ailleurs évoqué, les tâches prosodie élaborées ont pour ambition de tester non pas les fonctions communes de la prosodie (linguistique et émotionnelle), mais les fonctions structurantes du langage qu'elle instancie (fonctions syntaxique et pragmatique). De ce fait, nos tâches observant des fonctions plus précises s'avèrent ainsi probablement plus complexes à réaliser pour le patient : la charge cognitive investie pourrait être plus importante que celle engagée par les tâches du protocole MEC, ce qui pourrait expliquer les scores inférieurs obtenus sur notre protocole. Une autre hypothèse nous paraît également envisageable. Compte tenu du fait que nous cherchons à observer le traitement cognitif d'aspects prosodiques plus implicites, les résultats du patient pourraient être révélateurs de déficits plus subtils. En effet, si l'interprétation des résultats obtenus au protocole MEC (au regard des normes fixées) ne prédit pas d'altération, les résultats plus faibles recueillis sur notre protocole pourraient détecter des altérations du traitement de la prosodie linguistique.

Les données actuelles ne permettent cependant pas d'étayer nos hypothèses, celles-ci devront être discutées ultérieurement au regard d'une cohorte plus importante de patients.

8.3.2. Étude de cas 2 - LELJUL

Nous examinons dans un premier temps les résultats obtenus par la patiente LELJUL aux passations des bilans orthophoniques (condition pré- et post-opératoire). Nous les confrontons ensuite aux résultats recueillis lors des passations pré- et post-opératoire 2 de notre protocole (tâche prosodie-syntaxe, tâche prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée).

8.3.2.1 Interprétation globale du bilan orthophonique

Nous analysons ci-après les résultats obtenus lors des bilans orthophoniques (résumés dans la figure 33). Pour rappel, celui-ci est composé de diverses tâches évaluant des fonctions langagières préférentiellement traitées par l'HG, d'autres préférentiellement traitées par l'HD, et certaines impliquant la collaboration des deux hémisphères.

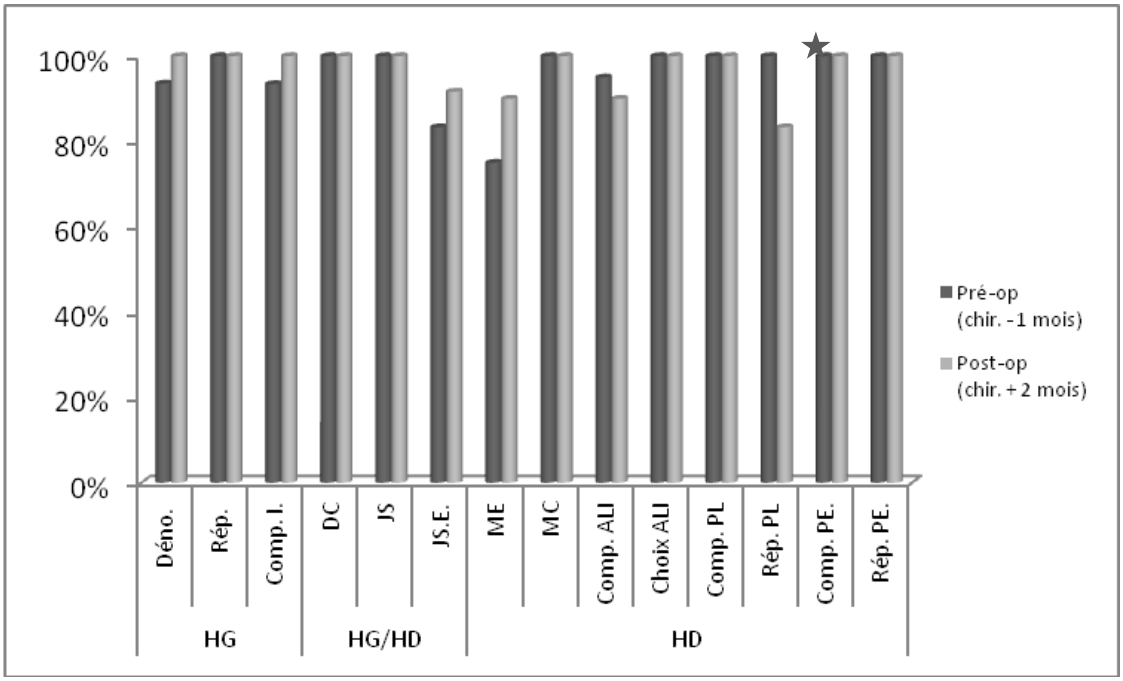

Figure 33 - LELJUL-Résultats aux épreuves du bilan orthophonique (excepté les discours narratif et les évocations lexicales)

(Légende : Déno : dénomination ; Rép : répétition ; Comp. I : compréhension/désignation d'images ; DC : discours conversationnel ; ME : explication des métaphores ; MC : choix des métaphores ;Comp. ALI : compréhension des actes de langage indirects ; JS : jugement sémantique, JS.E : explication du jugement sémantique ; Comp.PL : compréhension de la prosodie linguistique ; Rép. PL : répétition de la prosodie linguistique ; Comp. PE. : compréhension de la prosodie émotionnelle, Rép. PE : répétition de la prosodie émotionnelle)

La patiente présente des résultats équivalents dans les deux passations sur la majorité des épreuves : tâche de dénomination orale de noms et de verbes adaptée du protocole MT 86

(Déno.), tâche de répétition de mots et de phrases extraite de la batterie HDAE (Rép.), tâche de compréhension/désignation d'images issue du protocole MT 86 (Comp. I.) ; tâche de discours conversationnel (DC), tâches de jugement sémantique (JS) adaptées du protocole MEC, tâche de compréhension des métaphores (MC), tâche d'interprétation des actes de langage indirects (Choix ALI), compréhension de la prosodie linguistique (Comp. PL)[89] et émotionnelle (Comp. PE) et répétition de la prosodie émotionnelle (Rép. PE.).

Seule une épreuve impliquant les deux hémisphères et trois épreuves invoquant l'HD présentent des scores très légèrement inférieurs: explication du jugement sémantique (JS.E) et tâche d'explication des métaphores (ME), tâche de compréhension des actes de langage indirects (Comp. ALI), et tâche de répétition de la prosodie linguistique (Rép. PL). Considérant cette dernière tâche (répétition de la prosodie linguistique), nous tenons à souligner que l'orthophoniste ayant effectué le bilan post-opératoire note que les erreurs produites dans l'épreuve de répétition de la prosodie linguistique sont très discutables[90]. Nous n'en tiendrons donc pas compte ici. Compte tenu des résultats plus faibles obtenus sur certaines épreuves, la patiente pourrait présenter un déficit sémantique. Mais, tout comme pour le patient PONALB, l'ensemble des résultats de la patiente LELJUL répertoriés ici sont des résultats « bruts ». Ils doivent donc être envisagés relativement aux normes prédéfinies par chacune des batteries utilisées dans le bilan orthophonique. Faisant un parallèle avec les normes du protocole MEC, il s'avère que les résultats que la patiente a obtenus aux épreuves sémantiques (JS.E, ME, Comp. ALI) sont supérieurs aux seuils déterminés. La patiente ne semble donc pas présenter de trouble sémantique sévère.

Nos travaux s'intéressant spécifiquement aux tâches impliquant le traitement de la prosodie, nous examinons particulièrement les résultats obtenus dans ces tâches et les interprétons également en fonction de l'étalonnage proposé par le protocole MEC. Pour rappel, celui-ci détermine trois tranches d'âge (30-49 ans, 50-64 ans et 65-85 ans) et deux niveaux de scolarité (scolarité 1 : durée de la scolarité inférieure au égale à 11 années, scolarité 2 : durée de la scolarité supérieure à 11 années). En plus de la moyenne, nous incluons le point d'alerte. Celui-ci correspond au score à partir duquel l'évaluateur peut estimer la probabilité d'un déficit langagier (Joanette et *al*., 2004). Nous ne nous référons ici qu'aux normes correspondantes au profil de la patiente LELJUL : 30-49 ans, scolarité 2 (cf. tableau 41).

---

[89] Signalé par une étoile sur le graphique
[90] L'orthophoniste a hésité dans sa cotation. Elle n'a pas pu clairement distinguer si les productions étaient déficitaires ou non.

		Tâche de Compréhension de la prosodie Linguistique	Tâche de Répétition de la prosodie Linguistique	Tâche de Compréhension de la prosodie Émotionnelle	Tâche de Répétition de la prosodie Émotionnelle
LELJUL	Pré-op	12	12	12	12
	Post-op	12	10*	12	12
Normes MEC 30-49ans Scolarité 2 >11 ans	moyenne	11	11,5	10,9	8,7
	point d'alerte	10	10	9	5

Tableau 41 - Comparaison des résultats de la patiente LELJUL au regard des normes définies par le protocole MEC (Joanette et *al*., 2004)

En condition pré-opératoire, la patiente obtient des scores supérieurs à la norme (et de ce fait supérieurs au point d'alerte), quelles que soient les tâches envisagées : tâches de compréhension et de répétition de la prosodie linguistique ou tâches de compréhension et de répétition de la prosodie émotionnelle. Les résultats-plafonds obtenus tendent à indiquer que la patiente ne présente aucun déficit du traitement de la prosodie en condition pré-opératoire. En condition post-opératoire, la patiente présente également des scores supérieur à la norme (et de ce fait supérieurs au point d'alerte) dans trois des quatre tâches : compréhension de la prosodie linguistique et émotionnelle, répétition de la prosodie émotionnelle. Un score plus faible est obtenu dans les tâches de répétition de la prosodie linguistique. Cependant, bien que celui-ci soit inférieur à la moyenne et corresponde exactement au point d'alerte (10), prenant en considération les doutes exprimés par l'orthophoniste concernant sa cotation, nous décidons de ne pas interpréter pas ces résultats. Pour notre prochaine analyse, nous nous approprions ces scores bruts, tout en prenant en compte les indications d'étalonnage MEC et les comparons avec les résultats obtenus dans les épreuves de prosodie que nous avons conçues.

8.3.2.2 Confrontation bilan orthophonique *vs.* protocole prosodie

Afin d'harmoniser notre analyse, nous transposons l'ensemble des scores obtenus en taux de réussite (%). Bien que l'ensemble des épreuves de prosodie attire notre attention, nous nous concentrons plus particulièrement ici sur la tâche de compréhension de la prosodie linguistique qui fait écho à notre investigation. La tâche de compréhension de la prosodie émotionnelle n'est alors pas interpréter seule, mais dans une perspective globale du traitement de la prosodie (cf. figure 34).

La patiente présente dans l'ensemble des résultats équivalents dans les différentes épreuves. Nous avons évoqué dans le cas de l'interprétation des résultats du patient PONALB (cf. chapitre 8.3.1.2) que notre protocole pourrait s'avérer plus réceptif aux altérations prosodiques testées, cette remarque n'est pas confirmée dans le cas de la patiente, puisque celle-ci présente d'excellents scores quel que soit le protocole proposé.

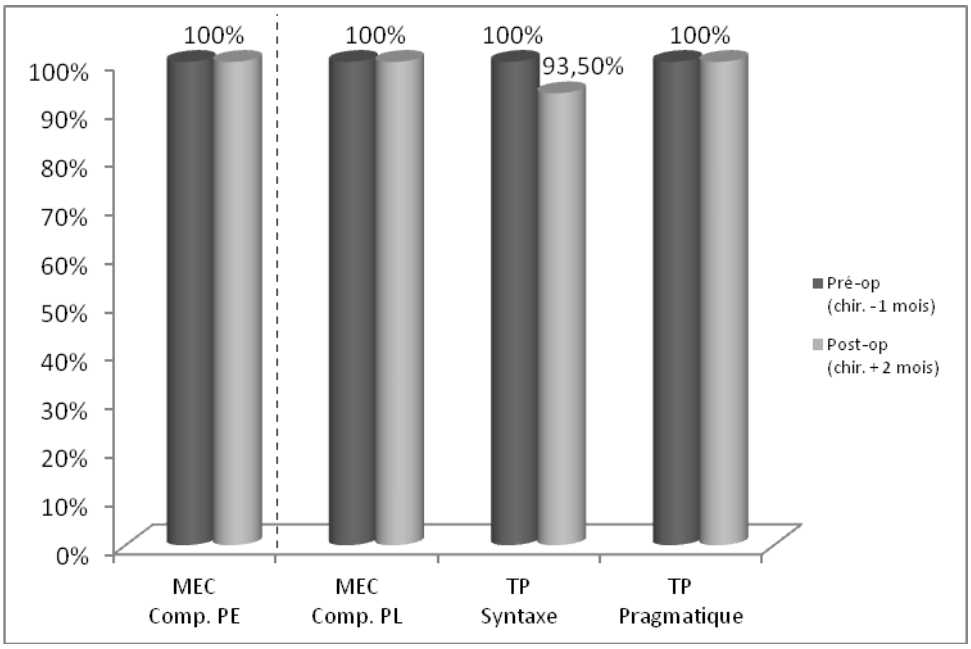

Figure 34 - LELJUL-Confrontation des résultats obtenus aux épreuves de compréhension de la prosodie : MEC *vs.* Protocole exploratoire

(Légende : MEC Comp. PE : tâche de compréhension de la prosodie émotionnelle issue du protocole MEC ; MEC Comp. PL : tâche de compréhension de la prosodie linguistique issue du protocole MEC; TP Syntaxe : tâche de prosodie-syntaxe : TP Pragmatique : tâche de prosodie-pragmatique)

Une fois encore, il nous paraît primordial de tester la sensibilité de notre protocole au regard d'une cohorte plus importante de sujets.

8.3.3. Résumé protocole prosodie *vs.* bilan orthophonique

L'interprétation de surface que nous faisons des bilans orthophoniques, indique qu'aucun des deux patients ne présente de déficit langagier consécutif à leur pathologie. Concernant spécifiquement la confrontation des épreuves de prosodie de chacun des protocoles, il apparaît que les résultats obtenus sur notre protocole sont sensiblement les mêmes que ceux obtenus sur le protocole MEC. Notre protocole semble de ce fait tout aussi pertinent que les tâches proposées par le protocole MEC pour procéder à l'évaluation du traitement de la prosodie.

En outre, bien que les résultats obtenus auprès de la patiente ne permettent pas de révéler la présence d'un déficit cognitif, l'interprétation de ceux du patient PONALB tend à évaluer la sensibilité des épreuves utilisées (tâche de prosodie issues du protocole MEC, tâche de compréhension des fonctions prosodiques syntaxique et pragmatique de notre protocole prosodie). En effet, si les résultats obtenus aux épreuves de prosodie du protocole MEC n'indiquent pas de perturbation spécifique, les scores plus faibles obtenus sur notre protocole prosodie pourraient être révélateurs d'une altération latente. Bien entendu, la sensibilité de notre protocole devra être confirmée au regard d'un enrichissement de la population testée et d'une normalisation plus fine.

Dans le cadre de notre travail de recherche, nous avons eu l'opportunité de tester notre protocole prosodie) en condition de chirurgie éveillée, et ce auprès des deux patients PONALB et LELJUL. Nous décrivons ci-après la réalisation de cette étude exploratoire.

8.4. Exploration du protocole prosodie auprès des deux patients atteints de gliomes de bas grade en condition per-opératoire (chirurgie éveillée)

Comme indiqué précédemment, la prise en charge thérapeutique des deux patients PONALB et LELJUL sous-tend une intervention chirurgicale spécifique : la méthode de chirurgie éveillée avec stimulations électriques directes (SED).

Notre protocole prosodie a pu être présenté aux patients dans ce cadre particulier. Nous rappelons dans un premier point le contexte de notre participation. Nous décrivons par la suite les résultats obtenus par chacun des patients, puis nous discuterons des contraintes inhérentes au contexte opératoire.

8.4.1. Rappel du contexte d'intervention

Sous la responsabilité du Dr Lubrano, nous avons été habilitées à assister et à participer aux interventions de chirurgie éveillée des deux patients précédemment décrits (cf. chapitre 7.2.2). Comme nous le mentionnions par ailleurs, s'il est tout à fait fréquent de proposer une évaluation langagière aux patients atteints de tumeur gauche, il n'est absolument pas coutume de le faire auprès de patients présentant une tumeur droite. L'intervention en condition éveillée a néanmoins été préconisée pour la patiente atteinte d'un gliome de grade

II du fait de la localisation de la tumeur dans le lobe frontal droit, celle-ci présumant un risque d'altération des fonctions motrices. C'est dans ce cadre exclusif que nous avons ainsi été autorisées à soumettre notre protocole exploratoire.

Comme prévu par le protocole de chirurgie éveillée, à la suite de la craniotomie, chacun des patients a d'abord été soumis à l'épreuve de dénomination configurée de manière individuelle et par la suite à certaines épreuves adaptées de notre évaluation des fonctions de la prosodie. Pour rappel, la version présentée en conditions pré- et post-opératoires a été modifiée pour se conformer aux conditions spécifiques de l'intervention clinique (cf. chapitres 7.1.1.6 ; 7.1.2.5 et 7.1.3.5).

8.4.2. Étude de cas 1 – PONALB

Suite à l'interprétation des résultats recueillis auprès des participants contrôles, et malgré l'adaptation des tâches de notre protocole aux procédures de chirurgie éveillée, il s'est avéré que celles-ci semblaient trop complexes et trop longues pour être toutes évaluées auprès des patients. Dans une perspective exploratoire, nous avons donc suggéré de soumettre le patient à deux tâches : la tâche prosodie-syntaxe et sa tâche contrôle syntaxe adaptée du BAT (Paradis et Libben, 1987). Une fois le patient éveillé, en concertation avec le neurochirurgien, l'orthophoniste a tout d'abord procédé à la tâche de dénomination. Pendant cette période, le patient a été, par deux reprises, confronté à une crise d'épilepsie. Ces réactions ont été induites par la SED alors le neurochirurgien apposait la sonde sur la zone tumorale. Compte tenu de ses interactions, l'exérèse de la tumeur n'a pu être envisagée[91]. Seule une biopsie a été réalisée. Certaines informations concernant la distribution des zones langagières fonctionnelles du patient ont cependant pu être révélées grâce aux phénomènes aphasiques provoqués par la SED (paraphasie sémantique, anomie, arrêt de la parole). Celles-ci sont illustrées sur la figure 35, photographie prise lors de l'intervention du patient.

Au cours de la stimulation quatre arrêts aphasiques ont pu être observés. Ceux-ci-sont consécutifs à la stimulation du cortex prémoteur ventral (***Vpr***), plus précisément au niveau de la partie inférieure du *gyrus* frontal ascendant (F4). Selon l'intensité de la stimulation électrique, des manifestations arthriques peuvent être observables (désintégration phonétique, anarthrie, dysarthrie). En outre, une paraphasie sémantique et une anomie ont

[91] Celle-ci aurait pu provoquer des désordres neurologiques conséquents.

été révélées dans la région du *gyrus* frontal inférieur (F3), au niveau de la *pars triangularis* (***Tr***).

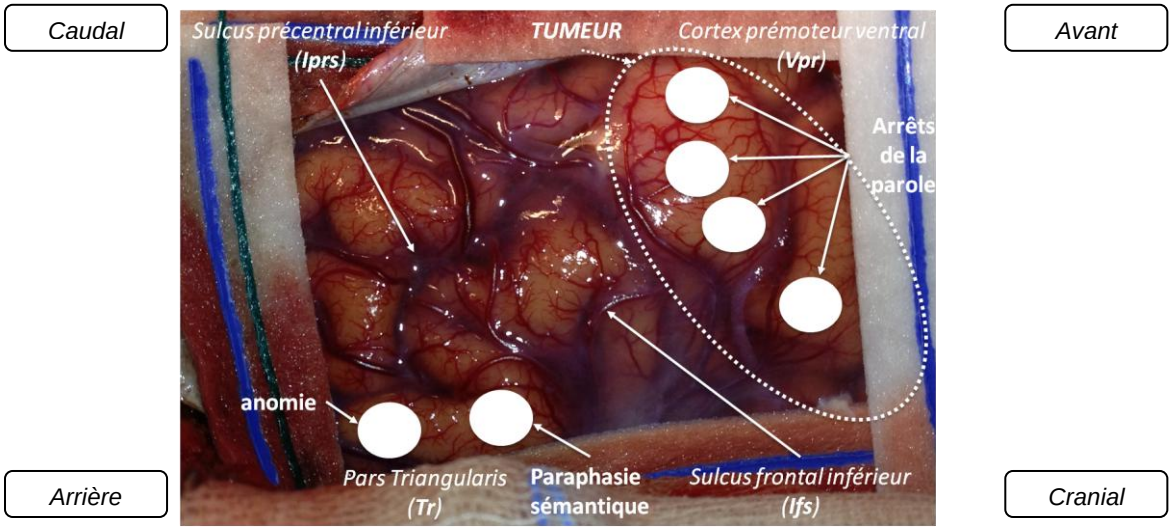

Figure 35 – Patient PONALB – Vue opératoire de l'aire de Broca (opercule rolandique) : Effets de la stimulation électrique directe (SED) lors de la tâche de dénomination orale

Nous avons par la suite procédé à la passation de notre protocole. Comme indiqué précédemment deux tâches ont été proposées au patient : la tâche de prosodie-syntaxique et la tâche contrôle syntaxe adaptée. Nous présentons ci-après les résultats obtenus à chacune des deux tâches.

8.4.2.1 Résultats obtenus à la tâche prosodie-syntaxe

Dès la passation des premiers stimuli de la tâche prosodie-syntaxe, nous avons été confrontées à de fortes contraintes méthodologiques. Comme stipulé dans la méthode de chirurgie éveillée, la sonde électrique ne peut être appliquée sans risque épileptique plus de 4 secondes sur une même zone cérébrale. Ainsi, pour contrôler objectivement le traitement d'aspects langagiers, la présentation d'un stimulus et le temps de réaction du patient ne doivent pas excéder 4 secondes. Or, en ce qui nous concerne, la présentation de nos stimuli est supérieure à ce laps de temps (environ 5 secondes). Les réponses ainsi enregistrées dans ces conditions ne permettent pas d'indiquer si le type de réponse donnée par le patient est induit par la stimulation ou non.

D'autre part, sur le plan pratique, le paramétrage du protocole sur PERCEVAL n'inclut pas de retour immédiat sur la réponse du patient. La configuration de la salle (disposition des divers équipements) et notre positionnement par rapport au patient et par rapport à l'équipe

de praticiens ne nous a pas permis d'observer directement les réponses données par le patient, ni de les signaler dans l'immédiat au neurochirurgien.

