



Mémoire présenté en vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophoniste

Par
Zoé BRYLINSKI
et
Camille DELBAERE

**Mise en évidence, par une étude transversale, des liens
entre les compétences logiques et pragmatiques chez le
sujet adulte cérébrolésé**

Président de jury : Dr François SELLAL, neurologue

Co-Directeurs de mémoire : Mme Caroline DENIS-FAERBER, orthophoniste

Mme Nadine LONGATO, neuropsychologue

Rapporteur : Mme Marie GABET, orthophoniste



Mémoire présenté en vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophoniste

Par
Zoé BRYLINSKI
et
Camille DELBAERE

**Mise en évidence, par une étude transversale, des liens
entre les compétences logiques et pragmatiques chez le
sujet adulte cérébrolésé**

Président de jury : Dr François SELLAL, neurologue

Co-Directeurs de mémoire : Mme Caroline DENIS-FAERBER, orthophoniste

Mme Nadine LONGATO, neuropsychologue

Rapporteur : Mme Marie GABET, orthophoniste

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Mmes Denis-Faerber et Longato, nos directrices de mémoire, pour leur disponibilité, leurs conseils et leur investissement tout au long de ces deux années de travail. Merci également à Marie Gabet, pour ses nombreuses relectures, toujours attentives et avisées (merci d'avoir pris le train en route !). Et merci à Marie Haas pour sa précieuse implication dans le début du projet.

Nous remercions chaleureusement le Docteur Sellal de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury.

Merci à l'ensemble de nos patients et de nos sujets contrôle pour leur participation à notre étude. Merci également à l'ensemble des équipes des différents lieux de passation d'avoir rendu notre recherche possible. Un merci tout particulier à Lauriane Bildstein : ton investissement dans la phase de recrutement a été précieux, et le partenariat très sympathique !

Nous tenons à faire part de notre gratitude envers la direction pédagogique du Centre de Formation Universitaire en Orthophonie de Strasbourg, sans qui la mise en place de la nouvelle maquette n'aurait pas été aussi consciencieuse et soucieuse des étudiants. Nous remercions aussi l'ensemble de nos enseignants et de nos maîtres de stage qui ont contribué à notre formation durant ces cinq années d'études.

Merci à Julie Altenburger pour la transmission de ses travaux dans lesquels notre mémoire s'inscrit.

Merci à Fabrice Neveu de nous avoir guidées dans les balbutiements de notre projet, et à M. Landré pour ses conseils statistiques.

Merci à nos collègues de promotion pour ces cinq années, et tout particulièrement à Jeanne, Polette, Estelle, Noémie et Marion. Sans oublier notre Gentillon, Sarah, et notre petit Caribou repartie dans ses contrées lointaines.

Quelques remerciements personnels :

Je tenais à remercier mes parents d'avoir cru en moi et de m'avoir permis d'accéder à mon rêve : il n'est de soutien plus précieux que celui de ses parents. Merci Stéphane d'avoir cru en nous et de m'avoir soutenue durant ces trois dernières années : c'était un chemin difficile mais le jeu en valait la chandelle ! Papi, Flo, Clem, merci d'avoir toujours été là. Merci à ma super coloc', ma Popo : de Lille à Strasbourg, nous en aurons fait du chemin ! Merci à toute ma super famille et à mes amis d'ici et d'ailleurs. Une pensée particulière et émue envers ma partenaire au Money Drop : je ne t'aurais jamais assez remerciée pour ta si belle présence, ta force communicative et ton amour. Et évidemment, un merci tout particulier pour ma binôme adorée : tu as été une super coéquipière, non seulement pour ce mémoire mais aussi et surtout pendant ces cinq dernières années. Tu as réussi à me stopper et à me faire lâcher prise quand il le fallait (pour ça, bravo !) et as fait de notre mémoire une belle et enrichissante aventure.