Compte tenu de ces circonstances, il a été décidé de ne pratiquer aucune stimulation électrique durant cette passation. Nous présentons néanmoins à titre indicatif la grille de réponses issue de la passation per-opératoire du patient PONALB. Celle-ci référence chacun des stimuli et les conditions expérimentales qu'il représente : sa condition syntaxique (N : adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible, NN : adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible), et la longueur du syntagme-cible (C : court, L : long). Comme pour la version initiale du protocole, deux types de données sont recueillis : les réponses du patient (ok : réponse correcte ; err : réponse incorrecte ; xxx : pas de réponse enregistrée) et les temps de réaction (cf. tableau 42Tableau 42). Ces derniers ne pouvant être interprétés dans le cadre de la chirurgie éveillée, ne sont pas mentionnés ici.

Stimuli	**Conditions Syntaxiques N/NN**	**Longueur du syntagme-cible**	**Réponses du patient**
12	NN	L	xxx
15	N	C	xxx
19	NN	L	ok
9	N	C	err
16	N	L	xxx
7	NN	C	err
11	NN	C	ok
8	N	L	xxx
6	N	L	err
10	N	C	err
14	NN	C	ok
17	NN	L	ok
5	N	L	ok
13	N	C	err
20	NN	L	ok
18	NN	C	ok
	Total de réponses correctes (sur 16 stimuli)		7 (soit 43,75%)

Tableau 42 – Tâche de prosodie-syntaxe : Grille des réponses obtenues par le patient PONALB en condition per-opératoire

(Légende : N : adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible ; NN : adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible : C : syntagme-cible court ; L : syntagme-cible long ; ok : réponse correcte ; err : réponse incorrecte ; xxx : pas de réponse enregistrée)

Sur l'ensemble des 16 stimuli présentés, le patient a correctement identifié 7 d'entre eux (ok), 5 réponses incorrectes ont été données (err) et 4 n'ont pas été enregistrées (xxx). Le taux d'identification des stimuli atteint 43,75%. Ce résultat est par ailleurs concordant avec ceux obtenus par la suite en condition post-opératoire 1.

	Conditions syntaxiques		**Longueur des syntagmes-cibles**	
	N	NN	C	L
répartition des 7 stimuli correctement identifiés	1	6	3	4

Tableau 43 – Tâche Prosodie-Syntaxe : Répartition des stimuli correctement identifiés selon les conditions expérimentales exprimées

(Légende : N : adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible ; NN : adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible : C : syntagme-cible court ; L : syntagme-cible long)

Le tableau 43 montre que la majorité des stimuli correctement identifiée présente la condition syntaxique NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible) : 6 stimuli sur 7. Non seulement ces résultats concordent avec l'effet significatif décelé auprès du groupe contrôle, mais ils concordent avec ceux que le patient a obtenu dans les autres conditions de passation (pré- et post-opératoires). En outre, la condition expérimentale secondaire (longueur des syntagmes-cibles) ne semble pas avoir influé sur le taux d'identification des stimuli, cette tendance est également similaire à celles observée auprès du groupe contrôle, et à celles relevées auprès du patient lors des passations pré- et post-opératoires. Bien que la stimulation électrique n'ait pu se dérouler, les observations nous permettent néanmoins d'indiquer que la condition de chirurgie éveillée ne semble pas modifier le comportement du patient face à la tâche de prosodie-syntaxe.

8.4.2.2 Résultats obtenus à la tâche contrôle syntaxe adaptée du BAT

Une première passation de la tâche contrôle syntaxe a été effectuée sans stimulation électrique sur l'ensemble des stimuli (16), puis une seconde passation avec stimulations a été réalisée sur les 8 premiers stimuli uniquement. Compte tenu des contraintes méthodologiques et environnementales précédemment évoquées, nous n'avons pu obtenir d'informations précises sur les régions cérébrales stimulées et réciproquement, le neurochirurgien n'a pu être informé directement et immédiatement des réponses du patient. Les résultats répertoriés dans le tableau 44 sont donc mentionnés à titre indicatif. Cette grille référence chacun des stimuli et les conditions expérimentales qu'il présente : sa

condition syntaxique (A : phrase active, P : phrase passive). Comme pour la version initiale du protocole, deux types de données sont recueillis : les réponses du patient (ok : réponse correcte ; err : réponse incorrecte ; xxx : pas de réponse enregistrée) et les temps de réaction, mais ceux-ci ne pouvant être interprétés dans le cadre de la chirurgie éveillée, ils ne sont pas évoqués ici.

Notons que pendant chacune des deux passations (sans et avec stimulations), malgré le réglage du volume sonore, le patient nous a signalé ne pas correctement « comprendre les phrases ». Nous avons éclairci ce point par la suite lors du rendez-vous post-opératoire 1. Le patient a alors précisé son observation, il voulait en réalité nous faire comprendre qu'il ne pouvait pas voir correctement les planches d'image sur l'écran d'ordinateur, la position du champ opératoire altérait sa vision.

Blocs	**Stimuli**	**Conditions Syntaxiques A/P**	**Réponses du patient SANS STIMULATION**	**Réponses du patient AVEC STIMULATIONS (* *)**
1	1	A	ok	ok
	3	P	err	*err *
	4	P	ok	ok
	2	A	ok	*xxx*
2	7	P	ok	ok
	8	P	err	*err*
	6	A	ok	ok
	5	A	ok	*ok*
3	12	P	xxx	NF
	9	A	err	NF
	11	P	ok	NF
	10	A	ok	NF
4	13	A	xxx	NF
	15	P	err	NF
	14	A	err	NF
	16	P	ok	NF
		Total de réponses correctes	9 sur 16 stimuli (soit 56,25%)	5 sur 8 stimuli

Tableau 44 - Tâche contrôle syntaxe adaptée : Grille des réponses obtenues par le patient PONALB en condition per-opératoire sans et avec stimulations électriques

(Légende : A : phrase active ; P : phrase passive ; ok : réponse correcte ; err : réponse incorrecte ; xxx : pas de réponse enregistrée, NF : non fait, stimulus non présenté)

Concernant la passation réalisée sans stimulation, on constate que sur l'ensemble des 16 stimuli présentés, le patient a correctement identifié 9 d'entre eux (ok), 5 réponses incorrectes ont été données (err) et 2 n'ont pas été enregistrées (xxx). Le taux d'identification des stimuli atteint 56,25%. Ce résultat est largement plus faible que ceux obtenus par ailleurs en condition pré- (93,5%) ou post-opératoires (87,5% en condition pré-opératoire 1 et 93,75% en condition pré-opératoire 2). Les réponses du patient pourraient avoir été influencées par sa mauvaise appréhension des planches d'images.

	Conditions syntaxiques	
	A	P
répartition des 9 stimuli correctement identifiés	5	4

Tableau 45 – Répartition des stimuli correctement identifiés selon les conditions expérimentales exprimées

(Légende : A : phrase active ; P : phrase passive)

Compte tenu de la répartition des 9 stimuli correctement identifiés en fonction de la condition syntaxique exprimée (5 phrases actives et 4 phrases passives identifiées, cf. tableau 45), aucun effet de la condition syntaxique n'est observable.

Les résultats obtenus sur cette passation per-opératoire sans stimulation nous permettent d'indiquer que la condition de chirurgie éveillée ne semble pas dans l'ensemble modifier le comportement du patient face à la tâche contrôle syntaxe. Néanmoins, les faibles scores pourraient être significatifs d'une contrainte méthodologique intrinsèque au contexte opératoire (positionnement du champ opératoire).

Concernant plus spécifiquement la passation réalisée avec stimulation (cf. tableau 44), comme nous l'avons mentionné par ailleurs, des difficultés de communication entre le neurochirurgien et nous-mêmes ne nous ont pas permis d'interpréter les réponses du patient. Nous remarquons cependant que les résultats obtenus sur les 8 stimuli présentés (blocs 1 et 2) sont similaires à ceux précédemment recueillis dans la condition per-opératoire sans stimulation. Seule une réponse diffère : aucune réponse n'est enregistrée pour le 4ème stimulus (le patient avait donné une réponse correcte en condition pré-opératoire). Une stimulation électrique ayant été effectuée à ce moment, il pourrait éventuellement s'agir ici d'une manifestation d'une lésion virtuelle. Toutefois, encore une fois, compte tenu des difficultés de passation rencontrées, rien de permet de le confirmer,

d'autres facteurs tels qu'une baisse de l'attention du patient (déficit cognitif global), sont tout à fait envisageables.

L'ensemble des résultats recueillis (résumé dans le tableau 46) ne nous permet pas de discuter spécifiquement des compétences langagières du patient.

.

	Tâches	Passation Per-opératoire
PONALB	Tâche Prosodie-Syntaxe (sur 16 stimuli) *sans stimulation*	7 (43,75%)
	Tâche contrôle syntaxe adaptée (sur 16 stimuli) *sans stimulation*	9 (56,25%)
	Tâche contrôle syntaxe adaptée (sur 8 stimuli) *avec stimulation*	5 (62,5%)
	Tâche Prosodie-Pragmatique (sur 20 stimuli)	NF

Tableau 46 – PONALB – Récapitulatif des résultats obtenus à la tâche prosodie-syntaxe et à la tâche syntaxe adaptée

Cette première participation à l'environnement de la chirurgie et aux conditions spécifiques auxquelles sont soumis les praticiens, nous permet de soulever plusieurs questionnements et améliorations de notre protocole que nous ne manquerons pas de décrire au regard des deux interventions de chirurgie éveillée auxquelles nous avons participé (cf. chapitre 9.5).

8.4.3. Étude de cas 2 – LELJUL

Compte tenu des difficultés rencontrées lors de la première présentation de notre protocole auprès du patient PONALB (longueur de la présentation des stimuli de la tâche prosodie-syntaxe), nous avons décidé de ne soumettre à la patiente uniquement la tâche contrôle syntaxe adaptée du BAT (Paradis et Libben, 1987). Une fois la patiente éveillée[92], en concertation avec le neurochirurgien, nous avons tout d'abord procédé à la tâche de dénomination.

[92] La patiente était particulièrement affaiblie. La situation psychologiquement difficile à appréhender, a particulièrement affecté la patiente. A son réveil la patiente apparaissait déstabilisée et tremblait de froid.

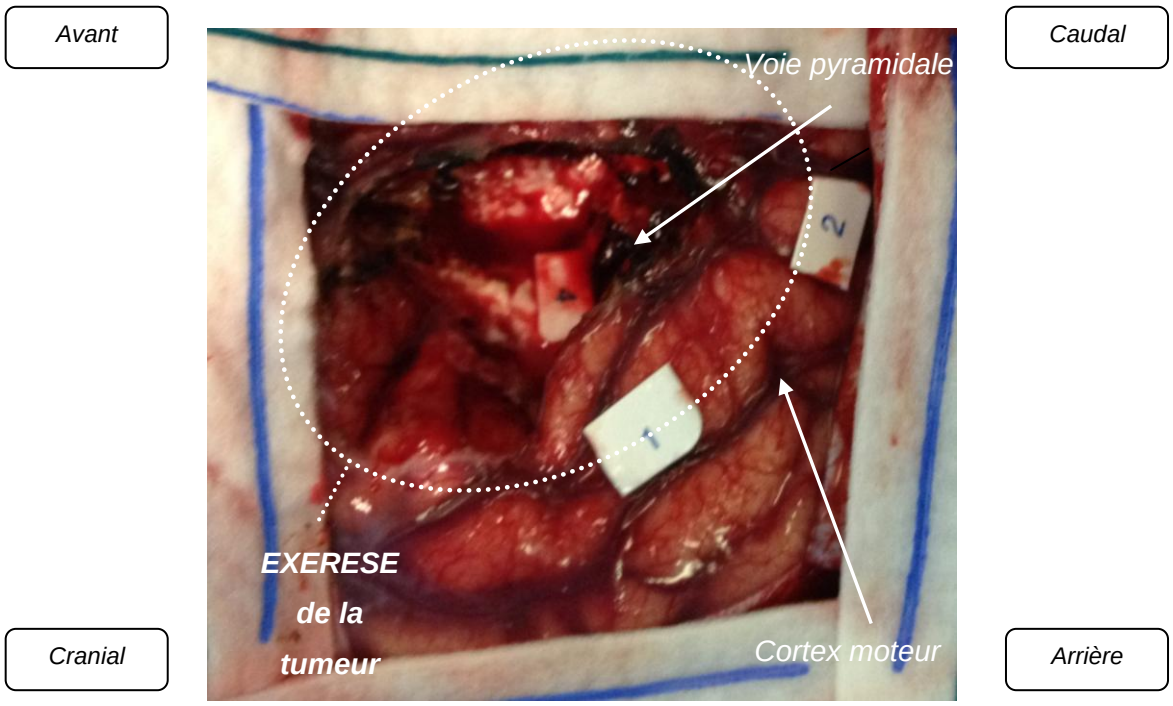

Figure 36 – Patiente LELJUL – Vue opératoire du cortex moteur droit : Effet de la stimulation électrique directe (SED) lors de la tâche motrice

Aucune réaction particulière n'a été observée pendant la tâche de dénomination orale. En revanche, pendant la tâche motrice demandant à la patiente de bouger son membre supérieur gauche, la stimulation électrique de la zone tumorale a permis de mettre à jour les fonctions motrices assurées par le cortex moteur (étiquettes 1 et 2), et la voie pyramidale (étiquette 4). Nous avons par la suite procédé à la présentation de la tâche contrôle syntaxe adaptée (cf. tableau 47).

Blocs	Stimuli	Conditions Syntaxiques A/P	Réponses du patient SANS STIMULATION	Réponses du patient AVEC STIMULATIONS (* *)
1	1	A	ok	ok
	3	P	ok	* ok *
	4	P	ok	ok
	2	A	ok	xxx
2	7	P	ok	NF
	8	P	err	NF
	6	A	ok	NF
	5	A	ok	NF
3	12	P	ok	ok
	9	A	ok	* xxx *
	11	P	ok	xxx
	10	A	ok	ok
4	13	A	ok	NF
	15	P	ok	NF
	14	A	ok	NF
	16	P	ok	NF
		Total de réponses correctes	9 sur 16 stimuli (soit 56,25%)	5 sur 8 stimuli

Tableau 47 - Tâche contrôle syntaxe adaptée : Grille des réponses obtenues par la patiente LELJUL en condition per-opératoire sans et avec stimulations électriques

(Légende : A : phrase active ; P : phrase passive ; ok : réponse correcte ; err : réponse incorrecte ; xxx : pas de réponse enregistrée)

Une première présentation de la tâche contrôle syntaxe a été effectuée sans stimulation électrique sur l'ensemble des stimuli (16), puis une seconde passation avec stimulations a été réalisée sur les stimuli correctement identifiés dans la passation précédente. Une erreur ayant été commise dans le bloc 2, celui-ci n'a pas été présenté en condition avec stimulation. La patiente étant très affaiblie par l'intervention, le bloc 4 n'a pas été soumis. Seuls les blocs 1 et 3 ont été soumis à la patiente. Compte tenu des contraintes méthodologiques et environnementales précédemment évoquées, nous n'avons pu obtenir d'informations précises sur les régions cérébrales stimulées et réciproquement, le neurochirurgien n'a pu être informé directement et immédiatement des réponses de la patiente. Les résultats répertoriés dans le tableau 48 sont donc mentionnés à titre indicatif. Pour rappel, cette grille référence chacun des stimuli et les conditions expérimentales qu'il

présente : sa condition syntaxique (A : phrase active, P : phrase passive). Comme pour la version initiale du protocole, deux types de données sont recueillis : les réponses du patient (ok : réponse correcte ; err : réponse incorrecte ; xxx : pas de réponse enregistrée) et les temps de réaction, mais ceux-ci ne pouvant être interprétés dans le cadre de la chirurgie éveillée, ils ne sont pas évoqués ici.

Concernant la passation réalisée sans stimulation. On constate que la patiente a correctement identifié l'ensemble des 16 stimuli présentés (ok). Le taux d'identification des stimuli atteint 100%. Ce résultat est tout à fait similaire à ceux obtenus par ailleurs en condition pré- (100 %) ou post-opératoires 2 (93,5%).

	Conditions syntaxiques	
	A	P
répartition des 16 stimuli correctement identifiés	8	8

Tableau 48 - Répartition des stimuli correctement identifiés selon les conditions expérimentales exprimées

(Légende : A : phrase active ; P : phrase passive)

Compte tenu de la répartition des stimuli correctement identifiés en fonction de la condition syntaxique exprimée (8 phrases actives et 8 phrases passives identifiées), aucun effet de la condition syntaxique n'est observable. Les résultats obtenus sur cette passation per-opératoire sans stimulation nous permettent d'indiquer que malgré l'affaiblissement psychologique de la patiente, celle-ci présente un comportement stable face à la tâche contrôle syntaxe. La tâche de contrôle adaptée et le déroulement qu'elle sous-tend semblent donc exploitables dans le contexte spécifique de la chirurgie éveillée.

Concernant plus spécifiquement la passation réalisée avec stimulation, comme nous l'avons mentionné par ailleurs, des difficultés de communication entre le neurochirurgien et nous-mêmes ne nous ont pas permis d'interpréter les réponses de la patiente. Nous remarquons cependant que les résultats obtenus sur les 8 stimuli présentés divergent de ceux précédemment recueillis dans la condition per-opératoire sans stimulation. Trois réponses diffèrent : aucune réponse n'est enregistrée pour le 4ème stimulus du premier bloc, ainsi que pour le 2ème et le 3ème stimulus du bloc 4 (la patiente donnait des réponses correctes précédemment). Une stimulation électrique a été effectuée sur le 2ème stimulus du bloc 4, mais pas sur les deux autres réponses divergentes. Rien ne nous permet d'affirmer qu'il

s'agisse ici d'une manifestation d'une lésion virtuelle. Et compte tenu des deux autres réponses divergentes recueillies sans stimulation électrique, il se pourrait que l'ensemble de ces « non réponses » soient représentatives d'une baisse de l'attention de la patiente.

L'ensemble des résultats recueillis (résumé dans le 49) ne nous permet pas de discuter spécifiquement des compétences langagières du patient.

	Tâches	Passation Per-opératoire
LELJUL	Tâche Prosodie-Syntaxe (sur 16 stimuli) *sans stimulation*	NF
	Tâche contrôle syntaxe adaptée (sur 16 stimuli) *sans stimulation*	15 (93,75%)
	Tâche contrôle syntaxe adaptée (sur 8 stimuli) *avec stimulation*	5 (62,5%)
	Tâche Prosodie-Pragmatique (sur 20 stimuli)	NF

Tableau 49 – LELJUL-Récapitulatif des résultats obtenus à la tâche prosodie-syntaxe et à la tâche syntaxe adaptée

Notre étude exploratoire effectuée en condition de chirurgie éveillée n'a pas permis de recenser d'éléments de réflexion pertinents concernant le traitement cognitif des patients. En revanche, cette première introduction à l'environnement de la chirurgie éveillée et aux conditions spécifiques auxquelles sont soumis les praticiens, nous permet de mettre au jour plusieurs difficultés pratiques et ainsi d'envisager les améliorations sous-jacentes de notre protocole.

8.4.4. Contraintes de la chirurgie éveillée

Plusieurs obstacles ont entravé notre recueil de données en condition per-opératoire. Nous les classons en deux catégories, d'une part les limites inhérentes au contexte opératoire (contexte médical) et d'autre part, les difficultés méthodologiques liées à la configuration de notre protocole (limites méthodologiques).

8.4.4.1. Contexte médical

- **Équipement**

La salle n'étant pas pourvu de matériel informatique, ni de matériel audio/vidéo, l'évaluation a été effectuée à l'aide de l'ordinateur portable et du boîtier réponse dédiés à l'expérimentation ainsi que de la paire de haut-parleurs (multimédia Philips SPA2201) utilisés lors des passations courantes[93].

- **Visibilité**

  - La salle n'étant pas équipée pour ce type d'intervention, il a été difficile de placer correctement l'écran face au patient. L'ordinateur portable a été placé sur une table à proximité du patient, l'écran a été incliné au mieux.

  - La perception visuelle du patient (PONALB) était perturbée par la position du champ opératoire (placé juste au dessus des paupières de celui-ci). Le patient devait faire un effort de concentration supplémentaire pour distinguer et analyser les planches réponses.

  - L'équipement chirurgical est disposé tout autour de la table d'opération. Bien que nous nous soyons placées à proximité du patient, la configuration de la salle, inhérente à toute situation de chirurgie éveillée, ne nous permettait pas d'être positionnées de façon à observer ses réponses sur le boîtier.

- **Environnement sonore**

  - Bien que l'environnement ne soit pas particulièrement bruyant, l'acoustique globale de la salle ne nous a pas permis de communiquer convenablement avec le neurochirurgien. Nous n'avons donc pas pu savoir à quel moment et où ont été effectuées les stimulations, de même le neurochirurgien n'a pas eu de retour immédiat sur les réponses du patient. La présence d'un tiers a été la bienvenue (ici l'orthophoniste) pour faire le lien entre examinateur et neurochirurgien, ainsi que pour observer les réponses du patient sur le boîtier.

[93] Le matériel a été nettoyé et désinfecté avant d'être installé.

8.4.4.2. Limites méthodologiques

Sur le plan pratique, il s'avère que malgré les modifications effectuées pour considérer les conditions spécifiques de la chirurgie, notre méthodologie reste encore inadaptée.

- Comme nous l'avons mentionné auparavant, la méthode de stimulation électrique directe (SED) impose des contraintes temporelles strictes. La sonde ne peut-être apposée sur la surface du cerveau que pendant une courte période (4 secondes). Or, la présentation de nos stimuli reste en deçà de ce délai. Pour que les réactions du patient puissent être prises en compte et être imputées à la stimulation, la présentation du stimulus et le temps de réaction du patient ne doivent pas excéder 4 secondes. Pour cela, l'ensemble de nos stimuli audio doivent être revus et réduits aux éléments cibles, ce qui implique des stimuli plus courts mais moins « écologiques » (non intégrés dans un contexte).

- D'autre part, en pratiquant la SED, le neurochirurgien teste les comportements du patient on-line. Or, notre procédure actuelle ne permet d'avoir un retour efficace immédiat sur les réponses du patient. L'intervenant est actuellement obligé de contrôler visuellement les réponses du patient (de quel côté du boîtier clique le patient), et de les comparer à une grille papier. Pour les raisons évoquées précédemment, ce procédé reste à améliorer (visibilité limitée).

8.4.5. Résumé

Habilitées à participer aux interventions chirurgicales des patients PONALB et LELJUL, nous avons proposé de tester notre évaluation du langage en condition de chirurgie éveillée. Bien que nous ayons préalablement modifié la configuration des trois tâches de notre protocole (tâches prosodie-syntaxe, tâches prosodie-pragmatique et tâche contrôle syntaxe adaptée), celles-ci ne correspondaient pas encore suffisamment au cadre spécifique de la chirurgie éveillée. Compte tenu des difficultés rencontrées, les patients n'ont pas pu être soumis à l'ensemble des tâches de notre protocole (cf. tableau 50).