Camille

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à mes chers parents pour m'avoir soutenue tout au long de ces études, avec patience et bienveillance, et pour m'avoir donné les moyens de réussir ce projet tant désiré. Merci Maman, Papa et Nouche pour avoir été mes premiers cobayes ! Merci infiniment à toi Mohamed pour m'avoir accompagnée dans tous ces périples et péripéties, pour ta présence, ta patience et ton soutien, si précieux. Je remercie également Elsa, Raphaëlle et Nathanaël d'être présents, d'être eux tout simplement. Merci à tous mes amis d'enfance, d'orthophonie et d'ailleurs d'enseigner ma vie au quotidien. Je remercie tout particulièrement Mathilde, mon phare en orthophonie, pour m'avoir guidée et encouragée du concours à la vie professionnelle. J'ai aussi une tendre pensée pour ma Babette dont la philosophie de vie continue à m'accompagner chaque jour. Et enfin, je tiens à remercier tout spécialement ma binomette de mémoire avec qui le partenariat fut naturel, plaisant (et effroyablement efficace !), dans le dialogue et la bienveillance. Partager ce grand projet avec toi fut très enrichissant et agréable, tout comme ces cinq années d'études (ainsi que toutes les belles années à venir, j'en suis sûre !).

Zoé

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Introduction et présupposés théoriques	2
I. Neurologie et cérébrolésion.....	2
II. Pragmatique	8
III. Structures logico-mathématiques : l’approche piagétienne.....	15
IV. Liens entre les compétences logiques et pragmatiques	21
Objectifs et hypothèses	26
Méthodologie	27
Analyse des résultats	42
Discussion	52
I. Synthèse des résultats obtenus.....	52
II. Limites de notre étude	57
III. Points positifs de notre étude.....	60
IV. Perspectives de recherche	61
V. Perspectives orthophoniques	63
Conclusion	64
Bibliographie	65
Annexes	70

L'Accident Vasculaire Cérébral (A.V.C.) constitue selon l'INSERM la 1ère cause de handicap acquis de l'adulte et est ainsi un réel enjeu de santé publique.

En France, plus de 500 000 personnes vivent avec des séquelles d'un A.V.C. Ces dernières peuvent être motrices mais également cognitives. Nous retrouvons au premier plan des troubles du langage et de la communication, handicapant les patients dans leur quotidien, tant sur le plan personnel, socioprofessionnel que psychoaffectif. Au-delà des troubles langagiers et communicationnels, l'A.V.C. peut également avoir un retentissement sur d'autres fonctions supérieures comme les fonctions exécutives. En outre, Cavé (2014) a montré la présence de troubles logiques après une cérébrolésion. La qualité de vie de ces sujets est ainsi particulièrement impactée. Dans ce cas, l'intervention orthophonique est primordiale. Elle s'inscrit alors, dans la N.G.A.P. (Nomenclature Générale des Actes Professionnels), sous l'intitulé : « Rééducation et/ou maintien et/ou adaptation des fonctions de communication, du langage, des troubles cognitivo-linguistiques et des fonctions oro-myo-faciales chez les patients atteints de pathologies neurologiques d'origine vasculaire, tumorale ou post-traumatique ».

Notre mémoire s'inscrit dans la continuité de celui de Julie Altenburger (2016) ayant réalisé un protocole de rééducation à la fois de la pragmatique et de la logique chez des adultes cérébrolésés. Elle a ainsi démontré qu'une rééducation de ces deux aspects permettrait une meilleure récupération des capacités communicationnelles dans le cadre d'une cérébrolésion.

Ses conclusions se basant sur une cohorte restreinte de huit patients, nous avons voulu vérifier ses résultats par une étude transversale mettant en œuvre un échantillon plus important. Nous avons l'espoir que notre étude permettra de fournir de nouvelles connaissances sur les liens qu'entretiennent les compétences logiques et pragmatiques, notamment chez l'adulte cérébrolésé. Cela permettrait d'adapter l'intervention orthophonique et de laisser une place plus importante à la rééducation de la logique dans le cadre de pathologies neurologiques acquises.

Après avoir exposé les fondements théoriques de notre étude, nous présenterons la méthodologie utilisée afin d'explorer les liens entre les compétences logiques et pragmatiques auprès de notre population. Ensuite, nous décrirons les résultats obtenus et les analyserons. Ces conclusions nous permettront de discuter nos hypothèses de recherche et d'élargir nos résultats à la pratique orthophonique.

INTRODUCTION ET PRESUPPOSES

THEORIQUES

I. Neurologie et cérébrolésion

Anatomie du système nerveux

Anatomiquement, le système nerveux central est composé de l'encéphale et de la moelle épinière. Il a pour rôle « *d'analyser et d'interpréter les informations sensibles et sensorielles dans le but de mettre en place des commandes motrices* » (Baciu, 2011). Le cerveau, composante du système nerveux central, est constitué de deux hémisphères cérébraux anatomiquement séparés par la commissure inter-hémisphérique, mais fonctionnellement reliés par des faisceaux de substance blanche. Le corps calleux, structure de substance blanche reliant les deux hémisphères, permet l'intégration des informations perçues par le cerveau. Chaque hémisphère est divisé en cinq lobes délimités par des sillons profonds : les lobes frontaux, pariétaux, temporaux, occipitaux et l'insula. Chacun de ces lobes est divisé en lobules, eux-mêmes divisés en circonvolutions cérébrales.

Evolution des approches du fonctionnement cérébral

Les deux siècles derniers ont été primordiaux pour la compréhension du fonctionnement cérébral. Au début du XIX^{ème} siècle, s'est développé le courant localisationniste selon lequel toute fonction cognitive est imputable à une seule région cérébrale. En 1810, Franz Gall donne naissance à la phrénologie. Il pense situer les fonctions cognitives par la palpation des bosses du crâne. Pour lui, les irrégularités crâniennes correspondent aux circonvolutions cérébrales, et par extension à différentes fonctions cognitives. En 1861, Paul Broca démontre, grâce à l'étude du cas de M. Leborgne, que la 3^{ème} circonvolution frontale gauche est le siège du langage, que l'on appellera par la suite l'aire de Broca. En 1874, Carl Wernicke démontre que la partie postérieure de la 1^{ère} circonvolution temporale gauche est le siège de la compréhension du langage et du stockage auditif des mots : on l'appelle l'aire de Wernicke. Il élabore alors le premier réseau du langage : les aires de Broca et de Wernicke sont reliées par un faisceau de substance blanche, le faisceau arqué, qui permet la transmission d'informations entre ces deux aires. Il donne ainsi naissance à l'associationnisme : toute zone cérébrale est reliée fonctionnellement à une autre par des

réseaux de substance blanche. Par la suite, les travaux de Ludwig Lichtein (1885) et de Norman Geschwind (1970) à partir des différents syndromes aphasiques établiront des modèles associationnistes de traitement cérébral du langage.

C'est à partir des années 1980 que les théories actuelles autour des réseaux cérébraux se sont développées. Pour reprendre l'exemple de la modélisation du langage, Gregory Hickok et David Poeppel établissent dans les années 2000 un modèle d'anatomie fonctionnelle du langage impliquant le cortex préfrontal, les régions temporales postérieures, le cortex prémoteur frontal et la région pariéto-temporale au sein de deux voies interconnectées. Hugues Duffau, neurochirurgien travaillant sur les tumeurs cérébrales, a réalisé une cartographie corticale et sous-corticale par stimulation électrique directe en chirurgie éveillée. Grâce à ces données, il a publié le dernier modèle fonctionnel du langage, appelé modèle hodotopique (Duffau, 2014). Celui-ci est dit dynamique car en lien avec la plasticité cérébrale. Il montre que le langage provient de traitements parallèles réalisés par différentes zones corticales interconnectées et synchronisées. Il met ainsi en lien les différents aspects du traitement du langage avec les fonctions mnésiques et exécutives, au sein de faisceaux de substances blanches reliant les différentes aires corticales (figure 1).