	Tâche Prosodie Syntaxe	Tâche contrôle syntaxe adaptée	Tâche Prosodie Pragmatique
PONALB	X	X	NF
LELJUL	NF	X	NF

Tableau 50 – Récapitulatif des tâches présentées aux patients PONALB et LELJUL en condition de chirurgie éveillée

(Légende : X : tâche présentée en chirurgie éveillée ; NF : non fait, tâche non proposée)

Les contraintes temporelles imposées pour la méthode de stimulation électrique (4 secondes par stimulation), ne nous ont pas permis d'utiliser la tâche prosodie-pragmatique en condition de chirurgie éveillée, celle-ci présentant des stimuli trop longs. Ainsi, deux tâches ont été proposées au patient PONALB : la tâche prosodie-syntaxe et la tâche contrôle syntaxe adaptée. De nouveaux obstacles ont cependant été mis au jour. La complexité de la tâche prosodie-syntaxe, que nous avions par ailleurs déjà relevée (faibles taux d'identification du groupe contrôle, complexité et longueur des stimuli) a entravé l'évaluation du traitement des aspects prosodico-syntaxiques. Seule la tâche contrôle syntaxe adaptée a alors été proposée à la patiente LELJUL, afin de tester néanmoins une partie de notre protocole auprès d'un autre patient et d'en observer plus précisément les limites.

Compte tenu des difficultés rencontrées, les résultats comportementaux obtenus par les deux patients lors des phases de stimulation électrique n'ont pu être exploités. En revanche, ces premières passations réalisées dans le cadre éminemment spécifique de la chirurgie éveillée nous permettent de soulever des problématiques d'ordre pratique et ainsi d'aborder l'élaboration de notre matériel d'évaluation dans une approche plus ergonomique. Ainsi, l'appréhension des limites inhérentes d'une part au contexte opératoire (équipement, visibilité, environnement sonore) et d'autre part aux contraintes méthodologiques (complexité de la tâche, durée de présentation des stimuli, consultation immédiate des réponses du patient) nous permettent d'ores et déjà de concevoir des améliorations pertinentes.

8.5. Résumé des résultats

8.5.2.1 Population contrôle

Avant de le soumettre à une population pathologique, nous avons normalisé notre protocole prosodie (tâche prosodie-syntaxe et tâche prosodie-pragmatique) auprès d'un groupe de 36 participants adultes, de langue maternelle française, ne présentant aucun trouble (langagier, auditif, visuel). Nous avons ainsi pu d'une part déterminer des seuils de réussite utilisés comme référence pour interpréter les résultats des patients, et d'autre part investiguer les effets potentiels des différentes variables engagées dans chacune des tâches, et ainsi envisager un prochain étalonnage relatif à l'âge et au niveau scolaire des sujets.

Nos analyses ont tout d'abord montré que nos deux tâches n'ont pas reçu le même accueil auprès des participants. Ainsi, le taux d'identification plus faible et le temps de réaction plus conséquent recueillis sur la tâche prosodie-syntaxe laisse déjà présager de sa complexité (tâche prosodie-syntaxe : taux d'identification à 70%, temps de réaction moyen à 2311 millisecondes *vs.* tâche prosodie-pragmatique : taux d'identification à 82%, temps de réaction moyen à 1068 millisecondes). L'observation des effets relatifs aux conditions expérimentales a permis de déterminer un profil de traitement des stimuli. Il apparaît que quelle que soit la tâche considérée, les conditions expérimentales principales influencent les réponses et les temps de réaction des participants. Concernant la tâche prosodie-syntaxe, il s'avère que la condition syntaxique NN (adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible) est mieux identifiée ($p<0,05$) et plus rapidement ($p<0,05$) que la condition syntaxique N (adjectif porté sur le second nom du syntagme-cible). De même pour la tâche prosodie-pragmatique, la condition pragmatique C (dialogue congruent) est mieux identifiée ($p<0,05$) et plus rapidement ($p<0,05$) que la condition I (dialogue incongru). En revanche, les conditions expérimentales secondaires des deux tâches (longueur des syntagmes-cibles pour la tâche prosodie-syntaxe, et position du focus pour la tâche prosodie-pragmatique) ne produisent pas d'effet significatif, ni sur les taux d'identification, ni sur les temps de réaction moyens ($p>0,05$).

Nos observations des facteurs interindividuels ont également permis de révéler l'influence des profils des participants. Ainsi, bien qu'aucune incidence des facteurs sexe, bilinguisme ou pratique musicale n'est été recensée, il s'avère que le facteur d'âge présente un effet significatif sur le taux d'identification des stimuli, et ce quelle que soit la tâche (prosodie-syntaxe ou prosodie-pragmatique) : les participants âgés de 20 à 49 ans présentent de

meilleurs résultats que les participants âgés de 50 ans et plus. Il semblerait par ailleurs que le facteur du niveau scolaire puisse également impacter le taux d'identification des stimuli, toutefois, ce phénomène n'a pu être observable que pour la tâche prosodie-pragmatique : les participants présentant un niveau scolaire de catégorie C (scolarité supérieure : diplômes supérieur au Bac) ont de meilleurs résultats que les participants présentant un niveau scolaire de catégorie B (scolarité secondaire : BEP/CAP, Bac). Par ailleurs, aucune interaction conjointe de l'âge et du niveau scolaire ne s'est dégagée. La présentation de notre protocole à une cohorte de participants plus importante nous permettra d'infirmer ou de confirmer cette tendance.

8.5.2.2 Présentation du protocole prosodie aux patients

Une fois ces profils comportementaux définis, nous avons testé notre protocole dans une étude longitudinale (visites pré-, per- et post-opératoires) réalisée auprès de deux patients atteints de gliomes de grade II : PONALB, homme de 60 ans, niveau scolaire A, présentant un gliome de bas de grade dans le lobe frontal gauche et LELJUL, femme de 32 ans, niveau scolaire B, présentant un gliome de bas grade dans le lobe frontal droit.
Considérant l'appréhension des conditions expérimentales, les résultats-plafonds que présentent la patiente ne permettent pas de dégager de tendance particulière. En revanche, il s'avère que le patient PONALB présente un profil similaire à celui révélé par le groupe contrôle : les conditions expérimentales principales de chacune des tâches semblent avoir influencées le taux d'identification des stimuli (les stimuli les mieux reconnus pour la tâche prosodie-syntaxe sont ceux représentant la condition syntaxiques NN – adjectif porté sur les deux noms du syntagme-cible – et les stimuli les mieux reconnus pour la tâche prosodie-pragmatique, sont ceux représentant la condition pragmatique C – dialogue congruent).

Dans l'ensemble, les résultats de PONALB sont sensiblement les mêmes quelle que soit la tâche (prosodie-syntaxe, prosodie-pragmatique) et quelle que soit la condition de passation (pré-, per- et post-opératoires). Bien que ceux-ci soient faibles (résultats en-dessous des seuils prédéterminés par le groupe contrôle), ils ne paraissent pas significativement représentatifs d'une altération cognitive strictement relative à la lésion. Il semble en effet, que les résultats s'approchent davantage au profil du sous-groupe de participants contrôles apparié en âge (participants de 50 ans et plus) ainsi qu'au profil du sujet apparié en sexe, âge et niveau scolaire (MONROG). Seuls les résultats recueillis en condition post-opératoire 2, se révèlent légèrement plus faibles que les autres. Compte tenu du fait que le patient n'a pas subi d'exérèse (complications pendant la chirurgie), on peut supposer que le

développement progressif de la tumeur ait un impact latent sur les compétences du patient. Toutefois, nous n'avons à ce jour déterminé aucune preuve tangible allant dans ce sens, il ne s'agit ici que d'une hypothèse.

A l'inverse du patient PONALB, la patiente LELJUL présente des résultats très élevés et ce quelle que soit la tâche (prosodie-syntaxe, prosodie-pragmatique) et quelle que soit la condition de passation (pré-, per- et post-opératoires). Ses résultats sont supérieurs aux seuils prédéterminés par le groupe contrôle, mais également à celui du sous-groupe contrôle apparié en âge (participants âgés de 20 à 49 ans) et aux résultats du sujet apparié en sexe, âge et niveau scolaire (GRANAD). Aucune altération cognitive n'est décelée en condition pré-, per et post-opératoire 2. Cependant, un affaiblissement conséquent des résultats, observé en condition post-opératoire 1, pourrait signaler une modification de l'organisation cognitive de la patiente, celle-ci serait consécutive à l'exérèse. Nous suggérons que la plasticité cérébrale intervenant dès lors aurait toutefois permis à la patiente de mettre en place des stratégies compensatoires et de retrouver des performances initiales (résultats très élevés en condition post-opératoire 2).

Les données recueillies auprès des deux patients n'ont pas permis de répondre à notre hypothèse concernant la spécialisation hémisphérique du traitement de la prosodie. En effet, les résultats des patients ne montrent pas une appréhension différenciée de chacune des tâche prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique), rien n'indique que les aspects prosodico-syntaxiques soient préférentiellement traités dans l'HG, et réciproquement, rien n'indique que les aspects prosodico-pragmatiques soient davantage traités dans l'HD. Afin d'étayer nos résultats, nous avons alors effectué une comparaison entre les résultats obtenus sur notre protocole et ceux obtenus dans les bilans orthophoniques.

8.5.2.3 L'apport des bilans orthophoniques

Notre protocole de recherche intégral inclus la passation d'un bilan orthophonique en condition pré- et post-opératoire. Il se compose de 14 épreuves adaptées de différentes batteries standardisées, celles-ci se distinguent en trois catégories selon qu'elles visent à évaluer des fonctions langagières impliquant préférentiellement l'HG, l'HD, ou invoquant la collaboration conjointe des deux hémisphères (cf. chapitre 7.3.2). Nous avons tout d'abord réalisé une première interprétation globale des résultats obtenus par les deux patients. Conformément aux observations préalablement effectuées au regard de notre protocole, il

s'avère qu'aucun d'entre eux ne semble présenter de déficit langagier. Afin de déterminer la sensibilité de notre protocole, nous avons ensuite comparé les résultats obtenus à l'ensemble des tâches impliquant le traitement de la prosodie. La confrontation entre notre protocole et les épreuves adaptées du protocole MEC suggère des observations équivalentes : notre protocole se révèle ainsi tout aussi approprié pour établir une évaluation du traitement de la prosodie. En outre, l'observation plus précise des résultats du patient PONALB[94], laisse présager que notre protocole prosodie détecterait des altérations plus subtiles : les résultats obtenus sur notre protocole sont inférieurs à ceux obtenus sur les tâches du protocole MEC.

Dans une autre perspective, nous avons eu l'opportunité de tester notre protocole prosodie dans les conditions spécifiques de la chirurgie éveillée.

8.5.2.4 Étude exploratoire en chirurgie éveillée

La configuration actuelle de nos tâches ne respectant pas l'ensemble du « cahier des charges » relatif à la méthode de chirurgie éveillée (complexité et durée des stimuli), celles-ci n'ont pas pu être présentées toutes aux patients. Le patient PONALB a été soumis à la tâche prosodie-syntaxe et à la tâche contrôle syntaxe adaptée. Les mêmes difficultés apparaissant toutefois sur la passation de la tâche prosodie-syntaxe, seule la tâche contrôle syntaxe adaptée a été présentée à la patiente LELJUL. Lors des passations per-opératoires sans stimulation, les patients présentent sensiblement les mêmes résultats qu'en conditions pré- et post-opératoires, ce qui semble indiquer que malgré la situation extrême, la condition initiale de chirurgie éveillée ne semble pas influencer leur comportement.

Les observations générales issues de cette première exploration, nous permettent également d'appréhender les difficultés pratiques (contraintes du contexte opératoire et contraintes méthodologiques) et ainsi d'envisager les adaptations fonctionnelles nécessaires son utilisation en chirurgie éveillée.

[94] Les résultats élevés de la patiente n'ont pas permis d'effectuer des analyses équivalentes.

PARTIE 4

DISCUSSION & PERSPECTIVES

9. Spécialisation hémisphérique de la prosodie

9.1 Rappel de la problématique

Depuis les premiers travaux ayant mis en lumière les corrélations existantes entre traitement cognitif et zones cérébrales (Broca, 1861 ; Wernicke, 1874), l'étude du traitement du langage, relevant d'une architecture éminemment complexe, a de fait été abordée dans une approche strictement parcellaire (modulaire). Bien qu'avantageuse, cette vision a néanmoins limité l'appréhension objective du fonctionnement cérébral et du traitement du langage. L'hypothèse de la prédominance de l'HG (chez les sujets droitiers) n'a eu de cesse d'être exploitée, notamment dans le domaine de la pathologie du langage. L'implication de l'HD s'est alors résumée à un rôle mineur, désengagé de toute fonctionnalité linguistique. Les travaux issus de la neuropsycholinguistique ont permis par la suite de désamorcer la situation et ont révélé sa participation essentielle dans le traitement sémantique et pragmatique notamment. Mais ils ont cependant conservé cette vision morcelée. De fait, le traitement du langage est abordé à travers le filtre de chacune de ses composantes (phonologique, syntaxique, sémantique, pragmatique, etc.) et les diverses propriétés structurelles des stimuli utilisés.

La spécialisation hémisphérique semble ainsi soumise à un traitement parcellaire des stimuli. Les hypothèses concernant la latéralisation des aspects linguistiques sont alors limitées. Elles relèvent principalement du degré de complexité ou de la nature des stimuli. Les spécificités intrinsèques au langage oral s'en trouvent négligées ou envisagées de nouveau isolément à travers la notion de double encodage (aspects linguistiques *vs.* aspects acoustiques). En contexte clinique, l'évaluation des troubles du langage oral, contrainte par ces approches réductrices, est alors également confinée dans une appréhension partielle (Moreau-Le Cam, 2010). Or, le traitement du langage oral peut se concevoir grâce à l'appréhension d'un système intégrant l'ensemble des caractéristiques du langage oral : la prosodie. Envisagé traditionnellement à travers chacun des sous-systèmes qui composent la prosodie (acoustique, phonologique/prosodique, « fonctionnel[95] »), son traitement cognitif et cérébral est décrit à travers une vision cloisonnée, tout comme autres les composantes du langage.

[95] Le terme « fonctionnel » doit se comprendre ici à travers la dichotomie fonction linguistique vs fonction paralinguistique.

Toutefois, ce système se révèle être particulièrement pertinent pour examiner le traitement du langage puisqu'il actualise les fonctionnalités de chacune des composantes. L'évaluation des fonctions structurantes de la prosodie peut ainsi permettre d'appréhender le traitement global du langage. En effet, dès lors que le langage est linéarisé, actualisé à l'oral, la prosodie intervient à tous les niveaux : lexical, morpho-syntaxique, sémantique, pragmatique, etc. Un mot prononcé isolément comporte effectivement des caractéristiques prosodiques, et l'évaluation de la composante lexicale ou sémantique ne peut se faire sans prendre en compte les aspects prosodiques.

De ce fait, l'élaboration de ce type de bilan « intégratif » pourrait s'intégrer à l'examen de patients atteints de pathologies langagières diverses affectant tant l'HG que l'HD, et ainsi contribuer à combler les lacunes des bilans actuels, qu'il s'agisse d'évaluations pratiquées en soins courants, ou d'évaluations spécifiques introduites en chirurgie éveillée auprès de patients atteints de gliomes. L'introduction sans précédent d'épreuves testant les fonctions de la prosodie dans le cadre de la chirurgie éveillée contribue par ailleurs à étayer les hypothèses de spécialisation hémisphérique tant du traitement particulier de la prosodie que du traitement global du langage.

9.2 Résultats généraux : Les facteurs interindividuels

Nous avons dans un premier temps proposé deux tâches exploratoires de compréhension de la prosodie (fonction syntaxique et fonction pragmatique) à un groupe de trente-six sujets contrôles afin de déterminer des seuils de réussite appliqués aux résultats des patients[96]. Les analyses nous ont également permis d'observer un effet de l'âge et du niveau scolaire. Dans les deux tâches de prosodie, il apparaît que les participants âgés de moins de 50 ans présentent de meilleures performances que les participants âgés de 50 ans et plus ($p>0,05$). Dans la tâche de prosodie-pragmatique, les participants ayant un niveau scolaire supérieur au bac obtiennent de meilleurs scores que les participants ayant un niveau scolaire inférieur ou égal au bac ($p>0,05$).

Par la suite, nous avons intégré notre protocole (tâches prosodie et tâche contrôle) dans le suivi longitudinal de patients atteints de gliomes de bas grade. Deux patients ont été recrutés dans le service de neurochirurgie de l'hôpital de Toulouse-Rangueil : le patient

[96] Nous n'avons pas présenté la tâche contrôle adaptée du BAT au groupe de sujets contrôles puisque celle-ci est déjà standardisée.

PONALB, âgé de 60 ans, ayant un niveau scolaire inférieur au bac, présentait un gliome de grade II dans le lobe frontal gauche, et la patiente LELJUL, âgée de 32 ans, ayant un niveau scolaire égal au bac, présentant un gliome de grade II dans le lobe frontal droit.

Nous avons présenté notre protocole à quatre reprises : en conditions pré-opératoire (entre 1 et 30 jours avant l'intervention), per-opératoire et post-opératoires (4 jours après l'intervention et 2 mois après l'intervention). Les données recueillies ont notamment permis de corroborer les résultats obtenus auprès du groupe sans trouble. Dans le cadre des évaluations pré- et post-opératoires, si l'on fait abstraction de la lésion, il semble que le patient PONALB, plus âgé et ayant un niveau scolaire plus bas, présente des scores inférieurs au seuil de référence, alors que la patiente LELJUL, plus jeune et ayant un niveau scolaire moyen présente des scores supérieurs au seuil de référence.

9.3 Résultats spécifiques 1: Retour sur les hypothèses

Les résultats obtenus en condition pré- et post-opératoires ne corroborent pas nos prédictions initiales. En effet, la localisation gauche ou droite de la tumeur ne semble pas avoir eu d'impact sur le traitement spécifique de l'une ou de l'autre des fonctions prosodiques testées. Dans notre étude, le patient présentant un gliome gauche (PONALB) ne montre pas de résultats significativement plus faibles dans la tâche de prosodie-syntaxe par rapport à la tâche prosodie-pragmatique, comme prédit par notre hypothèse. Réciproquement, la patiente avec gliome droit (LELJUL) n'a pas plus de difficultés avec la tâche de prosodie pragmatique.

Les résultats pourraient s'expliquer notamment par la complexité inhérente à nos tâches. En effet, de par la nature complexe du système prosodique et des relations étroites qu'il entretient avec chacune des composantes du langage, l'évaluation des fonctions est soumise au traitement d'un ensemble de plans d'analyse. La gestion de ces plans relève d'activations multiples et potentiellement distribuées sur les deux hémisphères.

La fonction syntaxique de la prosodie dans son rôle structurant permettant la désambigüisation et la démarcation de l'énoncé pourrait en partie être soumise au contrôle de l'HG. L'hypothèse de la latéralisation des paramètres prosodiques soutenue notamment par Baum et Dwivedi (2003) note la propension de l'HG au traitement des indices acoustiques locaux, tels que les accents, et corroborerait ainsi également l'implication de

l'HG. Cependant, la fonction syntaxique de la prosodie ne peut se résumer au traitement segmental ou à la perception exclusive de l'accent. Certains travaux ont ainsi indiqué qu'en fonction de la complexité des énoncés, le traitement syntaxique pourrait induire l'implication de l'HD (Just et al., 1996 ; Stromswold et al., 1996 ; Caplan et al., 1999). De même, l'intégration des propriétés perceptives (acoustiques) des énoncés semble pouvoir invoquer la participation de l'HD (Friederici, 2011). On pourrait alors se diriger davantage vers un traitement bilatéral de la fonction syntaxique de la prosodie.

Cette hypothèse est également applicable au traitement de la fonction pragmatique de la prosodie. Si l'implication prépondérante de l'HD dans le traitement des aspects pragmatiques est soulignée (voir entre autres les travaux de Joanette et ses collègues, 1990, 2004), la participation de l'HG n'en est pas pour autant évacuée (Kacinik & Chiarello, 2007 ; Eviatar & Just, 2006). Le traitement de la prosodie ne pouvant s'envisager isolément pourrait alors se concevoir davantage à travers l'activation d'un réseau neuronal complexe investissant des zones cérébrales plus diffuses plutôt qu'à travers l'activation circonscrite d'un hémisphère.

Deux autres facteurs pourraient également expliquer nos résultats : la plasticité cérébrale et la variabilité individuelle. Dans le cas où la lésion affecterait des zones fonctionnelles, l'évolution progressive et lente d'une tumeur cérébrale telle que les gliomes de grade II (Duffau, 2011), et par la suite son éventuelle exérèse peuvent sous-tendre une réorganisation sous-jacente de l'architecture cognitive. Les corrélats neuronaux initiaux (précédents le développement de la tumeur, ou précédents l'exérèse) peuvent alors évoluer, répartissant ainsi le traitement cognitif sur de nouvelles régions cérébrales. Il se pourrait dans ce cadre, que les résultats que nous avons obtenus soient révélateurs non pas du traitement canonique du langage, mais plutôt de l'effet de la plasticité cérébrale, ou des stratégies compensatoires.

Toutefois, ces hypothèses restent contraintes aux résultats que nous avons recueillis auprès de seulement deux patients. La variabilité interindividuelle est ainsi également à prendre en considération. En effet, comme le montre l'ensemble des travaux considérant les corrélats neuronaux, qu'il s'agisse des premières études reprenant les postulats de Broca et de Wernicke (Ojemann et *al*., 1989), ou d'études plus récentes visant à établir une cartographie cérébrale précise des fonctions cognitives (Duffau, 2011), l'organisation fonctionnelle cérébrale montre une importante variabilité d'un individu à un autre. Les résultats relatifs aux compétences des patients que nous avons rencontrés pourraient alors ne pas être

représentatifs du traitement cognitif effectif de la majeure partie de la population atteinte de gliomes de grade II, ou de la population sans trouble. Nos résultats devront donc se justifier par une étude approfondie menée auprès d'une cohorte plus importante de sujets.

9.4 Résultats spécifiques 2 : l'évaluation vs. bilan ortho

La littérature indique que les patients atteints d'un gliome de bas grade ne présentent pas de trouble langagier en surface. Or, des troubles plus subtils sont envisageables.
Nos résultats rejoignent ceux de Moreau-Le Cam (2010). Pour conduire son étude auprès de dix-huit patients atteints de gliomes de bas grade (8 CLG et 10 CLD) et de dix-huit sujets appariés, l'auteure a élaboré un bilan orthophonique complet adapté comportant des épreuves standardisées par ailleurs utilisées pour évaluer les compétences langagières des patients cérébro-lésés principalement atteint de pathologie vasculaire (AVC) (MT 86, HDAE, E.CO.S.SSE, MEC). Celui-ci a été construit de façon à examiner les compétences langagières préférentiellement traitées par l'HG, par l'HD ou supposant la participation conjointe des deux hémisphères. L'auteure note d'une part que les patients présentent effectivement des déficits subtils très hétérogènes, et d'autre part que ces altérations ne paraissent pas reliées à la localisation du gliome. Elle met ainsi en lumière la complexité inhérente à l'appréhension du traitement du langage.