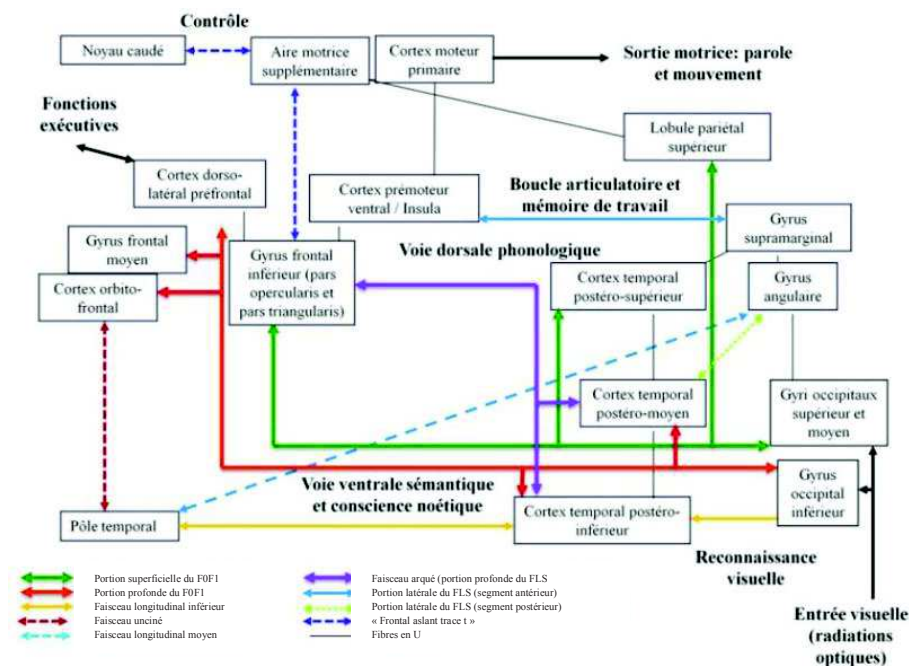


Fig. 1 - Modèle hodotopique du langage (Duffau, 2014) traduit par Libra, 2015.

Nous savons donc aujourd'hui, grâce aux avancées en neuro-imagerie, que toute fonction cognitive est sous-tendue par un réseau neuronal complexe mettant en jeu de nombreux territoires corticaux et sous-corticaux. Ces réseaux ou circuits neuronaux, assurent

toutes les fonctions du système nerveux central : aussi, une fonction cognitive sera préférentiellement hébergée par une aire cérébrale, mais son bon fonctionnement sera également soumis à de multiples autres aires.

Latéralisation et dominance hémisphérique

La prédominance hémisphérique est la tendance d'un hémisphère cérébral à assurer préférentiellement certaines fonctions cognitives. De nombreuses études considèrent l'hémisphère gauche comme prédominant chez les droitiers dans les tâches dites supérieures (langage, connaissances symboliques, etc.). Un article de Satz (1979, cité par Tzourio-Mazoyer, Josse, Crivello et Mazoyer, 2004) a ainsi montré que les droitiers ont 94% de probabilité d'avoir une dominance hémisphérique gauche pour le langage, observation confirmée par Mazoyer en 1993. En 1981, Hecaen montre que les hémisphères cérébraux des gauchers sont beaucoup moins spécialisés que ceux des droitiers. Tzourio-Mazoyer confirmera cette hypothèse par son étude de 2003, observation nous ayant guidées pour la détermination de nos critères d'inclusion (Tzourio-Mazoyer, Josse, Crivello et Mazoyer, 2004).

D'autres recherches ont montré récemment le rôle important de l'hémisphère droit dans l'exécution des fonctions supérieures. Par exemple, de nombreux chercheurs ont démontré que l'hémisphère gauche n'était pas le support exclusif des processus langagiers chez des individus droitiers (Myers et Tompkins, cités dans Ardisson et Besnardeau, 2007). En 1996, Benton et Bryan ont mis en évidence qu'une lésion de l'hémisphère droit pouvait entraîner des troubles de la communication verbale dans 50% des accidents cérébraux chez des droitiers. On parlera alors de troubles impactant préférentiellement la pragmatique.

Vieillessement cérébral

Bien qu'à douze ans le cerveau a la taille, le poids et la spécialisation régionale de celui d'un adulte, le volume de substance blanche augmente jusqu'à la 4^{ème} décennie de vie grâce à la maturation cérébrale (Savioz, Leuba, Vallet et Walzer, 2010). Celle-ci permet de préserver les connexions synaptiques les plus fonctionnelles (principe de sélection) et accentue le processus de myélinisation jusqu'à environ 40 ans (Tamnes et al., 2010). Les capacités cognitives des individus sont optimales aux alentours de 18-25 ans. Les fonctions cognitives dites supérieures (résolution de problèmes, capacités de raisonnement, etc.) continuent de se développer au cours de l'adolescence parallèlement à la maturation du cortex

préfrontal, zone corticale qui entretient le plus de connexions avec les autres aires cérébrales (Luna et al., 2004).

Il semblerait que le vieillissement cognitif débute entre la quatrième et la cinquième décennie de vie. Des études ont notamment démontré que le volume de substance blanche diminue à partir de cette période (Bartzokis et al., 2001 ; Sowell et al., 2003 ; Walhovd et al., 2005). Sa vitesse est variable selon les personnes, et est dépendante de l'activité intellectuelle du sujet. Même si ce déclin cognitif est global et atteint l'ensemble des fonctions cognitives, il altère principalement dans un premier temps les fonctions exécutives, et notamment l'inhibition, la planification et la mémoire de travail (Bherer, Belleville et Hudon, 2004). Cette altération provoque une modification des comportements de communication verbale avec une diminution de compréhension du langage non littéral nécessitant la réalisation d'inférences.

Les Accidents Vasculaires Cérébraux (A.V.C.)

Un A.V.C. est un « *processus pathologique cérébral vasculaire par obstruction ou rupture d'une artère (plus rarement d'une veine) entraînant un ramollissement ou une nécrose du territoire impliqué* » (Brin-Henry, Courier, Lederlé et Masy, 2011). Les A.V.C. constituent la 3^{ème} cause de décès en France avec une incidence de 1 à 2 A.V.C. pour 1 000 habitants par an. Il s'agit donc d'une urgence à la fois médicale et de santé publique. 85% des A.V.C. sont dits ischémiques contre 15% hémorragiques.

Les accidents ischémiques, ou infarctus cérébraux, se caractérisent par une nécrose du tissu cérébral secondairement à un arrêt de la circulation sanguine dans une artère cérébrale (par un caillot par exemple). Les principales causes sont l'athérosclérose (diminution du diamètre artériel secondaire au dépôt de plaques lipidiques), la cardiopathie emboligène, la dissection artérielle et l'artériosclérose (épaississement de la paroi artérielle). La symptomatologie dépend du territoire lésionnel concerné. Ce type d'A.V.C. n'offre pas un bon pronostic : 20% des patients décèdent dans les deux semaines et 60% des patients garderont des séquelles sur le long terme.

Les accidents hémorragiques se caractérisent quant à eux par une intrusion de sang dans le parenchyme cérébral causé par la rupture d'un vaisseau intracrânien. Il peut s'agir d'une hémorragie spontanée ou d'une hémorragie post-traumatique. Le sang dilacère alors le tissu cérébral et produit une symptomatologie déficitaire en lien toujours avec le territoire concerné. La formation de l'hématome provoque une souffrance des structures cérébrales, et engendre une augmentation de la pression intracrânienne. Un œdème peut parfois se former

autour de l'hématome. Une intervention chirurgicale est envisagée quand l'évacuation de l'hématome est possible, et ce afin d'éviter tout risque d'engagement cérébral. Les principales causes sont l'hypertension artérielle et la présence de malformations veineuses. Bien que le pronostic fonctionnel soit meilleur que pour les A.V.C. ischémiques, le taux de mortalité pour ce type d'A.V.C. reste de 30%.