Afin d'évaluer la portée de notre protocole prosodie, le bilan orthophonique utilisé par Moreau-Le Cam (*ibid*.) a également été proposé à deux reprises aux patients, une première fois en condition pré-opératoire afin d'évaluer leurs compétences langagières de base, et une seconde fois pour examiner l'éventuelle influence de l'intervention chirurgicale. Nous avons comparé les résultats que les patients ont obtenus aux épreuves issues du protocole MEC (Joanette et *al*., 2004) à ceux obtenus à nos deux tâches de prosodie (prosodie-syntaxe et prosodie-pragmatique) lors des conditions pré- et post-opératoire.

Nous avons ainsi pu souligner la pertinence de notre protocole. La confrontation des résultats révèle en effet que nos tâches sont au moins aussi fiables que les tâches de prosodie issues du protocole MEC, voire même plus sensibles si l'on considère les résultats du patient PONALB. En effet, les résultats obtenus dans nos deux tâches de prosodie sont inférieurs à ceux obtenus dans les épreuves du protocole MEC. Nous supposons que notre protocole pourrait alors détecter les altérations plus subtiles inhérentes au traitement des fonctions prosodiques.

9.5 Résultats spécifiques 3 : chirurgie éveillée

L'originalité de travail réside notamment dans l'utilisation de notre évaluation en condition de chirurgie éveillée. En effet, les épreuves de langage actuellement utilisées n'ont que peu évoluées depuis les travaux de Penfield et Roberts (1963). L'intervention chirurgicale se concentrant sur la préservation des zones « éloquentes » du langage se réfèrent principalement à des tests de dénomination. Or, la complexité du langage ne peut se réduire à ces aspects. Notre incursion dans le domaine de la chirurgie éveillée nous a non seulement permis de relever les imperfections pratiques d'une telle approche, mais également de mesurer l'intérêt méthodologique de notre protocole. En effet, intégré dans le suivi courant du patient, il pourrait permettre, en complément de bilans standardisés, de déterminer l'évolution de ses compétences langagières suite au traitement thérapeutique recommandé. Son utilisation en condition de chirurgie éveillée permettrait d'une part d'établir la cartographie cérébrale fonctionnelle et individuelle du patient et ainsi de préserver des zones spécialisées dans le traitement du langage de la résection. D'autre part, elle permettrait l'appréhension plus générale de l'architecture cérébrale dédiée au traitement fonctionnel du langage.

Les adaptations méthodologiques sous-tendues par cette étude exploratoire nous permettent alors de proposer le développement de notre protocole auprès d'un groupe de patients plus important.

10. Amélioration du protocole

L'un des objectifs de notre travail était d'élaborer une évaluation du langage basée sur le traitement des fonctions de la prosodie en tant que système langagier central interagissant avec tous les niveaux du langage. Notre protocole exploratoire a été conçu dans le cadre d'un suivi longitudinal intégrant notamment les conditions spécifiques de la chirurgie éveillée. Les résultats de l'étude nous permettent non seulement de proposer les améliorations à apporter aux tests actuels, mais également d'envisager de nouvelles perspectives de recherche.

Suite aux passations effectuées et aux résultats obtenus tant auprès des patients que du groupe contrôle, il s'avère que deux plans d'investigations sont amenés à être révisés.

Dans le cadre de soins cliniques courants, notre protocole s'envisage comme une évaluation complémentaire aux bilans standardisés actuels. Son élaboration sous-tend son utilisation auprès de populations pathologiques diverses présentant des altérations langagières subtiles (gliomes de bas grade, traumatismes crâniens, AVC, aphasies, etc.). Une telle entreprise ne peut se concrétiser sans l'établissement d'une normalisation plus précise des deux tâches de prosodie (tâche de prosodie-syntaxe et tâche de prosodie-pragmatique).

En outre, l'intégration originale de notre protocole en condition de chirurgie éveillée implique un perfectionnement de la configuration des tâches afin que celles-ci soient adaptées aux contraintes de la méthode de stimulation électrique directe.

10.1 Normalisation

10.1.1 Effet du vieillissement

Les résultats obtenus auprès du groupe contrôle ont permis de souligner les disparités de traitement des stimuli. En effet, il s'avère que l'âge des participants, et dans une moindre mesure leur niveau scolaire, influent sur leurs performances. Toutefois, l'interaction conjointe de ces deux facteurs ne produit pas d'effet significatif sur les scores. Les participants de moins de 50 ans présentent de meilleurs scores que les participants de plus de 50 ans ($p>0,05$). De même, bien que cela s'observe uniquement sur la tâche prosodie-pragmatique, il semblerait que les participants ayant un niveau scolaire supérieur au bac obtiennent de meilleurs résultats que les participants ayant un niveau scolaire inférieur au bac ($p>0,05$). Dans le cadre de l'utilisation clinique de notre protocole, l'interprétation des résultats du patient PONALB, âgé de 60 ans et présentant un niveau scolaire inférieur au bac, reste également soumise à cette appréciation normative. Dans l'état actuel, notre protocole ne nous permet pas de préciser le degré de sévérité d'un éventuel déficit cognitif.

Afin de renforcer la fiabilité de notre évaluation, nous souhaitons recruter une cohorte de participants contrôles plus importante. Le protocole MEC (Joanette et *al*., 2004) étant à ce jour le seul protocole standardisé évaluant le traitement de la prosodie, nous envisageons de nous inspirer des normes appliquées. Nous déterminerons ainsi au moins trois tranches

d'âge : 30-49 ans, 50-64 ans et 65-85 ans[97] ; et deux niveaux scolaires principaux considérant le nombre d'années de scolarisation : 11 années ou moins (afin de nous prémunir d'un effet de génération, nous ajusterons ce critère à 9 années ou moins pour les participants de 65 ans et plus) et 12 années et plus (en ajustant également ce critère à 10 années ou plus pour les participants de 65 ans et plus).

Notons d'ores et déjà que certaines pistes développées dans les théories concernant le vieillissement pourraient expliquer les résultats plus faibles obtenus par notre sous-groupe contrôle âgé de 50 ans et plus, ainsi que par le patient PONALB, et corroboreraient ainsi davantage un déficit cognitif général provoqué par le vieillissement et non un déficit langagier affectant des aspects particuliers (prosodico-syntaxiques ou prosodico-pragmatiques). Il est en effet avéré que le vieillissement modifie la physiologie du système nerveux. Ska & Joanette (2006) font état des niveaux affectés : *« […] neuro-anatomique (diminution de la masse du cerveau), neurophysiologique (diminution du nombre et de la taille des neurones, et perte de l'efficacité des contacts synaptiques), et neurochimique (diminution de la concentration de neurotransmetteurs comme la dopamine) »* (Ska & Joanette, 2006, p.285). Ces modifications engendrent inexorablement des transformations fonctionnelles. D'un point de vue général, les sujets âgés semblent présenter des performances plus faibles que les sujets plus jeunes, notamment lors de tâches cognitives sollicitant la mémoire, l'attention, les capacités visio-spatiales, les fonctions exécutives et le langage.

On constate également *« […] un ralentissement de leur vitesse de traitement de l'information, des difficultés à sélectionner les informations pertinentes et à écarter celles qui sont moins pertinentes*, *des capacités diminuées à traiter deux types d'informations à la fois »* (Ska et Joanette, *ibid*.). L'ensemble de ces remarques fait particulièrement écho aux difficultés rencontrées par les sujets plus âgés que nous avons recrutés. Notre protocole sous-tend en effet l'appréhension de plusieurs des plans susmentionnés. Il requiert les capacités mnésiques du sujet lors du stockage de l'énoncé entendu en mémoire de travail, ainsi que les capacités de traitement rapide de l'information pertinente. Il suppose également d'activer simultanément deux traitements sensoriels : audition des stimuli et analyse visuelle des planches réponses, et deux traitements linguistiques : prosodique et syntaxique, ou prosodique et pragmatique. Ces tâches complexes requérant une charge

[97] Un travail plus récent d'étalonnage du protocole MEC a été effectué auprès d'un groupe de sujets âgés de 18 à 29 ans (Vignaud, 2007). Nous envisageons également d'ajouter cette tranche d'âge à nos prochains travaux.

cognitive importante peuvent alors être à l'origine des résultats plus faibles obtenus par les sujets plus âgés.

10.1.2 Effet du vieillissement sur le traitement de la prosodie ?

Nef & Hupet (1992), se référant à Valdois & Joanette (1991), indiquent que les composantes du langage ne sont pas identiquement affectées par le vieillissement. Ainsi, Ska et Joanette (*ibid*.) notent par exemple que le système lexical serait altéré avant le système phonologique. Il serait intéressant de prolonger ces recherches dans le cadre de notre travail afin d'une part de mesurer l'évolution du traitement du système prosodique, et le développement d'éventuelles altérations inhérente au vieillissement, et d'autre part de s'interroger sur la persistance du système prosodique au regard des composantes du langage. En effet, s'il est avéré que le système prosodique se développe précocement chez l'enfant et précède le développement lexical, nous ne savons pas à l'heure actuelle comment évolue ce système face au vieillissement. Dans l'hypothèse où l'altération du système prosodique précéderait celle des composantes du langage, cela pourrait justifier les écarts de résultats obtenus aux tâches prosodie que nous avons élaborées, qu'il s'agisse de l'écart entre les deux sous-groupes de sujets, ou de l'écart entre les deux patients.

Concernant les patients, une telle hypothèse permettrait de suggérer qu'un déficit du traitement prosodique pourrait être relatif à une modification cognitive inhérente au développement normal (vieillissement) et non à une altération spécifique du traitement du langage provoquée par une lésion cérébrale. En effet, comme nous l'avons précédemment évoqué le traitement des fonctions prosodiques testées est soumis à l'appréhension de la complexité de la nature des stimuli et des relations étroites que les fonctions prosodiques entretiennent avec les composantes du langage. Le coût cognitif en est sans nul doute d'autant plus important, et particulièrement lourd à gérer par les sujets vieillissants et/ou pathologiques.

10.1.3 Adaptation des conditions expérimentales en contexte contraint de chirurgie éveillée

Comme nous l'avons mentionné auparavant, l'originalité de notre protocole sous-tend son utilisation en contexte per-opératoire. Cette exploration jusqu'à ce jour inédite, nous a

permis de mettre en lumière les contraintes méthodologiques et pratiques qu'une telle entreprise soulève.

Notre étude a tout d'abord permis de constater que la configuration actuelle des stimuli et de leur présentation doivent être adaptée. Bien que l'évaluation présente soit pertinente, la charge cognitive engagée paraît trop importante pour les patients compte tenu des conditions extrêmes de passation. D'autre part, la durée de présentation et de traitement des stimuli dépasse le délai de 4 secondes imparti par le protocole de stimulation électrique. Il est alors nécessaire dans un même temps de simplifier les stimuli et de réduire leur durée de présentation et de traitement. Notre corpus se voulait représentatif d'une utilisation en condition naturelle de communication. C'est pourquoi, nous avions souhaité intégrer nos stimuli soit dans un énoncé porteur (tâche prosodie-syntaxe), soit une situation contextualisée (tâche prosodie-pragmatique). Pour simplifier le protocole et l'adapter au mieux aux contraintes extrêmes de la chirurgie éveillée, il s'agira de réduire chacun des stimuli à son syntagme-cible ou à son énoncé-cible. Concernant la tâche prosodie syntaxe nous réduirons les stimuli au syntagme cible, et supprimerons ainsi le syntagme porteur:

Stimulus originel : [[*Les chevaux et les poneys blancs*] [*viennent d'arriver dans l'étable*.]]
Stimulus simplifié : [*Les chevaux et les poneys blancs*]

De même, les stimuli de la tâche prosodie-pragmatique seront réduits à l'énoncé-cible, le contexte de dialogue question-réponse sera alors supprimé. L'objectif sous-tendu par la tâche sera alors modifié. Il ne s'agirait plus d'interpréter l'énoncé en termes de congruence ou d'incongruité, mais plutôt d'identifier dans l'énoncé sur quel mot se situe l'information saillante (quel mot est focalisé) :

Stimulus originel : Q : *Pour la fête, tu éclaires ta maison ou ton jardin avec des bougies ?*
R : *Pour la fête, j'éclaire ma **MAI**son avec des bougies.*
Stimulus simplifié : *J'éclaire ma **MAI**son avec des bougies*.

Dans un souci d'harmonisation des tâches, nous envisageons également d'élaborer des planches d'images où apparaîtraient, tout comme pour la tâche prosodie-syntaxe, deux choix de réponse. Suivant l'exemple précédent, la planche d'images présenterait d'un côté une maison et de l'autre des bougies.

Concernant spécifiquement l'adaptation temporelle, nous veillerons à ce que la présentation des stimuli et le temps de réponse du patient n'excèdent pas 4 secondes, cela dans le but d'attester que la réponse du patient correspond bien au traitement cognitif réalisé sous stimulation électrique.

Nous avons en outre souligné que la configuration actuelle de notre protocole ne permettait pas d'avoir un retour immédiat des réponses du patient. Nous procéderons donc à un nouveau paramétrage incluant une représentation visuelle de la réponse. Nous projetons de relier un système d'éclairage (diodes lumineuses) indiquant par un code couleur la validité des réponses du patient. Afin de préserver le patient, nous envisageons de positionner ce système de sorte que les réponses soient visibles uniquement pour le neurochirurgien et la personne qui fait passer le protocole. De manière générale, l'ergonomie de la passation du protocole doit être revisitée (ordinateur sur une table à roulettes pour le patient, retour lumineux des réponses du patient pendant la stimulation pour le neurochirurgien, etc.) afin d'être adaptée au mieux aux conditions extrêmes de la chirurgie éveillée.

Notre protocole comporte à ce jour deux tâches de prosodie et une tâche contrôle visant à évaluer la compréhension des aspects syntaxiques (adaptation du BAT, Paradis & Libben, 1987). Nous envisageons également de développer une tâche contrôle visant à évaluer la compréhension des aspects pragmatiques. Dans un souci d'homogénéisation du protocole, celle-ci, non déterminée à ce jour, devra comporter un nombre de stimuli équivalent (20 stimuli) dont la durée de présentation et de traitement de devra pas excéder 4 secondes, et proposera également des planches d'images-réponses.

Notre protocole actuel s'intègre ainsi dans un projet à plus long terme visant non seulement à développer une évaluation complète du langage fondée sur le traitement des fonctions de la prosodie, mais également à appréhender la spécialisation hémisphérique de la prosodie à travers les fonctions langagières qu'elle actualise.

10.2 Perspectives de recherche

A l'évaluation de la compréhension des fonctions syntaxique et pragmatique de la prosodie s'adjoindront à terme d'autres tâches de prosodie investissant les autres composantes du langage.

Une tâche de prosodie-lexique intégrant le traitement de syntagmes nominaux homophones du type « *l'affiche* » *vs.* « *la fiche* » (Spinelli, Welby et Schaegis, 2007) sera développée.

*Structure 1 : L'**A**ffiche*	*Structure 2 : La **FI**che*
AI	***AI***

L'interprétation du syntagme nominal est soumise à la perception de l'accent initial (***AI***), celui-ci placé sur la première syllabe du mot présente une fonction démarcative et attribue de fait le sens au mot.

La littérature concernant le traitement de l'accent lexical distinctif (Behrens, 1985 ; Emmorey, 1987) note l'implication préférentielle de l'HG. Cependant, les hypothèses concernant la latéralisation des composantes du langage, indiquent plutôt que le traitement sémantique serait soumis à la coordination des deux hémisphères (Démonet et *al*., 2005, Jung-Beeman, 2005 ; Kahlaoui & Joanette, 2008). Dans le cadre de notre approche fonctionnelle, nous présupposons que la fonction sémantique de la prosodie serait contrôlée bilatéralement.

Une tâche de prosodie-discursive est également envisagée. Elle sous-tend l'évaluation de la gestion des tours de parole telle que décrite dans Buttet Sovilla, Correa, Clarke et Grosjean, (2006).

Structure 1 (phrase terminée) : Avant-hier, le garçon a volé le porte-monnaie.↓
Structure 2 (phrase inachevée) : Avant-hier, le garçon a volé le porte-monnaie↑ (dans la cour ↓).

Le but du participant sera ici de déterminer si la phrase pré-enregistrée « *Avant-hier, le garçon a volé le porte-monnaie »* est achevée ou non. Seule la perception de l'intonation descendante (↓) permet d'indiquer la fin de la phrase. Nous appuyant sur les hypothèses

de latéralisation du traitement des composantes du langage, nous présumons que la fonction discursive de la prosodie serait contrôlée par l'HD.

A ces tâches visant l'évaluation de la compréhension des fonctions prosodiques linguistiques s'ajouteront une tâche de compréhension de la fonction prosodique émotionnelle. Celles-ci inspirées notamment de la tâche de compréhension du protocole MEC (interprétation de l'intonation évoquant la joie ou la colère), seront configurées de sorte à être utilisées également en condition de chirurgie éveillée. Les supports papiers (images) employés pour désigner la réponse seront alors transposés sur écran. Les réponses seront enregistrées par l'intermédiaire du boîtier-réponse portatif.

A terme, le protocole intégral veillera à tester l'ensemble des fonctions prosodiques (linguistiques et émotionnelles) sur le versant de la production également et sera proposé à l'ensemble des populations pathologiques présentant des déficits langagiers subtils

CONCLUSION

Depuis les écrits de Broca (1861) et de Wernicke (1874), l'appréhension du traitement cérébral du langage n'a eu de cesse d'intéresser la communauté scientifique. Afin d'étudier ce système d'une extrême complexité, les différents travaux se sont inscrits dans une approche modulaire. Le traitement du langage est alors examiné de manière parcellaire. Bien que les composantes du langage entretiennent des relations étroites, elles sont néanmoins le plus souvent étudiées isolément. Nous avons également constaté que les analyses effectuées se consacrent exclusivement aux traitements des aspects segmentaux, et négligent de fait les spécificités du langage oral. Le traitement de la prosodie pourtant fondamental à tout échange verbal n'est que peu exploité. Les rares études investissant ce domaine demeurent également ancrées dans une approche parcellaire et ne conçoivent la prosodie qu'à travers les descriptions élémentaires de ses sous-systèmes (paramètres acoustiques, paramètres prosodiques, fonction linguistique *vs.* fonction paralinguistique, essentiellement représentées par la fonction modale *vs*. fonction émotionnelle). Le plus souvent, la prosodie est considérée dans ces études comme une composante indépendante du langage, que l'on peut étudier *per se*, et principalement à travers la composante intonative.

Or, la prosodie n'est pas un système indépendant des autres niveaux linguistiques. Elle instancie, via les paramètres globaux (intonation) et locaux (accentuation, rythme), les diverses composantes phonologiques, sémantiques, syntaxiques, pragmatiques et discursives. De fait, la prosodie actualise les composantes langagières à travers ses fonctions structurantes du langage. L'appréhension du traitement prosodique peut ainsi permettre d'examiner le traitement global du langage à travers ses différentes fonctions. A notre connaissance aucun bilan de langage évaluant l'ensemble des fonctions langagières n'est aujourd'hui disponible. Les batteries existantes n'observent que partiellement certains types de troubles. Compte tenu de l'abondance des travaux menés dans le domaine de l'aphasiologie, la grande majorité des épreuves se focalise sur les troubles consécutifs à une lésion de l'HG, peu de bilans investissent les troubles de l'HD.

Partant de ce postulat, nous avons élaboré une évaluation du langage à visée clinique qui va au-delà des tests habituellement proposés en compréhension (essentiellement compréhension lexicale, et compréhension des valeurs modales et émotionnelles de la prosodie). Celle-ci avait pour objectif d'examiner le traitement du langage via celui des

multiples fonctions de la prosodie. Dans une deuxième étape exploratoire, nous avons ainsi développé deux tâches de compréhension : une tâche de prosodie-syntaxe et une tâche de prosodie-pragmatique. Faisant un parallèle avec le traitement des composantes du langage, notre hypothèse supposait que la fonction syntaxique de la prosodie était préférentiellement traitée par l'HG, et que la fonction pragmatique de la prosodie était davantage contrôlée par l'HD. La normalisation des deux tâches, effectuée auprès d'un groupe de trente-six sujets sans trouble, a notamment permis de révéler une influence de l'âge et une influence du niveau scolaire. Les participants âgés de moins de 50 ans présentent des scores supérieurs à ceux des participants âgés de 50 ans et plus dans les deux tâches. De plus, dans la tâche pragmatique, les participants ayant un niveau scolaire supérieur au bac obtiennent des scores plus élevés que ceux des participants ayant un niveau scolaire inférieur au bac. Une nouvelle normalisation prenant en compte ces variables sera réalisée auprès d'une cohorte plus importante de sujets sans trouble et permettra ainsi de conforter ces premiers résultats.

Après avoir déterminé les seuils de réussite de référence, notre protocole a été intégré dans la prise en charge longitudinale de deux patients atteint d'un gliome de grade II : l'un dans l'HG, l'autre dans l'HD. L'une des thérapeutiques recommandée dans le traitement des gliomes de grade II implique le recours à la chirurgie éveillée lors de l'exérèse de la tumeur afin de minimiser les déficits cognitifs et notamment les altérations langagières post-opératoires. Une des originalités de notre protocole réside ainsi dans son utilisation en contexte per-opératoire. Le principal intérêt de notre approche est de proposer une évaluation beaucoup plus complète du traitement du langage en condition per-opératoire que ceux habituellement proposés dans un tel contexte (dénomination).

L'utilisation de notre protocole en conditions pré- et post-opératoires a permis de tester nos hypothèses initiales. Appliquées à la pathologie, celles-ci suggéraient que le patient CLG éprouverait davantage de difficultés à réaliser la tâche de prosodie-syntaxe, et inversement que la patiente CLD éprouverait davantage de difficultés à réaliser la tâche de prosodie-pragmatique. Les résultats obtenus par les deux patients ne permettent cependant pas de trancher. Le patient PONALB présente de faibles scores dans les deux tâches prosodie, alors que la patiente LELJUL présente des scores similaires et élevés dans les deux tâches. Ces données nous ont toutefois permis de souligner la complexité intrinsèque de l'appréhension du traitement du langage. Les faibles résultats obtenus par le patient PONALB pourraient ainsi davantage corroborer la présence d'un déficit cognitif global lié principalement au vieillissement cognitif normal dont on sait qu'il affecte progressivement l'ensemble des fonctions cognitives. Nous signalons également la complexité inhérente à la

réalisation de nos tâches, celles-ci engageant de multiples traitements sensoriels et linguistiques. D'autre part, les résultats des deux patients n'étant pas significatifs, nous suggérons l'influence de deux autres facteurs importants. Nous supposons que la plasticité cérébrale intervenant inexorablement tout au long du développement de la tumeur et après l'exérèse a pu interférer sur le traitement cognitif initial. De même, toute étude investissant le domaine de la pathologie se trouve confrontée à la variabilité individuelle. Il se pourrait ainsi que les résultats obtenus par les deux patients que nous avons recrutés ne soient pas représentatifs du traitement effectif du langage. Afin d'approfondir ces hypothèses notre protocole devra être soumis à un groupe de patients plus important.

La présentation sans précédent d'un protocole d'évaluation de la compréhension du langage en contexte per-opératoire nous a aussi permis d'observer les contraintes inhérentes au contexte de la chirurgie éveillée. Les adaptations méthodologiques prévues permettront de proposer une nouvelle version de notre protocole. Celle-ci, plus adaptée au contexte clinique, nous permettra ainsi d'approfondir les questionnements sous-jacents concernant notamment les corrélats neuronaux engagés dans le traitement du langage.

Nous inscrivons le présent travail dans des perspectives à plus long terme. En plus des améliorations relatives aux deux tâches que nous avons créées, le développement de notre protocole sous-tend également l'élaboration de nouvelles tâches d'évaluation des fonctions linguistiques et émotionnelles de la prosodie tant sur le plan de la compréhension que sur celui de la production.

Le protocole intégral ainsi défini présente de multiples intérêts. Tout d'abord, appréhender le traitement du langage oral par l'intermédiaire des fonctions prosodiques permettrait de combler les lacunes des évaluations actuellement disponibles. En effet, les bilans orthophoniques développés jusqu'à ce jour sont profondément ancrés dans une approche parcellaire du traitement du langage. Les épreuves élaborées dans ce contexte se limitent ainsi à un examen partiel de certains aspects. Bien que le langage se définisse à travers les interactions co-existantes entre les différentes composantes, les épreuves investissent pourtant isolément chacune des composantes. La prosodie présente à tous les niveaux de traitement du langage (bas niveau et haut niveau), et actualisant les composantes du langage par le biais de ses fonctions structurantes (syntaxiques, pragmatiques, discursives…) peut se concevoir comme une porte d'accès au traitement effectif global du langage. Dans la même optique, les bilans standardisés actuels ne sont pas adaptés à toutes les populations atteintes de troubles du langage. Ils se consacrent ainsi

principalement à l'évaluation des troubles de l'HG (perturbations aphasiques), rares sont ceux investissant les troubles de l'HD, et à notre connaissance aucun bilan complet n'a par ailleurs été élaboré. Le protocole prosodie investissant l'ensemble des fonctions du langage pourrait dans cette perspective être utilisé tant auprès de patients CLG que de patients CLD et ainsi contribuer au développement d'une prise en charge mieux adaptée des patients.

Nous ajoutons que le protocole prosodie intégrant les multiples dimensions du traitement du langage pourrait également permettre de détecter des troubles plus subtils qui passeraient par ailleurs inaperçus. L'utilisation d'un tel protocole adapté au contexte de chirurgie éveillée permettrait également non seulement d'appréhender la spécialisation hémisphérique des fonctions de la prosodie, mais également de mieux appréhender l'architecture cognitive et des corrélats neuronaux qui sous-tendent le traitement du langage.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

Aasland, W. A., & Baum, S. R. (2003). Temporal parameters as cues to phrasal boundaries: A comparison of processing by left- and right-hemisphere brain-damaged individuals. *Brain and Language*, *87*(3), 385-399. doi:10.1016/S0093-934X(03)00138-X

Altmann, G., & Steedman, M. (1988). Interaction with context during human sentence processing. *Cognition, 30 (3),* 191-238

Anaki, D., Faust, M., & Kravetz, S. (1998). Cerebral hemispheric asymmetries in processing lexical metaphors. *Neuropsychologia*, *36*(7), 691-700.

Anderson, J. M., Gilmore, R., Roper, S., Crosson, B., Bauer, R. M., Nadeau, S., Beversdorf, D. Q., et al. (1999). Conduction aphasia and the arcuate fasciculus: A reexamination of the Wernicke-Geschwind model. *Brain and language*, *70*(1), 1-12. doi:10.1006/brln.1999.2135

Arambel, S. R., & Chiarello, C. (2006). Priming nouns and verbs: differential influences of semantic and grammatical cues in the two cerebral hemisphere. *Brain and language*, *97*, 12-24.

Astésano, C. (2001). Rythme et Accentuation en français : Invariance et variabilité stylistique. Paris : L'Harmattan.

Astésano, C. (à paraître). The prosodic characterization of Reference French. In Detey, S., Durand, J., Laks, B. & Lyche, Ch. (eds.), *Variety of Spoken French: a source book*, Oxford University Press.

Astésano, C., Magne, C., Morel, M., Coquillon, A., Espesser, R., Besson, M., et Lacheret-Dujour, A., (2004a). Marquage acoustique du focus contrastif non codé syntaxiquement en français. *Actes des Journées d'Etudes sur la Parole (JEP),* 19-22 avril, Fès, Maroc (pp. 3-6).

Astesano, C, Besson, M., & Alter, K. (2004b). Brain potentials during semantic and prosodic processing in French. *Cognitive Brain Research*, *18*(2), 172-184. doi:10.1016/j.cogbrainres.2003.10.002

Astesano, C., Gurman Bard, E., & Turk, A. (2007). Influence of initial accent. *Language and Speech*, *50*(3), 423-446. Language and Speech.

Astésano, C., Magne, C., El Yagoubi, R., & Besson, M. (2004c) Influence du rythme sur le traitement sémantique en français : Approches comportementale et electrophysiologique. *Actes des Journées d'Etudes sur la Parole (JEP),* 19-22 avril, Fès, Maroc.

Aubergé, V. (2002). Prosodie et émotion. *Actes des deuxièmes assises nationales du GdR 13* (pp. 263-273).

Auchlin, A, & Ferrari, A. (1994). Structuration prosodique, syntaxe, discours : évidences et problèmes. *Cahiers de Linguistique Française*, *15*, 187-216.

Auchlin, A., (2003). Compétence discursive et co-occurrence d'affects : "blends experientiels" ou (con)fusion d'émotions? In Coletta J.-M. & Tcherkassov A. (éds), *Les émotions. Cognition, langage et développement*. Hayen : Mardaga. 137-152.

Audibert, N. (2008). *Prosodie de la parole expressive : dimensionnalité d'énoncés méthodologiquement contrôlés authentiques et actés*. Thèse de doctorat, Institut Polytechnique de Grenoble.

Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford : Clarendon Press.

Bagou, O., & Di Cristo, A. (2000). L'implication emphatique dans la narration orale spontanée : validation perceptive et réalisations acoustiques. *Actes des Journées d'Etudes sur la Parole (JEP),* Aussois, 19-23 juin 2000,149-152.

Banse, R., & Scherer, K. R. (1996). Acoustic profiles in vocal emotion expression. *Journal of Personality and Social Psychology*, *70*(3), 614-636.

Banziger, T., & Scherer, K. R. (2005). The role of intonation in emotional expressions. *Speech Communication*, *46*(3-4), 252-267. doi:10.1016/j.specom.2005.02.016

Bänziger, T., Grandjean, D., Bernard, P. J., Klasmeyer, G., & Scherer, K. R. (2001). Prosodie de l'émotion : Etude de l 'encodage et du décodage. *Cahier de Linguistique Française, 23*, 11-37.

Baron-Cohen S. (1991). Precursors to theory of mind : Understanding attention in others. In Whitten A. (ed), *Natural theories of mind : Evolution, development and simulation of everyday mindreading* (pp. 233-251). Oxford : Basil Blackwell.

Baum, S. R. (2003). Sensitivity to prosodic structure in left- and right-hemisphere-damaged individuals. *Brain and Language*, *87*(2), 278-289. doi:10.1016/S0093-934X(03)00109-3

Baum, S. R., & Pell, M. D. (1999). The neural bases of prosody: Insights from lesion studies and neuroimaging. *Aphasiology*, *13*(8), 581-608. doi:10.1080/026870399401957

Baum, S. R. (2003). Sensitivity to prosodic structure in left- and right-hemisphere-damaged individuals. *Brain and Language*, 87, 278-289

Beaucousin, V. Lacheret, A. & Tzourio-Mazoyer, B. (2003). La prosodie. In Etard O. & Tzourio-Mazoyer N.(dir.). *Cerveau et langage*. Lavoisier-Hermès. pp.223-247

Beaucousin, V, Lacheret-Dujour, A., Morel, M., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2004). Développement et validation psycholinguistique d'un corpus pour l'étude des bases neurales de la prosodie affective. *Actes des Journées d'Etudes sur la Parole (JEP),* 19-22 avril, Fès, Maroc. 1-4.

Beaucousin, V., Lacheret, A., Turbelin, M.-R., Morel, M., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2007). FMRI study of emotional speech comprehension. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, *17*(2), 339-52. doi:10.1093/cercor/bhj151

Beaucousin, V., Turbelin, M.-R., & Tzourio-mazoyer, N. (2007). Le rôle de l'hémisphère droit dans la compréhension du langage : exemple de la prosodie affective. *Revue de Neuropsychologie*, *17*(2), 149-180.

Beauregard, M., Chertkow, H., Bub, D., Murtha, S., Dixon, R., & Evans, A. (1997). The neural substrate for concrete, abstract, and emotional word lexica : A positron emission tomography study. *Journal of cognitive neuroscience*, *9*(4), 441-461.

Beck, A. T., & Beamesderfer, A. (1974). Assessment of depression : The depression inventory. Psychological measurements in psychopharmacology. *Mod. Probl. In Pharmacopsychiatry, 7*, 151-159.

Beeman, M. (1993). Semantic processing in the right hemisphere may contribute to drawing inferences from discourse. *Brain and language*, *44*, 80-120.

Behrens, S. J. (1985). The Perception of Stress and Lateralization of Prosody. *Brain and language*, *26*, 332-348.

Behrens, S. J. (1989). Characterizing Sentence Intonation in a Right Hemisphere-Damaged Population. *Brain and language*, *37*, 181-200.

Belin, P. (2004). *Neuroimagerie fonctionnelle du cortex auditif humain – Perception de la voix*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris V.

Belin, P., McAdams, S., Smith, B., Savel, S., Thivard, L., Samson, S., & Samson, Y. (1998a). The functional anatomy of sound intensity discrimination. *The Journal of Neuroscience*, *19*(16), 6388-6394.

Belin, P., Zatorre, R. J., & Ahad, P. (2002). Human temporal-lobe response to vocal sounds. *Cognitive Brain Research*, *13*, 17-26.

Belin, P., Zilbovicius, M., Crozier, S., Thivard, L., Fontaine, A., Masure, M.-C., & Samson, Y. (1998). Lateralization of speech and auditory temporal processing. *Journal of cognitive neuroscience*, *10*(4), 536-540.

Bihrle, A. M., Brownell, H. H., Powelson, J. A., & Gardner, H. (1986). Comprehension of humourous and nonhumourous materials by left and right-brain-damaged patients. *Brain and Cognition*, *5*, 399-411.

Binder, J.R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Bellgowan, P. S. F., Springer, J. A., Kaufman, J. N., & Possing, E. T. (2000). Human temporal lobe activation by speech and nonspeech sounds. *Cerebral cortex*, *10*, 512-528.

Binder, J.R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Cox, R. W., Rao, S. M., & Prieto, T. (1997). Human brain language areas identified by functional Magnetic Resonance Imaging. *The Journal of Neuroscience*, *17*(1), 353-362.

Bischof, S. (2010). Troubles pragmatiques en situation de conversation chez les sujets traumatisés crânio-cérébraux : comparaison de deux outils d'évaluation. *Aphasie und verwandte Gebiete, 2*, 45-58.

Blache, P., & Cristo, A. D. (2002). Variabilité et dépendances des composants linguistiques. *TALN*, nancy, 24-27 juin 2002

Blumstein, S. E., Baker, E., & Goodglass, H. (1977). Phonological factors in auditory comprehension in aphasia. *Neuropsychologia*, *15*, 19-30.

Blumstein, S. E., & Cooper, W. E. (1974). Hemispheric processing of intonation contours. *Cortex: a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, *10*(2), 146-158.

Boatman, D., Lesser, R. P., & Gordon, B. (1995). Auditory speech processing in the left temporal lobe : an electrical interference study. *Brain and Language*, *51*, 269-290.

Boersma, P., & Weenink, D. (2001). Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glot International*, *5*(9/10), 341-345.

Bonnetblanc, F., Desmurget, M., & Duffau, H. (2006). Gliomes de bas grade et plasticité cérébrale. *Medecine/Sciences*, *22*, 389-394.

Bowers, D., Branch Coslett, H., Bauer, R. M., Speedie, L., & Heilman, K. M. (1987). Comprehension of emotional prosody following unilateral hemispheric lesions : processing defect versus distraction defect. *Neuropsychologia*, *25*(2), 317-328.

Brady, M., Armstrong, L., & Mackenzie, C. (2006). An examination over time of language and discourse production abilities following right hemisphere brain damaged. *Journal of Neurolinguistics*, *19*, 291-310.

Brichet, C., & Aubergé, V. (2002). La prosodie de la focalisation en français : faits perceptifs et morphogénétiques. *Actes des Journées d'Etudes sur la Parole (JEP),* Nancy, 33-36.

Broca, P. (1865). Sur le siège de la faculté du langage articulé. *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, *6*(1), 377-393. doi:10.3406/bmsap.1865.9495

Brodmann, K. (1909). *Brodmann's localisation in the cerebral cortex : The principles of comparative localisation in the cerebral cortex based on cytoarchitectonics*. Springer.

Brownell, H. H., Michel, D., Powelson, J. A., & Gardner, H. (1983). Surprise but not coherence : sensitivity to verbal humour in right-hemisphere patients. *Brain and language*, *18*, 20-27.

Brownell, H. H., Potter, H. H., Bihrle, A. M. & Gardner, H. (1986). Inference Deficits in Right Brain-Damaged Patients. *Brain and language*, *27*, 310-321.

Brownell, H. H., Potter, H. H., & Michelow, D. (1984). Sensitivity to lexical denotation and connotation in brain damaged patients : A double dissociation ? *Brain and Language*, *22*, 253-265.

Brownell, H. H., Simpson, T. L., Bihrle, A. M., Potter, H. H., & Gardner, H. (1990). Appreciation of metaphoric alternative word meanings by left and right brain-damaged patients. *Neuropsychologia*, *28*(4), 375-383.

Burton, M. W., Small, S. L., & Blumstein, S. E. (2000). The role of segmentation in phonological processing : An *f*MRI investigation. *Journal of cognitive neuroscience*, *12*(4), 679-690.

Buttet Sovilla, J., Correa, R.H., Clarke, S., & Grosjean, F. (2006). Compréhension auditive en temps réel chez des sujets aphasiques : Résultats d'une nouvelle batterie de tests. In *Rééducation orthophonique*, *227*, 94-107

Buttet Sovilla, J., & Assal, G. (1989). Hémisphère droit et intonation linguistique. Etude sur le rôle des rapports entre intonation et syntaxe. *Bulletin d'audiophonologie*, *5*(3-4), 405–410.

Cancelliere, A. E. B., & Kertesz, A. (1990). Lesion localization in aquired deficits of emotional expression and comprehension. *Brain and cognition*, *13*, 133-147.

Caplan, D., Alpert, N., & Waters, G. (1999). PET studies of syntactic processing with auditory sentence presentation. *NeuroImage*, *9*, 343-351.

Caplan, D., Gow, D., & Makris, N. (1995). Analysis of lesions by MRI in stroke patients with acoustic-phonetic processing deficits. *Neurology*, *45*, 293-298.

Caplan, D., Hildebrandt, N., & Makris, N. (1996). Location of lesions in stroke patients with deficit in syntactic processing in sentence comprehension. *Brain*, *119*, 933-949.

Caramazza, A., Bernt, R. S., & Basili, A. G. (1983). The selective impairment of phonological processing : a case study. *Brain and Language*, *18*, 128-174.

Caramazza, A., & Zurif, E. B. (1976). Dissociation of algorithmic and heuristic processes in language comprehension : Evidence from aphasia. *Brain and Language*, *3*, 572-582.

Cardebat, D., Nespoulous, J.-L., Rigalleau, F., & Rohr, A. (2008). Symptomatologie de l'expression et de la compréhension orale dans les troubles du langage acquis. In Lechevalier B., Eustache F. & Viader F. (éds), *Traité de neuropsychologie clinique*. 443-473.

Cattel, R. B. & Scheier, I. H. (1961). *The meaning and measurement of neuroticism and anxiety.* New York : Ronald Press.

Champagne, M., Desautels, M.-C., & Joanette, Y. (2003a). Accounting for the pragmatic deficit in RHD individuals: A multiple case study. *Brain and Language*, *87*(1), 210-211. doi:10.1016/S0093-934X(03)00277-3

Champagne, M., Seendy, J.-L., & Joanette, Y. (2006). Effet du vieillissement sur le traitement du langage non littéral. *Canadian Journal of Aging*, *25*(1), 55-64.

Champagne, M., Virbel, J., Nespoulous, J.-L., & Joanette, Y. (2003b). Impact of right hemispheric damage on a hierarchy of complexity evidenced in young normal subjects. *Brain and Cognition*, *53*(2), 152-157. doi:10.1016/S0278-2626(03)00099-X

Chantraine, Y., Joanette, Y., & Ska, B. (1998). Conversational abilities in patients with right hemisphere damage. *Journal of Neurolinguistics*, *11*(1-2), 21-32.

Chiarello, C., Burgess, C., Richards, L., & Pollock, A. (1990). Semantic and associative priming in the cerebral hemispheres : some words do, some words don't...sometimes, some places. *Brain and language*, *38*, 75-104.

Colin, C. (2006). *L'organisation cérébrale fonctionnelle du langage oral et son développement*. Solal. 199-252.

Cook, N.D. (2002). Modèles de la communication interhémisphérique. *Revue de Neuropsychologie, 12(1),* 51-85.

Côté, H., Moix, V., Giroux, F. (2004). Evaluation des troubles de la communication des cérébrolésés droits. *Rééducation Orthophonique, 219*, 107-123.

Coulson, S., & Lovett, C. (2004). Handedness, hemispheric asymmetries, and joke comprehension. *Cognitive Brain Research*, *19*, 275-288.

Cruttenden, A. (1986). *Intonation.* Cambridge : C.U.P.1-15.

Cutler, A., Oahan, D., & Donselaar, W. von. (1997). Prosody in the Comprehension of Spoken Language : A literature Review. *Language and Speech*, *40*(2), 141-201.

Damasio, A. R. (1990). Category-related recognition defects as a clue to the neural substrate of knewledge. *TINS*, *13*(3), 95-98.

Damasio, A. R., & Damasio, H. (1992). Le cerveau et le langage. *Pour la science*, *181*, 1-8.

Damasio, H., Grabowski, T. J., Tranel, D., Hichwa, R. D., & Damasio, A. R. (1996). A neural basis for lexical retrieval. *Nature*, *380*(6574), 499-505.

Daniele, A., Giustolisi, L., Silveri, M. C., Colosimo, C., & Gainotti, G. (1994). Evidence for a possible neuroanatomical basis for lexical processing of nouns and verbs. *Neuropsychologia*, *32*, 1325-1341.

Danly, M., Cooper, W. E., & Shapiro, B. (1983). Fundamental Frequency, Language Processing, and Linguistic Structure in Wernicke's Aphasia. *Brain and Language*, *19*, 1-24

Dardier, V. (2004). *Pragmatique et pathologies : Comment étudier les troubles de l'usage du langage*. Bréal.

Dardier, V., Bernicot, J., Delanoe, A., Vanberten, M., Fayada, C., Mathilde, C., Delaye, C., Laurent-Vannier, A., et Dubois, B. (2011). Severe traumatic brain injury, frontal lesions, and social aspects of language use: A study of french-speaking adults. *Journal of Communication Disorders*, *44*, 359-378.

Darrigand, B., & Mazaux, J.-M. (2000). L'échelle de communication verbale de Bordeaux : une évaluation des compétences communicatives des personnes aphasiques. *Glossa*, *73*, 4-15.

Day, J. (1979). Visual half-field word recognition as a function of syntactic class and imageability. *Neuropsychologia*, *17*, 515-519.

Delacourt, A., Wyrzykowski, N., Lefeuvre, M., & Rousseaux, M. (2000). Elaboration d'une nouvelle évaluation de la communication, le TLC. *Glossa*, *72*, 20-29.

Delais-Roussarie, E. (1995*). Pour une approche parallèle de la structure prosodique : Etude de l'organisation prosodique et rythmique de la phrase française*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse – Le Mirail.

Delais-Roussarie, E. (2000). Vers une nouvelle approche de la structure prosodique. *Langue française*, *126*(1), 92–112.

Delais-Roussarie, E. (2005). *Phonologie et Grammaire : Etudes et modalisation des interfaces prosodiques.* Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherche (HDR), Université de Toulouse- Le Mirail.

Delattre, P. (1966). Les dix intonations de base du français. *The French Review*, *40*(1), 1–14.

Deloche, G., Hannequin, D. (1997). *Test de dénomination d'images DO 80*. Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.

Deloche, G., Hannequin, D., & Nespoulous, J.-L. (1989). Written sentence comprehension and agrammatism : diversity of deficits and strategies. *Journal of Neurolinguistics*, *4*, 213-231.

Deloche, G., Séron, X., Scius, G. & Ségui, J. (1987). Right hemisphere language processing : lateral difference with imageable and nonimageable ambiguous words. *Brain and Language*, 30, 197-205.

Démonet, J.-F. (2005). Les substrats cérébraux du langage. *Rééducation Orthophonique*, *223*(43), 137-154.

Démonet, J.-F., Price, C., Wise, R., & Frackowiak, R. S. J. (1994). Differential activation of right and left posterior sylvian regions by semantic and phonological tasks : a positron-emission tomography study in normal human subjects. *Neuroscience letters*, *182*, 25-28.

Démonet, J.-F., & Thierry, G. (2001). Language and Brain : What is up ? What is coming up ? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *23*(1), 49-73.

Démonet, J.-F., Thierry, G., & Cardebat, D. (2005). Renawal of the neurophysiology of language : functional neuroimaging. *Physiological reviews*, *85*, 49-95.

Desai, R., Liebenthal, E., Waldron, E., & Binder, J. R. (2008). Left posterior temporal regions are sensitive to auditory categorization. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*(7), 1174-1188.

Di Cristo, A. (1981). Aspects phonétiques et phonologiques des éléments prosodiques. *Modèles linguistiques*, Tome III, Fasc.2, Lille : PUL

Di Cristo, A. (1999). Le cadre accentuel du français : essai de modélisation. *Langues*, *2*(3), 184-205 et *Langues*, *2*(4), 258-269.