La vascularisation cérébrale est assurée par plusieurs troncs artériels. Les carotides externes naissant de l'aorte et le tronc basilaire constitué des deux artères vertébrales convergent vers la base du crâne pour se connecter entre eux par des troncs communicants : ils créent alors une structure appelée « polygone de Willis » et encerclent le tronc cérébral. Le polygone de Willis est constitué en avant par les deux artères cérébrales antérieures reliées par l'artère communicante antérieure, en arrière par les deux artères cérébrales postérieures et latéralement par les deux artères communicantes postérieures, les unissant ainsi aux artères carotides internes alors appelées artères cérébrales moyennes. Les artères cérébrales vascularisent chacune un territoire cérébral précis : partie antérieure, postérieure ou moyenne du cerveau. Ainsi, dans le cas des deux types d'A.V.C. évoqués précédemment, la symptomatologie peut se déduire du territoire artériel atteint par la thrombose ou l'hémorragie. Toutefois, il peut y avoir des suppléances permises en particulier par le polygone de Willis, et plus rarement des anastomoses entre le système vasculaire carotidien externe et interne. Les signes cliniques sont de ce fait multiples et leur sévérité varie en fonction de l'étendue du territoire parenchymateux touché (Albanèse et Bruder, 2013).

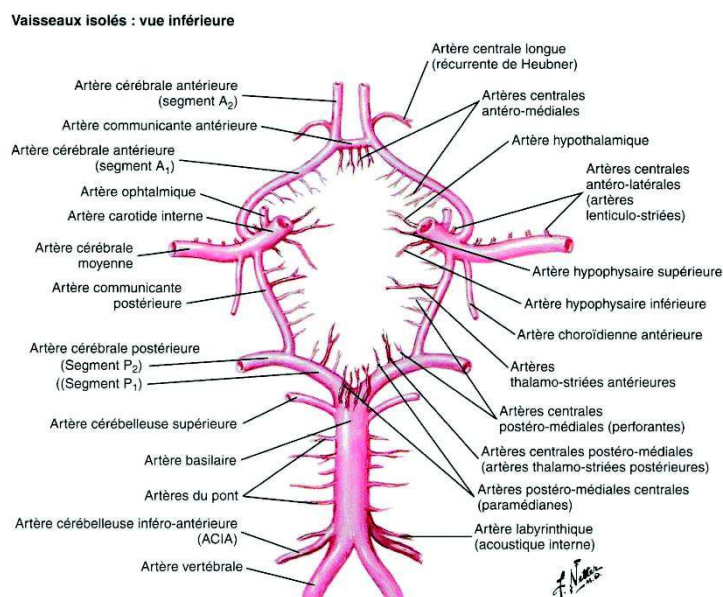


Fig. 2 – Le polygone de Willis (McFarland, 2009). *L'anatomie en orthophonie*. Masson.

Les nombreuses observations de patients cérébrolésés ont montré que les séquelles des cérébrolésions évoluent et s'atténuent dans la plupart des cas. La restauration fonctionnelle est permise grâce au processus de neuroplasticité. Dans le cas des A.V.C. hémorragiques, cette restauration fonctionnelle est également due à la résorption de l'hématome voire de l'œdème associé. Cette plasticité cérébrale correspond aux capacités de réorganisation du système nerveux dans des conditions normales et pathologiques. Au niveau synaptique, deux modifications apparaissent : le nombre de synapses augmente (processus de synaptogenèse) et leur poids change dans les réseaux neuronaux (Math, Kahn et Vignal, 2008). Ces processus au niveau synaptique permettent de réparer des interruptions nerveuses mais également de compenser une perte neuronale. Au niveau neuronal, le système nerveux peut augmenter le nombre de neurones (neurogenèse) ou le diminuer (apoptose). Dans le cas de la neurogenèse, de nouveaux neurones sont générés à partir de la zone sub-ventriculaire, du gyrus granulaire de l'hippocampe et de la région sous-épendymaire de la moelle épinière. Ce processus permet ainsi de régénérer les principales régions du système nerveux. Ces nouveaux neurones sont produits tout au long de la vie à partir de cellules souches totipotentes présentes au sein des trois zones citées précédemment. La neurogenèse permet notamment de réparer des régions cérébrales lésées dans le cadre d'un A.V.C. Les préceptes de Cajal de 1928 selon lesquels le cerveau adulte est immuable après maturation sont de ce fait infirmés pour laisser place au concept de réserve cognitive et de plasticité cérébrale. Ces nouvelles découvertes permettent ainsi de modifier les interventions thérapeutiques auprès des patients cérébrolésés et confirment le rôle prépondérant des rééducations orthophoniques, kinésithérapiques et ergothérapiques.