Di Cristo, A. (2000). Interpréter la prosodie. *Actes des Journées d'Etudes sur la Parole (JEP),* 13-29.

Di Cristo, A. (2002). Prosodie et cognition, *Conférence, Université de Toulouse Le Mirail,* mai 2002.

Di Cristo, A. (2004). La prosodie au carrefour de la phonétique, de la phonologie et de l'articulation formes-fonctions. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage (TIPA)*, *23*, 67-211.

Di Cristo, A., & Hirst, D. (1997). L'accentuation non-emphatique en français : stratégies et paramètres. Polyphonie pour Ivan Fònagy. Perrot, J. (ed), Paris : l'Harmattan, 71-101.

Dubois, J., Marcie, P., & Hécaen, H. (1967). Description et classification des aphasies. *Langages*, *2*(5), 18-36. doi:10.3406/lgge.1967.2870

Duchene, A. (1997). *La gestion des inférences chez les cérébrolésés droits*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1.

Duffau, H. (2004). Cartographie fonctionnelle per-opératoire par stimulations électriques directes : Aspects méthodologiques. *Neurochirugie*, *50*(4), 474-483.

Duffau, H. (2009). Chirurgie « éveillée » des gliomes. *Neurologie.com, 1(8),* 1-2

Duffau, H. (2011). Nouveautés thérapeutiques chirurgicales dans les gliomes diffus de bas grade : cartographie cérébrale, hodotopie et neuroplasticité. *Bulletin de l'académie nationale de médecine*, *195*(1), 37-51.

Duffau, H. (2012). Awake surgery for incidental WHO grade II gliomas involving eloquent areas. *Acta neurochirurgica*, *1*(54), 575-584.

Emmorey, K. D. (1987). The neurological substrates for prosodic aspects of speech. *Brain and Language*, *30*, 305-320.

Etard, O., & Tzourio-mazoyer, N. (2003). *Cerveau et Langage*). Hermes - Lavoisier.

Eustache, F., & Faure, S. (1996). *Manuel de Neuropsychologie*. Dunod.

Eustache, F., & Lechevalier, B. (1993). *Langage et aphasie : séminaire Jean-Louis Signoret*. De Boeck Université.

Eviatar, Z., & Just, M. A. (2006). Brain correlates of discourse processing : An fMRI investigation of irony and conventional metaphor comprehension. *Neuropsychologia*, *44*, 2348-2359.

Faure, S. (1993). Perturbations du langage après lésion de l'hémisphère cérébral droit. *L'année psychologique*, *93*(1), 85-112.

Fayers, P., Aaronson, N. K., Bjordal, K., Curran, D., & Groenvold, M. (2001). On behalf of the EORTC Quality of Life Study Group. *EORTC QLQ-C30 Scoring Manual* (Third edition). Brussels : EORTC Quality of Life Group.

Ferré, P., Clermont, M. F., Lajoie, C., Côté, H., Ferreres, A., Abusamra, V., Ska, B., et al. (2009). Identification de profils communicationnels parmi les individus cérébrolésés droits : Profils transculturels. *Neuropsychologia Latinoamericana*, *1*(1), 32-40.

Fiez, J. A., Raichle, M. E., Balota, D. A., Tallal, P., & Petersen, S. E. (1996). PET activation of posterior temporal regions during auditory word presentation and verb generation. *Cerebral cortex*, *6*, 1-10.

Fiori, N. (2006). Les bases neurophysiologiques des fonctions cognitives. In Gaonac'h D. (ed.) *Psychologie cognitive et bases neurophysiologiques du fonctionnement cognitif*. PUF. (pp. 355-398)

Foldi, N. S. (1987). Appreciation of pragmatic interpretation of indirect commands : comparison of right and left hemisphere brain-damaged patients. *Brain and Language*, *31*, 88-108.

Folstein, M. F., Folstein, S. E., & Mc Hugh, P. R. (1975). « Mini mental state ». A practical méthod for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, *12*, 189-198.

Fónagy, I. (2003). *Des fonctions de l'intonation : essai de synthèse*. Flambeau, 29, Tokio, Université des langues étrangères, 1-20.

François, J., & Nespoulous, J.-L. (2011). L'architecture des processus de production et de réception : aspects (neuro)psycholinguistiques. *Mémoires de la Société de Linguistique de Paris, l'architecture des théories linguistiques, les modules et leur interfaces, Nouvelle Série, Tome 20, Leuven, Peeters Publishers* (pp. 205-239).

Frauenfelder, U. H., & Nguyen, N. (2003). La reconnaissance des mots parlés. *Troubles du langage : Bases Théoriques, Diagnostic et Rééducation* (pp. 213-240).

Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in cognitive sciences*, *6*(2), 78-84.

Friederici, A. D. (2011). The brain basis of language processing: from structure to function. *Physiological reviews*, *91*(4), 1357-1392. doi:10.1152/physrev.00006.2011

Friederici, A.D. & Alter, K. (2004). Lateralization of auditory language functions: A dynamic dual pathway model. Brain and Language, 89, 267-276

Friederici, A. D., Opitz, B., & Cramon, D. Y. V. (2000). Segregating semantic and syntactic aspects of processing in the human brain: an fMRI investigation of different word types. *Cerebral cortex*, *10*(7), 698-705.

Friederici, A. D., Rüschmeyer, S.-A., Hahne, A., & Fiebach, C. J. (2003). The role of left inferior frontal and superior temporal cortex in sentence comprehension : localizing syntactic and semantic processes. *Cerebral cortex*, *13*, 170-177.

Gagnon, L., Goulet, P., Giroux, F. & Joanette, Y. (2003). Processing of metaphoric and non-metaphoric alternative meanings of words after right- and left-hemispheric lesion. *Brain and Language*, *87*(2), 217-226. doi:10.1016/S0093-934X(03)00057-9

Gainotti, G., Caltagirone, C., Miceli, G. & Masullo, C. (1981). Selective semantic-lexical impairment of language comprehension in right-brain-damaged patients. *Brain and Language, 13,* 201-211.

Gall, F. J., & Spurzheim, G. (1809). *Recherches sur le système nerveux en général et sur celui du cerveau en particulier*. Schoell et Nicolle (eds.). Mémoire présenté à l'Institut de France le 14 mars 1808, Paris.

Gandour, Jack, Petty, S. H., & Dardarananda, R. (1988). Perception and production of tone in aphasia. *Brain and language*, *35*, 201-240.

Gandour, J., Tong, Y., Wong, D., Talavage, T., Dzemidzic, M., Xu, Y., Li, X. & Lowe, M.. (2004). Hemispheric roles in the perception of speech prosody. *NeuroImage*, *23*, 344-357.

Gaonac'h, D., Ionescu, S., & Blanchet, A. (éds.) (2006). *Psychologie cognitive et bases neurophysiologiques du fonctionnement cognitif*. PUF.

Gariépy-Boutin, C. (1993). Les troubles de la prosodie ou de la communication des émotions : évaluation et intervention. *Revue québécoise de psychologie*, *14*(1), 31-48.

Gatignol, P., & Duffau. H. (2007). Evaluation du langage au cours de la chirurgie cérébrale du sujet éveillé. In Mazaux J.-M, Pradat-Diehl, P. & Brun, V. (eds), *Aphasies et aphasiques*, Masson.

Geschwind, N., & Galaburda, A. M. (1985). Cerebral Lateralization- Biological mechanisms, associations, and pathology : I.A. hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, *42*, 428-459.

Ghio, A., André, C., Teston, B., & Cavé, C. (2003). PERCEVAL : une station automatisée de tests de PERception et d'EVALuation auditive et visuelle. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage*, *22*, 115-133.

Gil, R. (1999). Les formes cliniques des aphasies corticales. *Rééducation Orthophonique*, 198, 29-40.

Goel, V., & Dolan, R. J. (2001). The functional anatomy of humour : segregating cognitive an affective components. *Nature neuroscience*, *4*(3), 237-238.

Goldberg, E., & Costa, L. D. (1981). Hemispheric difference in the acquisition and use of descriptive systems. *Brain and Language*, *14*, 144-173.

Goldstein, B., Armstrong, C. L., Modestino, E., Ledakis, G., John, C., & Hunter, J. V. (2004a). The impact of left and right intracranial tumors on picture and word recognition memory. *Brain and Cognition*, *54*, 1-6.

Goldstein, B., Obrzut, J. E., John, C., Ledakis, G., & Armstrong, C. L. (2004b). The impact of frontal and non-frontal brain tumor lesions on Wisconsin Card Sorting Test performance. *Brain and Cognition*, *54*, 110-116.

Goldtein, M. N. (1974). Auditory agnosia for speech ("Pure word-deafness") - A historical review with current implications. *Brain and Language*, *1*, 195-204.

Goodglass, H., & Kaplan, E. (1972) *Boston Diagnostic of Aphasia BDAE*. Adaptation française de Mazeaux, J. M. & Orgogozo, J. M. (1982). *Echelle d'évaluation de l'aphasie HDAE*. Paris : Editions et Applications psychologiques.

Gorelick, P. B., & Rossi, E. D. (1987). The aprosodias : further functional-anatomical evidence for the organisation of affective language in the right hemisphere. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *50*, 553-560.

Gratiolet, P. (1839). *Anatomie comparée du système nerveux considéré dans ses rapports avec l'intelligence*. Paris : Ballière, vol.1.

Grindrod, C. M., & Baum, S. R. (2005). Hemispheric contributions to lexical ambiguity resolution in a discourse context: evidence from individuals with unilateral left and right hemisphere lesions. *Brain and cognition*, *57*(1), 70-83. doi:10.1016/j.bandc.2004.08.023

Grober, E., Perecman, E., Kellar, L., & Brown, J. (1980). Lexical knowledge in anterior and posterior aphasics. *Brain and Language*, *10*, 318-330.

Grodzinsky, Y. (2000). The neurology of syntax: Language use without Broca's area. *Behavioral and Brain Sciences*, *23*, 1-71. doi:10.1017/S0140525X00002399

Grossman, M., & Haberman, S. (1982). Aphasics' selective deficits in appreciating grammatical agreements. *Brain and Language*, *16*, 109-120.

Guérin, J. (2007). Neuro-anatomie du langage et imagerie fonctionnelle cérébrale. In Mazaux J.-M., Pradat-Diehl, P. & Brun V. *Aphasies et aphasiques.* Masson (pp. 19-32).

Habib, M., Giraud, K., Rey, V., & Robichon, F. (2003). Neurobiologie du langage. In Rondal A. & Séron X. (dir.).*Troubles du langage : Bases Théoriques, Diagnostic et Rééducation.* Bruxelles : Mardaga (pp. 11-57).

Hagoort, P., Brown, C. M., & Swaab, T. Y. (1996). Lexical-semantic event-related potential effects in patients with left hemisphere lesions and aphasia, and patients with right hemisphere lesions without aphasia. *Brain*, *119*, 627-649.

Hecaen, H. (1973). Données nouvelles sur la dominance hémisphérique, *L'année psychologique, 73 (2)*, 611-633.

Hellige, J. B. (2002). Spécialisation hémisphérique : données récentes. *Revue de Neuropsychologie*, *12*(1), 7-49.

Hickok, G., & Poeppel, D. (2000). Towards a functional neuroanatomy of speech perception. *Trends in cognitive sciences*, *4*(4), 131-138.

Hilverda, K., Bosma, I., Heimans, J. J., Postma, T. J., Peter Vandertop, W., Slotman, B. J., Buter, J., Reijneveld, J.C., et Klein, M. (2010). Cognitive functioning in glioblastoma patients during radiotherapy and temozolomide treatment: initial findings. *Journal of neuro-oncology*, *97*(1), 89-94. doi:10.1007/s11060-009-9993-2

Hines, D. (1976). Recognition of verbs, abstracts nouns and concrete nouns from the left and right visual half-fields. *Neuropsychologia*, *14*, 211-216.

Hirst, W., LeDoux, J., & Stein, S. (1984). Constraints on the processing of indirect speech acts : Evidence from aphasiology. *Brain and Language*, *23*, 26-33.

Hirst, W., & Di Cristo, A. (1984). French intonation: A parametric approach. *Die Neueren Sprache, 83(5)*, 554-569.

Hirst, W., & Di Cristo, A. (1996). Y a t-il des unités tonales en français ? *Actes des XXIèmes Journées d'Etudes sur la Parole (JEP)*, Avignon, 10-14 juin 1996, 223-226.

Hirt, C. (1994). Prédiction et perception de la prosodie chez des sujets cérébro-lésés. *Travaux du laboratoire de traitement du langage et de la parole*, *21*, Institut Linguistique de Neuchâtel, Suisse. 129-142.

Hoekert, M., Vingerhoets, G., & Aleman, A. (2010). Results of a pilot study on the involvement of bilateral inferior frontal gyri in emotional prosody perception: an rTMS study. *BMC neuroscience*, *11*, 93. doi:10.1186/1471-2202-11-93

Hoyte, K., Brownell, H., Vesely, L., & Wingfield, A. (2006). Decomposing prosody: Use of prosodic features for detection of syntactic structure and speech affect by patients with right hemisphere lesions. *Brain and Language*, *99*(1-2), 35-37. doi:10.1016/j.bandl.2006.06.032

Ivry, R. B., & Lebby, P. C. (1993). Hemispheric difference in auditory perception are similar to those found in visual perception. *Psychological Science*, *4*(1), 41-45.

Jaeger, T. F. (2008). Categorical Data Analysis: Away from ANOVAs (transformation or not) and towards Logit Mixed Models. *Journal of memory and language*, *59*(4), 434-446. doi:10.1016/j.jml.2007.11.007

Jäncke, L., Wüstenberg, T., Scheich, H., & Heinze, H. J. (2002). Phonetic perception and the temporal cortex. *NeuroImage*, *15*, 733-746.

Jeannerod, M. (1994). Les fondements historiques et philosophiques de la neuropsychologie. In Séron X. & Jeannerod M. (dir.), *Neuropsychologie humaine*. Bruxelles : Mardaga. 16-34

Jiaa, M. (2010). *Normalisation d'une tâche de perception de prosodie linguistique pour l'utilisation en contexte péri-opératoire pour des patients atteints de gliomes de bas grade*. Mémoire de Master II Recherche, Université de Toulouse.

Joanette, Y. (2004). Impacts d'une lésion cérébrale droite sur la communication verbale. *Rééducation Orthophonique, 219*, 9-26.

Joanette, Y., Goulet, P., Ska, B., & Nespoulous, J.-L. (1986). Informative content of narrative discourse in right-brain-damaged right-handers. *Brain and language*, *29*, 81-105.

Joanette, Y., Goulet, P., & Daoust, H. (1991). Incidence et profils des troubles de la communication verbale chez les cérébrolésés droits.*Revue de Neuropsychologie, 1(1),* 3-27.

Joanette, Y., Goulet, P., & Hannequin, D. (1990). *Right hemisphere and verbal communication*. New York : Springer-Verlag

Joanette, Y., Ska, B., & Cote, H. (2004). *Protocole MEC : Protocole Montréal d'Evaluation de la Communication*. Ortho Edition.

Jun, S. A., & Fougeron, C. (2000). A phonological model of French intonation. Intonation: Analysis, Modeling and Technoloy. Botinis A. (ed) Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 209-242.

Jung-Beeman, M. (2005). Bilateral brain processes for comprehending natural language. *Trends in cognitive sciences*, *9*(11), 512-518.

Jung-Beeman, M., & Chiarello, C. (1998). Complementary right- and left-hemisphere language comprehension. *American psychology society*, *7*(1), 2-8.

Just, M. A., Carpenter, P. A., Keller, T. A., Eddy, W. F., & Thulborn, K. R. (1996). Brain activation modulated by sentence comprehension. *Science*, *274*, 114-116.

Kacinik, N. A., & Chiarello, C. (2007). Understanding metaphors : is the right hemisphere uniquely involved ? *Brain and Language*, *100*, 188-207.

Kahlaoui, K., & Joanette, Y. (2008). Sémantique et hémisphère droit. *Medecine/ Sciences*, *24*, 72-76.

Kaplan, J. A., Brownell, H. H., Jacobs, J. R., & Gardner, H. (1990). The effects of right hemiphere damage on the pragmatic interpretation of conversational remarks. *Brain and Language*, *38*, 315-333.

Karnofsky, D. (1949). *The clinical evaluation of chemotherapeutic agents in cancer*. Columbia University Press, New York.

Katz, S., Down, T. D., & Cash, H. R. (1970). Progress in the development of the index of ADL. *Gerontologist, 10*, 20-30.

Keles, G Evren, Lamborn, K. R., & Berger, M. S. (2001). Low-grade hemispheric gliomas in adults : a critical review of extent od resection as a factor influencing outcome. *Journal of neurosurgery*, *95*, 735-745.

Kempler, D., Van Lancker, D., Marchman, V., & Bates, E. (1999). Idiom comprehension on children and adults with unilateral brain damage. *Developmental Neuropsychology*, *15*(3), 327-349.

Kiehl, K. A., Liddle, P. F., Smith, A. M., Mendrek, A., Forster, B. B., & Hare, R. D. (1999). Neural pathways involved in the processing concrete and abstract words. *Human brain mapping*, *7*, 225-233.

Kimura, D. (1961a). Some effect of temporal lobe damage on auditory perception. *Canadian Journal of Psychology*, *15*(3), 156-165.

Kimura, D. (1961b). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology*, *15*(3), 166-171.

Kimura, D. (1964). Left-right differences in the perception of melodies. *Quart. J. exp. Psychol.*, *16*, 355-358.

King, L., & Kimura, D. (1972). Left-ear superiority in dichotic perception of vocal nonverbal sounds. *Canadian Journal of Psychology*, *26*(2), 111-116.

Kjelgaard, M. M. & Speer, R. S. (1999). Prosodic facilitation and interference in the resolution of temporary syntactic closure ambiguity. *Journal of Memory and Language, 40*, 153-194.

Klouda, G. V., Robin, D. A., Graff-Radford, N. R., & Cooper, W. E. (1988). The role of callosal connections in speech prosody. *Brain and Language*, *35*, 154-171.

Knecht, S., Dräger, B., Deppe, M., Bobe, L., Lohmann, H., Flöel, A., Ringelstein, E. B., et al. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, *123*, 2512-2518.

Knecht, S., Flöel, A., Dräger, B., Breitenstein, C., Sommer, J., Henningsen, H., Ringelstein, E. B., et al. (2002). Degree of language lateralization determines susceptibility to unilateral brain lesions. *Nature neuroscience*, *5*(7), 695-699. doi:10.1038/nn868

Knecht, S., Jansen, A., Franck, A., Van Randenborgh, J., Sommer, J., Kanowski, M., & Heinze, H. . (2003). How atypical is atypical language dominance? *NeuroImage*, *18*(4), 917-927. doi:10.1016/S1053-8119(03)00039-9

Kotz, S. A., Meyer, M., Alter, K., Besson, M., Cramon, D. Y. V., & Friederici, A. D. (2003). On the lateralization of emotional prosody : An event-related functional MR investigation. *Brain and Language*, *86*, 366-376.

Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences : Brain potentials reflects semantic incongruity. *Science*, *204*(4427), 203-205.

Labelle, M. (2001). Trente ans de psycholinguistique. *Revue québécoise de linguistique*, *30*(1), 155-176.

Labrunee-Prod'homme, K. (2010). *Traitement de l'aspect modalisateur du langage sur les versants expressifs et réceptif, chez le sujet sain et chez les sujets cérébro-lésés droits et gauches*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse 2 – Le Mirail.

Lacheret-Dujour, A. (1992). Petit parcours prosodique de Grenoble à Aix-en-Provence : pionniers, dissidents et fédérateurs. *Communication*, (1939), 1-14.

Lacheret-Dujour, A. (2007). Prosodie-discours : une interface à multiples facettes. *Nouveaux cahiers de linguistique française*, *28*, 7- 40.

Lacheret-Dujour, A. & Beaugendre, F. (1999). *La prosodie du français*. Editions du CNRS.

Lajoie, C., Ferré, P., & Ska, B. (2010). L'impact de la nature des lésions sur les troubles de la communication consécutifs à une lésion cérébrale droite. *Revista Neuropsicologia Latinoamericane*, *2*(3), 12-20.

Lalande, S., Braun, C., Charlebois, N., & Whitaker, H. A. (1992). Effects of right and left hemisphere cerebrovascular lesions on discrimination of prosodic and semantic aspects of affects in sentences. *Brain and language*, *42*, 165-186.

Le Bihan, R., Christin, C., Lopes, M., Capelle, L., Duffau, H., & Gatignol, P. (2003). Evaluation orthophonique pré, per et post opératoire lors d'intervention en zone fonctionnelle du langage. *Glossa*, *85*, 36-46.

Lechevalier, B. (1993). Neurobiologie des aphasies. In Eustache F. & Lechevalier B. (éds), *Langage et aphasie : Séminaire Jean-Louis Signoret*. De Boeck Université. 41-70

Lechevalier, B., Eustache, F., & Viader, F. (2008). *Traité de Neuropsychologie clinique : Neurosciences cognitives et cliniques de l'adulte*. De Boek.

Lecocq, P. (1996). *Epreuve de Compréhension Syntaxico-Sémantique, E.CO.S.SE*. Presses universitaires du Septentrion.

Lee, S. S., & Dapretto, M. (2006). Metaphorical *vs.*. litteral word meanings : *f*MRI evidence against a selective role of the right hemisphere. *NeuroImage*, *29*, 536-544.

Léon, P., & Martin, Ph. (1969). Prolégomènes à l'étude des structures intonatives*. Studia Phonetica, 2, Paris : Didier-Erudution.*

Léon, P. (1993). Précis de phonostylistique, parole et expressivité. Paris : Nathan Université.

Lerbet, G. (1965). La dominance latérale. *L'année psychologique, 65*, 411-438.

Levelt, W. J. (1999). Producing spoken language : a blueprint of the speaker. *The Neurocognition of language* (pp. 83-122).

Liberman, A. M., Cooper, F., Shankweiler, D., & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review*, *74*(6), 431-461.

Lichtheim, L. (1885). On aphasia *Brain*, *7*, 433-484. In *Brain (2006), 129*, 1347-1350 doi:10.1083/brain/awll34

Liebenthal, E., Binder, J. R., Spitzer, S. M., Possing, E. T., & Medler, D. A. (2005). Neural Substrates of phonemic perception. *Cerebral cortex*, *15*, 1621-1631.

Lindell, A. K. (2006). In your right mind: right hemisphere contributions to language processing and production. *Neuropsychology review*, *16*(3), 131-148. doi:10.1007/s11065-006-9011-9

Linebarger, M. C., Schwartz, M. F., & Saffran, E. M. (1983). Sensitivity to grammatical in so-called agrammatic aphasics. *Cognition*, *13*, 361-392.

Liégeois-Chauvel, C., de Graaf, J. B., Laguitton, V., & Chauvel, P. (1999). Specialization of left auditory cortex for speech perception in man depends on temporal coding. *Cerebral cortex*, *9*, 484-496.

Liégeois-Chauvel, C., Giraud, K., Laguitton, V., & Chauvel, P. (2000). Traitement fréquentiel versus traitement temporal au niveau du cortex auditif humain : apport des enregistrements intracérébraux. *Revue de Neuropsychologie*, *10(4)*, 499-517.

Lubrano, V., Prod'homme, K., Démonet, J.-F., & Köpke, B. (2011). Language monitoring in multilingual patients undergoing awake craniotomy : A case study of a German-English-French trilingual patient with a WHO grade II glioma. *Journal of Neurolinguistics*, 1-12.

Lubrano, V., Roux, F.-E., & Démonet, J.-F. (2012). Explorations du langage par stimulations électriques directes per-opératoires. *Revue de Neuropsychologie*, *(sous presse*, 1-6).

Lund, E., Spliid, P. E., Andersen, E., & Moller, M. B. (1986). Vowel perception : A neuroradiological localization of the perception of vowels in the human cortex. *Brain and Language*, *29*, 191-211.

Magne, C. (2005). *Approches comportementales et electrophysiologiques du rôle de la prosodie dans la compréhension du langage*. Thèse de doctorat Université Aix-Marseille III.

Magne, C., Astesano, C., Lacheret-Dujour, A., Morel, M., & Besson, M. (2004). Traitement de l'accent de focalisation en français : Approche électrophysiologique. *Actes des XXVèmes Journées d'Etudes sur la Parole (JEP)*, Fès, Maroc.

Magne, C., Astésano, C., Lacheret-Dujour, A., Morel, M., Alter, K., & Besson, M. (2005). On-line processing of "pop-out" words in spoken French dialogues. *Journal of cognitive neuroscience*, *17*(5), 740-56. doi:10.1162/0898929053747667

Magne, C., Astésano, C., Aramaki, M., Ystad, S., Kronland-Martinet, R., & Besson, M. (2007). Influence of syllabic lengthening on semantic processing in spoken French: behavioral and electrophysiological evidence. *Cerebral cortex, 17*(11), 2659-2668. doi:10.1093/cercor/bhl174

Marslen-Wilson, W. D., Tyler, L. K., Warren, P., Grenier, P., & Lee, C. S. (1992). Prosodic effects in minimal attachment. *The Quaterly Journal of Experimental Psychology*, *45A*(1), 73-87.

Martin, Ph. (1973). Les problèmes de l'intonation : recherches et applications. *Langue française*, *19*(1), 4-32.

Martin, Ph. (2009). *L'intonation du français*. Paris : Armand Colin

Mashal, N., Faust, M., Hendler, T., & Jung-Beeman, M. (2008). Hemispheric differences in processing the literal interpretation of idioms: converging evidence from behavioral and fMRI studies. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, *44*(7), 848-60. doi:10.1016/j.cortex.2007.04.004

Mazaux, J.-M., Pradat-Diehl, P., & Brun, V. (dir.) (2007). *Aphasies et aphasiques*. Masson

McNeely, H., & Parlow, S. E. (2001). Complementarity of linguistic and prosodic processes in the intact brain. *Brain and language*, *79*, 473-481.

Mertens, P. (1987). *L'intonation du français. De la description linguistique à la reconnaissance automatique*. Thèse de doctorat. Katholieke Universiteit Leuven, Louvain.

Mertens, P. (2008). Syntaxe, prosodie et structure informationnelle : une approche prédictive pour l'analyse de l'intonation dans le discours. *Travaux de linguistique*, *56*(1), 97. doi:10.3917/tl.056.0097

Metz-Lutz, M.-N., & Dahl, E. (1984). Analysis of word comprehension in a case of pure word deafness. *Brain and Language*, *23*, 13-25.

Miceli, G., Gainotti, G., Caltagirone, C., & Masullo, C. (1980). Some aspects of phonological impairment in aphasia. *Brain and Language*, *11*, 159-169.

Mitchell, R. L. C., Elliott, R., Barry, M., Cruttenden, A., & Woodruff, P. W. R. (2003). The neural response to emotional prosody, as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Neuropsychologia*, *41*, 1410-1421.

Moreau-Le Cam, E. (2010). *Les troubles de la communication chez les patients atteints de gliomes de bas grade au niveau de l'hémisphère droit*. Mémoire d'orthophonie, Université Paul Sabatier, Toulouse.

Morel, M., & Lacheret-Dujour, A. (2002). Le logiciel de synthèse vocale Kali : de la conception à la mise en oeuvre. *Traitement automatique des langues*, *42*, 193-221.

Mummery, C. J., Ashburner, J., Scott, S. K., & Wise, R. (1999). Functional neuroimaging of speech perception in six normal and two aphasic subjects. *Acoustical Society of America*, *106*(1), 449-457.

Myers, P., & Linebaugh, Craig, W. (1981). Comprehension of idiomatic expressions by right-hemisphere-damaged adults. In *Clinical Aphasiology Conference* (1981: 11th: Kerrville, TX : May 10-14, 1981) / : BRK Publishers(1981), 254-261.

Nagel, N, H., Shapiro, L. P., & Nawy, R. (1994). Prosody and the processing of filler-gap sentences. *Journal of Psycholinguistic Research*, *23*(6), 473-485.

Neininger, B., & Pulvermüller, F. (2003). Word-category specific deficits after lesions in the right hemisphere. *Neuropsychologia*, *41*(1), 53-70.

Nef, F., & Hupet, M. (1992). Les manifestations du vieillissement normal dans le langage spontané oral et écrit. *L'année psychologique, 92(3),* 393-419.

Nespoulous, J.-L., Lecours, A. R., Lafond, D., Lemay, A., Puel, M., Joanette, Y ., Cot, F., Rascol, A. (1986). *Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie MT 86*. Isbergues : Ortho Editions. Version révisée 1992.

Nespoulous, J.-L. (1994). Le Langage : Introduction. Linguistique, Neurolinguistique et Neuropsycholinguistique. Un parcours en quatre étapes. In Jeannerod M. & Séron X. (dir.), *Neuropsychologie humaine*, pp.317-319). Bruxelles : Mardaga.

Nespoulous, J.-L. (2004). Linguistique, pathologie du langage et cognition. Des dysfonctionnements langagiers à la caractérisation de l'architecture fonctionnelle du langage In Fuchs (éd.) *La linguistique cognitive*, Paris, Ophrys, 171-194.

Nespoulous, J.-L. (2006). Le langage et les processus cérébraux II : Apport de la linguistique à l'aphasiologie cognitive du XXème siècle. In Auroux S., Koerner, E. F. K., Niederehe, H.-J. & Versteegh K. (éds), *History of the Language Sciences / Geschichte der Sprachwissenschaften / Histoire des sciences du langage*. *Vol.3* (pp.2671-2682). Berlin : Walter de Gruyter.

Ojemann, G. A. (1991). Cortical Organization of Language. *The Journal of Neuroscience*, *11*(8), 2281-2287.

Ojemann, G. A. (2003). The neurobiology of language and verbal memory : observations from awake neurosurgery. *International Journal of Psychophysiology*, *48*, 141-146.

Ojemann, G., Ojemann, J., Lettich, E., & Berger, M. (2008). Cortical language localization in left, dominant hemisphere. An electrical stimulation mapping investigation in 117 patients. 1989. *Journal of neurosurgery*, *108*(2), 411-21. doi:10.3171/JNS/2008/108/2/0411

Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.

Pantev, C., Bertrand, O., Eulitz, C., Verkindt, C., Hampson, S., Schuierer, G., & Elbert, T. (1995). Specific tonotopic organizations of different areas of the human auditory cortex revealed by simultaneous magnetic and electric recordings. *Enlectroencephalograpy and clinical neurophysiology*, *94*(1), 26-40.

Papathanassiou, D., Etard, O., Mellet, E., Zago, L., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2000). A common language network for comprehension and production : a contribution to the definition of language epicenters with PET. *NeuroImage*, *11*, 347-357.

Paradis, M. & Libben, G. (1987). The assessment of bilingual aphasia. Hillsdale (NJ) : Lawrence Earlbaum Associates.

Pasdeloup, V. (1991). Exploiting the secondary accent in a prosodic model for French analysis*, Proc. of International Congress of Phonetic Sciences*, Aix en Provence, 19-24 août 1991. 254-257.

Paul, L. K., Van Lancker Sidtis, D., Schieffer, B., Dietrich, R., & Brown, W. (2003). Communicative deficits in agenesis of the corpus callosum : Non literal language and affective prosody. *Brain and Language*, *85*, 313-324.

Pell, Marc D. (2006). Cerebral mechanisms for understanding emotional prosody in speech. *Brain and language*, *96*(2), 221-34. doi:10.1016/j.bandl.2005.04.007

Pell, Marc D. (2007). Reduced sensitivity to prosodic attitudes in adults with focal right hemisphere brain damage. *Brain and language*, *101*(1), 64-79. doi:10.1016/j.bandl.2006.10.003

Pell, Marc D., & Baum, S. R. (1997a). Unilateral brain damage, prosodic comprehension deficits and the acoustic cues to prosody. *Brain and Language*, *57*, 195-214.

Pell, Marc D., & Baum, S. R. (1997b). The ability to perceive and comprehend intonation in linguistic and affective contexts by brain-damaged adults. *Brain and Language*, *57*, 80-99. doi:10.1006/brln.1997.1638

Penfield, W., & Roberts, L. (1963). *Langage et mécanismes cérébraux*. Paris: PUF.

Peppé, S. J. (2009). Why is prosody in speech-language pathology so difficult ? *International Journal of Speech-Language Pathology*, *11*(9), 258-271.

Petersen, S. E., Fox, P. T., Posner, M. I., Mintum, M., & Raichle, M. E. (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, *331*, 585-589.

Pillon B, Dubois B, Bonnet AM, Esteguy M, Guimaraes J, Vigouret JM, Agid Y. (1989). Cognitive slowing in Parkinson's disease fails to respond to levodopa treatment: the 15-objects test. *Neurology*, *39*, 762-768.

Pillon, A., & Nespoulous, J.-L. (1994). Perturbations syntaxiques dans le langage aphasique. In Séron X. et Jeannerod M. (dir.). *Neuropsychologie humaine* (pp. 390-407).

Piñango, M. M., & Zurif, E. B. (2001). Semantic operations in aphasic comprehension : implications for the cortical organization of language. *Brain and Language*, *79*, 297-308.

Platel, H., Faure, S., & Eustache, F. (1996). Neuropsychologie et imagerie cérébrale fonctionnelle. *L'année psychologique*, *96*(4), 641-675. doi:10.3406/psy.1996.28924

Poeppel, D. (1996). A critical review of PET studies of phonological processing. *Brain and language*, *55*, 317-51; discussion 352-85. doi:10.1006/brln.1996.0108

Poeppel, D., & Hickok, G. (2004). Towards a new functional anatomy of language. *Cognition*, *92*(1-2), 1-12. doi:10.1016/j.cognition.2003.11.001

Post, B. (2000). *Tonal and phrasal structures in French intonation*. Doctoral dissertation, University of Nijmegen.

Premack, D. G., & Woodruff, G. (1978). Does he chimpanzee have a theorie of mind ? *Behavioral and Brain Sciences, 4(1)*, 515-526. doi:10.1017/S0140525X00076512

Price, C., Wise, R., Ramsey, S., Friston, K., Howard, D., Patterson, K., & Frackowiak, R. (1992). Regional response differences within the human auditory cortex when listening to words. *Neuroscience letters*, *146*, 179-182.

Prod'homme, K. (2010). *Traitement de l'aspect modalisateur du langage sur les versants expressif et réceptif, chez le sujet sain et chez les sujets cérébro-lésés droits et gauches.* Thèse de doctorat. Université de Toulouse.

Pujol, J., Deus, J., Losilla, J., & Capdevila, A. (1999). Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studies by functional MRI. *Neurology*, *52*(5), 1038-1043.

Pulvermüller, F. (2003). *The Neuroscience of Language* (pp. 1-307). Cambridge University Press.

Rapp, A. M., Leube, D. T., Erb, M., Grodd, W., & Kircher, T. T. J. (2004). Neural correlates of metaphor processing. *Cognitive Brain Research*, *20*, 395-402.

Rapp, A. M., Leube, D. T., Erb, M., Grodd, W., & Kircher, T. T. J. (2007). Laterality in metaphor processing : lack of evidence from functional magnetic resonance imaging for the imaging for the right hemisphere theory. *Brain and language*, *100*, 142-149.

Rehak, A., Kaplan, J. A., & Gardner, H. (1992a). Senstivity to conversational deviance in right-hemisphere damaged patients. *Brain and Language*, *42*, 203-217.

Rehak, A., Kaplan, J. A., Weylman, S. T., Kelly, B., Brownell, H. H., & Gardner, H. (1992b). Story processing in right-hemisphere brain-damaged patients. *Brain and Language*, *42*, 320-336.

Reitan, R. M. (1958). Validity of the trail Making test as an indicator of organic brain damage. *Percep. Mot Skills, 8*, 271-276.

Rey, A. (1959). *Test de copie d'une figure complexe.* Paris : Editions du Centre de psychologie appliquée.

Robin, D. A., Tranel, D., & Damasio, H. (1990). Auditory perception of temporal and spectral events in patients with focal left and right cerebral lesions. *Brain and Language*, *39*, 539-555.

Rondal, J.-A. (1998). Pour une évaluation intégrative du langage oral. *Rééducation Orthophonique*, *196*, 59-66.

Rondal, J.-A., & Séron, X. (2003). *Troubles du langage : bases théoriques, diagnostic et rééducation*. Bruxelles : Mardaga.

Ross, E. D. (1981). The Aprosodias : Functional-anatomic organization of the affective components of language in the right hemisphere. *Archives of Neurology*, *38*(9), 561-569.

Ross, E. D. (1984). Right hemisphere's role in language, affective behavior and emotion. *TINS*, 342-346.

Ross, E. D. (1991). Lésions hémisphériques droites dans les désordres du langage affectif. *Glossa*, *25*, 26-34.

Ross, E. D., Thompson, R. D., & Yenkosky, J. (1997). Lateralization of Affective Prosody in Brain and the Callosal Integration of Hemispheric Language Functions. *Brain and Language*, *56*, 27-54.

Ross, E. D., & Monnot, M. (2008). Neurology of affective prosody and its functional-anatomic organization in right hemisphere. *Brain and language*, *104*(1), 51-74. doi:10.1016/j.bandl.2007.04.007

Ross, E. D., & Monnot, M. (2011). Affective prosody : What do comprehension errors tell us about hemispheric lateralization of emotions, sex and aging effects, and the role of the cognitive appraisal. *Neuropsychologia*, *49*, 866-877.

Rossi, M. (1985). L'intonation et l'organisation de l'énoncé. *Phonetica*, *42*, 135-153.

Rossi, M. (1999). *L'intonation, le système du français : description et modélisation*. Paris : Ophrys.

Rossion, B. & Pourtois, G. (2004). Revisiting Snodgrass and Vanderwart's object pictoral set : The role of surface detail in basic-level object recognition. *Perception, 33*, 217-236.

Roux, F.-E., Lubrano, V., Lauwers-Cances, V., Trémoulet, M., Mascott, C. R., & Démonet, J.-F. (2004). Intra-operative mapping of cortical areas involved in reading in mono- and bilingual patients. *Brain : a journal of neurology*, *127*(Pt 8), 1796-810. doi:10.1093/brain/awh204

Salo, J., Niemelä, A., Joukamaa, M., & Koivukangas, J. (2002). Effect of brain tumour laterality on patients' perceived quality of life. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *72*(3), 373-377. doi:10.1136/jnnp.72.3.373

Schwartz, M. F., Saffran, E. M., & Marin, O. S. M. (1980). The word order problem in agrammatism. *Brain and Language*, *10*, 249-262.

Schwatz, T. H., Haglund, M. M., Lettich, E., & Ojemann, G. A. (2000). Assymetry of neuronal activity during extracellular microelectrode recording from left and right human temporal lobe neocortex during rhyming and line-matching. *Journal of cognitive neuroscience*, *12*(5), 803-812.

Sergent, J. (1994). Spécialisation fonctionnelle et coopération des hémisphères cérébraux. In Séron X. et Jeannerod M. (dir.), *Neuropsychologie humaine*. Bruxelles : Mardaga. 105-126

Séron, X., & Jeannerod, M. (1994). *Neuropsychologie humaine*. Bruxelles : Mardaga.

Shapiro, L. P., & Nagel, N. H. (1995). Lexical properties, prosody and syntax : Implications for normal and disordered language. *Brain and Language*, *50*, 240-257.

Ska, B., Marchand, N., Stemmer, B., Joanette, Y., Turmel, C.-A., Litalien, S., & Poissant, A. (1996). Evaluation de la compréhension de discours : effets de l'âge et de la nature du texte. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, *20*(3), 187-196

Ska, B., & Duong, A. (2005). Communication, discours et démence. *Psychologie et Neuropsychiatrie du Vieillissement*, *3*(2), 125-133.

Ska, B., & Joanette, Y. (2006). Vieillissement normal et cognition. *Medecine/Sciences, 22(3),* 284-287.

Slachevsky, A., Pillon, B., Litvan, I., Dubois, B., (1998). A Bedside Frontal Assessment Short Test (FAST), *Neurology, 50*, A 406.

Snodgrass, J. G., & Vanderwart, M. (1980). A Standardized set of 260 pictures : norms for name agreement, image agreement, familiarity and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, *6*(2), 174-215.

Sperry, R. W., & Gazzaniga, M. S. (1967). Language following surgical disconnection of the hemispheres. *Brain mechanisms underlying speech and language (Princetown, New Jersey, november 9-12, 1965)* (pp. 108-121).

Spinelli, E., Grimault, N., Meunier, F., & Welby, P. (2010). An intonational cue to word segmentation in phonemically identical sequences. *Attention, perception & psychophysics*, *72*(3), 775-87. doi:10.3758/APP.72.3.775

Springer, S. P., & Deutsh, G. (2000). *Cerveau gauche, cerveau droit*. De Boeck Université.

Steinhauer, K., Alter, K., & Friederici, A. D. (1999). Brain potentials indicate immediate use of prosodic cues in natural speech processing. *Nature neuroscience*, *2*(2), 191-6. doi:10.1038/5757

Stemmer, B., & Cohen, H. (2002). Neuropragmatique et lésions de l'hémisphère droit. In Favre C.P (dir.) *Neuropsychologie et Pragmatique* (pp. 15-46).

Stromswold, K., Caplan, D., Alpert, N., & Rauch, S. (1996). Localization of syntactic comprehension by positron emission tomography. *Brain and Language*, *52*, 452-473.

Swinney, D., & Zurif, E. B. (1995). Syntactic Porcessing in Aphasia. *Brain and Language*, *50*, 225-239.

Szelenyi, A., Bello, L., Duffau, H., Fava, E., Feigl, G. C., Galanda, M., Neuloh, G., et al. (28AD). Intraoperative electrical stimulation in awake craniotomy : methodological aspects of current practice. *Neurosurgery Focus*, *2*, 1-8.

Talavage, T. M., Sereno, M. I., Melcer, J. R., Ledden, P. J., Rosen, B. R., & Dale, A. M. (2004). Tonotopic organization in human auditory cortex revealed by progressions of frequency sensitivity. *Journal of neurophysiology*, *91*, 1282-1296.

Tallal, P., & Newcombe, F. (1978). Impairment of auditory perception and language comprehension in Dysphasia. *Brain and Language*, *5*, 13-24.

Teixidor, P., Gatignol, P., Leroy, M., Masuet-Aumatell, C., Capelle, L., & Duffau, H. (2007). Assessment of verbal working memory before and after surgery for low-grade glioma. *Journal of neuro-oncology*, *81*, 305-313.

Thomson, A.-M., Taylor, R., & Whittle, I. R. (1998). Assessment of communication impairment and the effects of resective surgery insolitary, right-sided supratentorial intracranial tumours : a prospective study. *British Journal of Neurosurgery*, *12*(5), 423-429.

Tompkins, C. A. (2012). Rehabilitation for cognitive-communication disorders in right hemisphere brain damage. *Arch Phys Med Rehabil*, *93*(1), 61-69.

Tompkins, C. A., & Mateer, C. A. (1985). Right hemisphere appreciation of prosodic and linguistic indication of implicit attitude. *Brain and Language*, *24*, 185-203.

Tremblay, T., Monetta, L., & Joanette, Y. (2009). Complexity and hemispheric abilities: evidence for a differential impact on semantics and phonology. *Brain and Language*, *108*, 67-72. doi:10.1016/j.bandl.2008.11.001

Tzourio, N., Crivello, F., Mellet, E., Nkanga-Ngila, B., & Mazoyer, B. (1998). Functional anatomy of dominance for speech comprehension in left handers *vs.* right handers. *NeuroImage*, *8*, 1-16.

Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Les réseaux neuronaux dédiés au langage chez l'adulte. In Etard O & Tzourio-Mazoyer N. (eds) *Cerveau et langage* (pp. 67-102).

Vaissière, J. (1997). Ivan Fonagy et la notation prosodique. *Polyphonie pour Ivan Fonagy. J. Perrot. Paris : L'Harmattan* (pp. 479-488).

Vaissière, J. (2005). Les universaux de substance prosodiques. In Wauquier, S. (éd).*Les universaux sonores*. Presses Universitaires de Rennes.

Vaissière, J. (2010). Le français, langue à frontières par excellence. In Andrieu-Reix N. (dir.), Frontières, *Du linguistique au sémiotique*. Limoges : Lambert-Lucas.

Valdois, S. & Nespoulous, J.-L., (1994). Perturbations du traitement phonétique et phonologique du langage. In Séron, X. & Jeannerod, M. (dir.), *Neuropsychologie humaine*, Bruxelles : Mardaga, pp.360-374.

Van Lancker, D.R. & Kempler, D. (1987). Comprehension of familiar phrases by left but not by right hemisphere damaged patients. *Brain and Language*, 32, 265-277.

Vignaud, A. (2007). *Etalonnage du protocole MEC chez les 18-29 ans : Pour une évaluation des troubles de communication des traumatisés crâniens graves*. Mémoire d'orthophonie, Bordeaux.

Vigneau, M., Beaucousin, V., Hervé, P.-Y., Duffau, H., Crivello, F., Houdé, O., Mazoyer, B., et al. (2006). Meta-analyzing left hemisphere language areas : Phonology, semantics and sentence processing. *NeuroImage*, *30*, 1414-1432.

Vigneau, M., Beaucousin, V., Hervé, P.-Y., Jobard, G., Petit, L., Crivello, F., Mellet, E., et al. (2010). What is right-hemisphere contribution to phonological, lexico-semantic, and sentence processing? Insights from a meta-analysis. *NeuroImage*, *54*(1), 577-593. doi:10.1016/j.neuroimage.2010.07.036

Vion, R. (2004). Modalités, modalisations et discours représentés. *Langages*, *156*, 96-110.

Von Stockert, T. R. (1982). On the structure of word deafness and mechanisms underlying the fluctuation of disturbances of higher cortical functions. *Brain and Language*, *16*, 133-146.

Walker P., J., Fongemie, K., & Daigle, T. (2001). Prosodic facilitation in the resolution of syntactic ambiguities in subjects with left and right hemisphere damage. *Brain and Language*, *78*, 169-196.

Wapner, W., Hamby, S., & Gardner, H. (1981). The role of the right hemisphere in the apprehension of complex linguistic materials. *Brain and language*, *14*, 15-33.

Wechsler, D. (2000). WAIS III . Echelle d'intelligence de Wechsler pour adultes. 3ème edition.

Welby, P. (2003). *The slaying of Lady Mondegreen, being a study of French tonal association and alignment and their role in speech segmentation*. PhD dissertation, Ohio State University.

Wessinger, C. M., VanMeter, J., Tian, B., Pekar, J., & Rauschecker, J. P. (2001). Hierarchical organization of the human auditory cortex revealed by functional magnetic resonance imaging. *Journal of cognitive neuroscience*, *13*(1), 1-7.

Weylman, S. T., Brownell, H. H., Roman, M., & Gardner, H. (1989). Appreciation of indirect requests by left- and right-brain-damaged patients : The effects of verbal context and conventionality of wording. *Brain and Language*, *36*, 580-591.

Whittle, I. R., Pringle, a M., & Taylor, R. (1998). Effects of resective surgery for left-sided intracranial tumours on language function: a prospective study. *The Lancet*, *351*, 1014-8. doi:10.1016/S0140-6736(97)08295-0

Wildgruber, D., Ackermann, H., Kreifelts, B., & Ethofer, T. (2006). Cerebral processing of linguistic and emotional prosody : *f*MRI studies. *Progress in brain*.

Wildgruber, D., Riecker, a, Hertrich, I., Erb, M., Grodd, W., Ethofer, T., & Ackermann, H. (2005). Identification of emotional intonation evaluated by *f*MRI. *NeuroImage*, *24*(4), 1233-41. doi:10.1016/j.neuroimage.2004.10.034

Wioland, F. (1984). Organisation temporelle des structures rythmiques du français parlé. *Bulletin des rencontres régionales de Linguistique*, Lausanne, 7-9 juin 1984, 293-322.

Wong, P. C. M. (2002). Hemispheric specialization of linguistic pitch patterns. *Brain Research Bulletin*, *59*(2), 83-95.

Wood, C. C., Goff, W. R., & Day, R. S. (1971). Auditory evoked potentials during speech perception. *Science*, *173*, 1248-1251.

York, G. K. (2009). Localization of language function in the twentieth century. *Journal of the history of the neurosciences*, *18*, 283-290.

Yéprémian, D., & Gérard, C.-L. (2002). Les troubles neuropsychologiques. *Déficiences motrices et situations de handicaps*, APF (ed) 397-405.

Zatorre, R. J. (1988). Pitch perception of complex tones and human temporal-lobe function. *Journal of Acoustical Society of America*, *84*(2), 566-572.

Zatorre, R. J., Evans, A. E., Meyer, E., & Gjedde, A. (1992). Lateralization of phonetic and pitch discrimination in speech processing. *Science*, *256*, 846-849.

Zatorre, R. J., Meyer, E., Gjedde, A., & Evans, A. C. (1996). PET studies of phonetic processing of speech : review, replication and reanalysis. *Cerebral cortex*, *6*, 21-30Zatorre, R. J., & Belin, P. (2001). Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cerebral cortex*, *11*, 946-953.

Zola-Morgan, S. (1995). Localization of brain function : The legacy of Franz Joseph Gall (1758-1828). *Annual Review of Neurosciences*, *18*, 359-383.

Zurif, E. B. (1974). Auditory lateralization : Prosodic and syntactic factors. *Brain and Language*, *1*, 391-404.

Zurif, E. B., Swinney, D., Prather, P., Solomon, J., & Bushell, C. (1993). An on-line analysis of syntactic processing in Broca’s and Wernicke's aphasia. *Brain and Language*, *45*, 448-464.

Table des figures

FIGURE 1 – VUE LATERALE DE L'HEMISPHERE GAUCHE : ILLUSTRATION DES LOBES CEREBRAUX EXTERNES (FRONTAL, TEMPORAL, PARIETAL ET OCCIPITAL), DES CIRCONVOLUTIONS (*GYRI*) ET DES SILLONS OU SCISSURES (*SULCI*) 17

FIGURE 2 – LE MODELE DYNAMIQUE DE LICHTHEIM (LA « MAISON », LICHTHEIM 1885) APPLIQUE AUX ZONES CEREBRALES DE L'HEMISPHERE GAUCHE 22

FIGURE 3 – LE MODELE DE LA COMPREHENSION AUDITIVE DE PHRASES (FRIEDERICI, 2011, P.1377) 49

FIGURE 4 – REPRESENTATION DU SYSTEME ACCENTUEL 54

FIGURE 5 – LE SYSTEME PROSODIQUE : FOCUS SUR LA FONCTION STRUCTURANTE DES FONCTIONS LINGUISTIQUES DE LA PROSODIE 69

FIGURE 6 – MODELE DE COMPREHENSION (MAGNE, 2005, P. 272) 84

FIGURE 7 - REPRESENTATION ECRITE DU TERME « BIOLOGIQUE » : INSERTION DU SYMBOLE « *AB* » SUR LES OBJETS CIBLES DU SYNTAGME : « *LE RESTAURANT SERT DES ANANAS ET LES PAMPLEMOUSSES BIOLOGIQUES A VOLONTE*.» 113

FIGURE 8 – POSITION DE L'OBJET REPRESENTANT N1 AU PREMIER PLAN DE L'IMAGE : EXEMPLE DU SYNTAGME « *LES PENDENTIFS ET LES COLLIERS SOPHISTIQUES SONT PRESENTES EN VITRINE.*» 114

FIGURE 9 – REPRESENTATION CHRONOLOGIQUE DE LA PRESENTATION DES STIMULI DE LA TACHE PROSODIE-SYNTAXE 118

FIGURE 10- TACHE PROSODIE-SYNTAXE- PRE-TEST – ANOVA A UN FACTEUR : EFFET SIGNIFICATIF DES CONDITIONS SYNTAXIQUES SUR LES TEMPS DE REACTION 121

FIGURE 11 – REPRESENTATION CHRONOLOGIQUE DU DEROULEMENT DE LA TACHE PROSODIE-SYNTAXE ADAPTE A LA CONDITION DE CHIRURGIE EVEILLEE. 125

FIGURE 12 – REPRESENTATION CHRONOLOGIQUE DE LA PRESENTATION DES STIMULI DE LA TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE. 132

FIGURE 13- TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE – PRE-TEST – ANOVA A UN FACTEUR : EFFET SIGNIFICATIF DES CONDITIONS PRAGMATIQUES (CONGRUENTE (C) *VS.* INCONGRUE (I)) SUR LES SCORES 135

FIGURE 14 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE – ANOVA A UN FACTEUR : EFFET SIGNIFICATIF DES CONDITIONS PRAGMATIQUES (CONGRUENTE (C) *VS.* INCONGRUE (I)) SUR LES TEMPS DE REACTION 136

FIGURE 15 – REPRESENTATION CHRONOLOGIQUE DE LA TACHE PROSODIE-SYNTAXE ADAPTE A LA CONDITION DE CHIRURGIE EVEILLEE 140

FIGURE 16 – REPRESENTATION CHRONOLOGIQUE DE LA TACHE PROSODIE-SYNTAXE ADAPTE A LA CONDITION DE CHIRURGIE EVEILLEE 143

FIGURE 17 –TACHE PROSODIE-SYNTAXE- RESULTATS DE L'ANOVA : EFFET SIGNIFICATIF DE LA CONDITION SYNTAXIQUE SUR LES SCORES MOYENS OBTENUS 166

FIGURE 18 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE - RESULTATS DE L'ANOVA : EFFET SIGNIFICATIF DE LA CONDITION SYNTAXIQUE SUR LES TEMPS DE REACTION MOYENS OBTENUS 167

FIGURE 19 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE - RESULTATS DE L'ANOVA A UN FACTEUR : EFFET SIGNIFICATIF DE L'AGE SUR LES SCORES MOYENS OBTENUS 170

FIGURE 20 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE - RESULTATS DE L'ANOVA : EFFET SIGNIFICATIF DES CONDITIONS PRAGMATIQUES CONGRUENT (C) ET INCONGRU (I) SUR LES SCORES MOYENS OBTENUS (P<0,05)..... 172
FIGURE 21 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE - RESULTATS DE L'ANOVA: EFFET SIGNIFICATIF DES CONDITIONS PRAGMATIQUES SUR LES TEMPS DE REACTION MOYENS OBTENUS (P<0,05)..... 173
FIGURE 22 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE - RESULTATS DE L'ANOVA: EFFET SIGNIFICATIF DE L'AGE SUR LES SCORES MOYENS OBTENUS (P<0,05)..... 176
FIGURE 23 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE-RESULTATS DE L'ANOVA: EFFET SIGNIFICATIF DE L'AGE SUR LES TEMPS DE REACTION (P<0,05)..... 176
FIGURE 24 – TACHE DE PROSODIE-PRAGMATIQUE - RESULTATS DE L'ANOVA A UN FACTEUR : EFFET SIGNIFICATIF DU NIVEAU SCOLAIRE SUR LES SCORES MOYENS OBTENUS (P<0,05)..... 177
FIGURE 25 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE - RESULTATS DE L'ANOVA: EFFET SIGNIFICATIF DU NIVEAU SCOLAIRE SUR LES TEMPS DE REACTION (TR) MOYENS OBTENUS (P<0,05)..... 178
FIGURE 26 – COMPARAISON DES SCORES ET DES TEMPS DE REACTION MOYENS OBTENUS AUX TACHES PROSODIE-SYNTAXE ET PROSODIE-PRAGMATIQUE..... 179
FIGURE 27 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE - RESULTATS DU PATIENT PONALB COMPARES A CEUX DES PARTICIPANTS CONTROLES (C)..... 187
FIGURE 28 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE - RESULTATS DU PATIENT PONALB COMPARES A CEUX DES PARTICIPANTS CONTROLES (C)..... 188
FIGURE 29 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE - RESULTATS DE LA PATIENTE LELJUL COMPARES A CEUX DES PARTICIPANTS CONTROLES..... 195
FIGURE 30 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE - RESULTATS DE LA PATIENTE LELJUL COMPARES A CEUX DES PARTICIPANTS CONTROLES..... 196
FIGURE 31 – PONALB-RESULTATS AUX EPREUVES DU BILAN ORTHOPHONIQUE (EXCEPTE LES DISCOURS NARRATIF ET LES EVOCATIONS LEXICALES)..... 203
FIGURE 32 – PONALB-CONFRONTATION DES RESULTATS OBTENUS AUX EPREUVES DE COMPREHENSION DE LA PROSODIE : MEC *VS.* PROTOCOLE EXPLORATOIRE..... 206
FIGURE 33 - LELJUL-RESULTATS AUX EPREUVES DU BILAN ORTHOPHONIQUE (EXCEPTE LES DISCOURS NARRATIF ET LES EVOCATIONS LEXICALES)..... 207
FIGURE 34 - LELJUL-CONFRONTATION DES RESULTATS OBTENUS AUX EPREUVES DE COMPREHENSION DE LA PROSODIE : MEC *VS.* PROTOCOLE EXPLORATOIRE..... 210
FIGURE 35 – PATIENT PONALB – VUE OPERATOIRE DE L'AIRE DE BROCA (OPERCULE ROLANDIQUE) : EFFETS DE LA STIMULATION ELECTRIQUE DIRECTE (SED) LORS DE LA TACHE DE DENOMINATION ORALE..... 213
FIGURE 36 – PATIENTE LELJUL – VUE OPERATOIRE DU CORTEX MOTEUR DROIT : EFFET DE LA STIMULATION ELECTRIQUE DIRECTE (SED) LORS DE LA TACHE MOTRICE..... 219

Table des tableaux

TABLEAU 1 – MORPHEMES PROSODIQUES DE DI CRISTO & ROSSI (1977, CITES PAR MARTIN PH., 2009) 60
TABLEAU 2 – UNE FONCTION SYNTAXIQUE DE LA PROSODIE : DESAMBIGUÏSATION DE SYNTAGMES PAR LE MARQUAGE DES FRONTIERES MAJEURES REALISE PAR L'ACCENT FINAL (AF) ET L'ACCENT INITIAL (AI) 105
TABLEAU 3 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE - CORRELATIONS SIGNIFICATIVES ENTRE LES SCORES ET LES TEMPS DE REACTION 119
TABLEAU 4 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE : TAUX D'IDENTIFICATION ET TEMPS DE REACTION MOYEN OBTENUS DANS LE TRAITEMENT DE CHAQUE CONDITION SYNTAXIQUE N *VS.* NN 120
TABLEAU 5 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE : TAUX D'IDENTIFICATION ET TEMPS DE REACTION MOYEN OBTENUS DANS LE TRAITEMENT DE CHAQUE CONDITION DE LONGUEUR C *VS.* L 121
TABLEAU 6 - LES STIMULI CONSERVES POUR LA TACHE PROSODIE-SYNTAXE : 4 POUR LA PHASE D'ENTRAINEMENT ET 16 POUR LA PHASE DE TEST 123
TABLEAU 7 – LES QUATRE CONDITIONS EXPERIMENTALES DE LA TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE 126
TABLEAU 8 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE : CORRELATIONS SIGNIFICATIVES ENTRE LES SCORES ET LES TEMPS DE REACTION 133
TABLEAU 9 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE : TAUX D'IDENTIFICATION ET TEMPS DE REACTION MOYEN OBTENUS DANS LE TRAITEMENT DE CHAQUE CONDITION PRAGMATIQUE C *VS.* I 134
TABLEAU 10 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE – PRE-TEST : TAUX D'IDENTIFICATION ET TEMPS DE REACTION MOYEN OBTENUS DANS LE TRAITEMENT DE CHAQUE CONDITION DE FOCUS M *VS.* F 136
TABLEAU 11 - LES STIMULI CONSERVES POUR LA TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE : 4 STIMULI DANS L'ENTRAINEMENT ET 20 DANS LA PHASE DE TEST 139
TABLEAU 12 – STIMULI EXTRAITS DU BAT POUR LA TACHE CONTROLE 142
TABLEAU 13 – RECAPITULATIF DE LA COMPOSITION DU PROTOCOLE : TACHE PROSODIE-SYNTAXE, TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE ET TACHE CONTROLE ADAPTEE DU BAT 144
TABLEAU 14 – DEFINITION DE L'ORDRE DE PRESENTATION PSEUDO-ALEATOIRE DES STIMULI DANS LES TROIS TACHES DU PROTOCOLE : TACHE PROSODIE-SYNTAXE, TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE ET TACHE CONTROLE ADAPTEE DU BAT 146
TABLEAU 15 – CRITERES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION DES PARTICIPANTS CONTROLES 147
TABLEAU 16 – REPARTITION DES PARTICIPANTS CONTROLES SELON LES DIFFERENTES VARIABLES : SEXE, AGE, NIVEAU SCOLAIRE, BILINGUISME ET PRATIQUE MUSICALE 147
TABLEAU 17 – REPARTITION DES PARTICIPANTS DU GROUPE CONTROLE SELON LEUR NIVEAU SCOLAIRE ET SELON LA NOMENCLATURE DES DIPLOMES FRANÇAIS 148
TABLEAU 18 – CRITERES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION DES PATIENTS 149
TABLEAU 19 – PRESENTATION DES DEUX PATIENTS INCLUS DANS L'ETUDE 150
TABLEAU 20 – LES PATIENTS PONALB ET LELJUL ET LEUR SUJET APPARIE MONROG ET GRANAD 151
TABLEAU 21 – DEROULEMENT CHRONOLOGIQUE DE L'ETUDE ET EVALUATIONS UTILISEES 153
TABLEAU 22 – CLASSEMENT DES EPREUVES EN FONCTION DU OU DES HEMISPHERES ENTRANT EN JEU LORS DU TRAITEMENT (D'APRES LE CAM, 2010, P.68) 156

TABLEAU 23 – CALENDRIER DES VISITES EFFECTUEES AUPRES DES DEUX PATIENTS PONALB ET LELJUL 158
TABLEAU 24 –MOYENNE, MEDIANE ET ECART TYPE DES RESULTATS OBTENUS A LA TACHE PROSODIE-SYNTAXE 165
TABLEAU 25 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE - RECAPITULATIF DES SCORES ET TEMPS DE REACTION MOYENS OBTENUS DANS CHAQUE CONDITION SYNTAXIQUE (N *VS.* NN) 165
TABLEAU 26- TACHE PROSODIE-SYNTAXE : RECAPITULATIF DES SCORES ET DES TEMPS DE REACTION (TR) MOYENS OBTENUS DANS CHAQUE SOUS-CONDITION SYNTAXIQUE (SYNTAGME COURT (C) *VS.* SYNTAGME LONGS (L)) 168
TABLEAU 27 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE - CORRELATIONS SIGNIFICATIVES ENTRE LES SCORES ET LES TEMPS DE REACTION DE LA TACHE PROSODIE-SYNTAXE 169
TABLEAU 28 - MOYENNE, MEDIANE ET ECART TYPE DES RESULTATS OBTENUS A LA TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE 171
TABLEAU 29 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE : RECAPITULATIF DES SCORES ET TEMPS DE REACTION MOYENS OBTENUS DANS CHAQUE CONDITION PRAGMATIQUE (DIALOGUE CONGRUENT (C) *VS.* DIALOGUE INCONGRU (I)) 172
TABLEAU 30 – TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE - RECAPITULATIF DES SCORES ET TEMPS DE REACTION (TR) MOYENS OBTENUS DANS CHAQUE SOUS-CONDITION PRAGMATIQUE (M : FOCUS MEDIAN *VS.* F : FOCUS FINAL) 173
TABLEAU 31 – CORRELATIONS SIGNIFICATIVES ENTRE LES SCORES ET LES TEMPS DE REACTION DE LA TACHE PROSODIE-PRAGMATIQUE 174
TABLEAU 32 – EFFET DES VARIABLES INDIVIDUELLES SUR LES SCORES ET LES TEMPS DE REACTION DES TACHES PROSODIE-SYNTAXE ET PROSODIE-PRAGMATIQUE 180
TABLEAU 33 – EFFETS DES CONDITIONS EXPERIMENTALES SUR LES RESULTATS DU PATIENTS PONALB COMPARES AUX RESULTATS DU GROUPE CONTROLE 182
TABLEAU 34 – RECAPITULATIF DES SCORES ET DES TEMPS DE REACTION MOYEN OBTENUS PAR LE PATIENT EN CONDITIONS PRE- ET POST-OPERATOIRES ET PAR LES PARTICIPANTS CONTROLES 184
TABLEAU 35 – EFFETS DES CONDITIONS EXPERIMENTALES SUR LES RESULTATS DE LA PATIENTE LELJUL COMPARES AUX RESULTATS DU GROUPE CONTROLE 189
TABLEAU 36 - RECAPITULATIF DES SCORES ET DES TEMPS DE REACTION MOYEN OBTENUS PAR LA PATIENTE EN CONDITIONS PRE- ET POST-OPERATOIRES ET PAR LES PARTICIPANTS CONTROLES 191
TABLEAU 37 – REPRESENTATION DES HYPOTHESES DE SPECIALISATION HEMISPHERIQUE DES FONCTIONS PROSODICO-SYNTAXIQUE, SYNTAXIQUE ET PROSODICO-PRAGMATIQUE TESTEES 199
TABLEAU 38 – CONFRONTATION DES HYPOTHESES POSEES POUR LA POPULATION AVEC TUMEUR GAUCHE AVEC LE PROFIL DU PATIENT PONALB 200
TABLEAU 39 – CONFRONTATION DES HYPOTHESES POSEES POUR LA POPULATION AVEC TUMEUR DROITE AVEC LE PROFIL DE LA PATIENTE LELJUL 200
TABLEAU 40 – COMPARAISON DES RESULTATS DU PATIENT PONALB AU REGARD DES NORMES DEFINIES PAR LE PROTOCOLE MEC (JOANETTE ET *AL.*, 2004) 204
TABLEAU 41 - COMPARAISON DES RESULTATS DE LA PATIENTE LELJUL AU REGARD DES NORMES DEFINIES PAR LE PROTOCOLE MEC (JOANETTE ET *AL.*, 2004) 209
TABLEAU 42 – TACHE DE PROSODIE-SYNTAXE : GRILLE DES REPONSES OBTENUES PAR LE PATIENT PONALB EN CONDITION PER-OPERATOIRE 214

TABLEAU 43 – TACHE PROSODIE-SYNTAXE : REPARTITION DES STIMULI CORRECTEMENT IDENTIFIES SELON LES CONDITIONS EXPERIMENTALES EXPRIMEES 215
TABLEAU 44 - TACHE CONTROLE SYNTAXE ADAPTEE : GRILLE DES REPONSES OBTENUES PAR LE PATIENT PONALB EN CONDITION PER-OPERATOIRE SANS ET AVEC STIMULATIONS ELECTRIQUES 216
TABLEAU 45 – REPARTITION DES STIMULI CORRECTEMENT IDENTIFIES SELON LES CONDITIONS EXPERIMENTALES EXPRIMEES .. 217
TABLEAU 46 – PONALB – RECAPITULATIF DES RESULTATS OBTENUS A LA TACHE PROSODIE-SYNTAXE ET A LA TACHE SYNTAXE ADAPTEE 218
TABLEAU 47 - TACHE CONTROLE SYNTAXE ADAPTEE : GRILLE DES REPONSES OBTENUES PAR LA PATIENTE LELJUL EN CONDITION PER-OPERATOIRE SANS ET AVEC STIMULATIONS ELECTRIQUES 220
TABLEAU 48 - REPARTITION DES STIMULI CORRECTEMENT IDENTIFIES SELON LES CONDITIONS EXPERIMENTALES EXPRIMEES ... 221
TABLEAU 49 – LELJUL-RECAPITULATIF DES RESULTATS OBTENUS A LA TACHE PROSODIE-SYNTAXE ET A LA TACHE SYNTAXE ADAPTEE 222
TABLEAU 50 – RECAPITULATIF DES TACHES PRESENTEES AUX PATIENTS PONALB ET LELJUL EN CONDITION DE CHIRURGIE EVEILLEE 225

ANNEXES