⇒ *L'organisation du système nerveux central est donc complexe. Son développement et sa maturation mettent en jeu de nombreux mécanismes cellulaires dans le but de modeler des réseaux neuronaux fonctionnels et efficaces. Bien que toute fonction cognitive soit assurée plus ou moins par une région corticale donnée, toutes les aires cérébrales communiquent entre elles au sein de ces réseaux afin d'échanger les informations et d'adapter les réponses aux stimuli extérieurs. Parfois, il arrive que le cerveau soit lésé secondairement à un A.V.C. Les conséquences tissulaires et fonctionnelles peuvent alors être importantes et engendrent parfois de nombreuses séquelles physiques et cognitives. Depuis quelques années, nous savons que le mécanisme de neuroplasticité permet le remodelage des circuits neuronaux et le recrutement d'autres aires cérébrales dans le cas de cérébrolésions.*

II. Pragmatique

Définition de la pragmatique

La pragmatique est définie comme une science qui « *s'intéresse à ce qui se passe lorsqu'on emploie le langage pour communiquer* » (Brin-Henry, Courrier, Lederlé et Masy, 2011). Le terme « pragmatique » est issu du grec et signifie « *action, exécution, accomplissement, manière d'agir, conséquence d'une action* ». Le philosophe et sémioticien américain Morris est le premier à utiliser ce terme en 1938 ; il le définit ainsi (cité par d'Armengaud, 2007) : « *la pragmatique est cette partie de la sémiotique qui traite du rapport entre les signes et les usagers des signes* ». Grice (1979), philosophe du langage et linguiste britannique, définit la pragmatique comme l'ensemble des connaissances et des capacités à utiliser la langue selon le contexte de communication. Pour le français Jacques (1979), cité par Bracops, 2006), « *la pragmatique aborde le langage comme phénomène à la fois discursif, communicatif et social* ». Gibbs ajoute en 1999 que la pragmatique correspond aux habiletés langagières qui permettent à un individu de traiter, comprendre et/ou exprimer les intentions de communication en fonction d'un contexte donné. Pour comprendre un message, le locuteur doit prendre en compte tous les indices émis par l'interlocuteur (verbaux, paraverbaux et non verbaux) et les interpréter.

Ainsi, la pragmatique est une discipline qui s'intéresse à la communication et à ses acteurs, en prenant en compte notamment la notion d'acte, car le langage est action : il permet d'établir du sens mais aussi d'agir sur le monde et sur autrui. L'interprétation du message dépend enfin du contexte dans lequel celui-ci est émis (le lieu, le moment, les interlocuteurs).

Habiletés conversationnelles

Les habiletés conversationnelles, ou discursives, permettent la transmission d'informations d'un locuteur à un interlocuteur sous la forme conversationnelle, procédurale ou narrative. Cet échange d'informations implique les versants expressifs et réceptifs de la communication. Les interactions communicatives peuvent se faire via des moyens verbaux et non verbaux, et l'activité de parole implique toujours la prise en compte d'un destinataire, réel ou potentiel. Pour Grice (1979), les échanges communicationnels dépendent du principe de coopération. Les participants sont partenaires de l'échange et doivent s'efforcer de contribuer à la conversation de façon raisonnée et coopérative afin de faciliter la compréhension des énoncés, le bon déroulement et la réussite de l'échange. Le philosophe du langage décrit les règles tacites (« maximes conversationnelles ») qui régissent les échanges conversationnels :

- La **maxime de quantité** concerne la gestion de l'informativité des énoncés. Le locuteur doit donner autant d'informations que nécessaire et pas davantage ;
- La **maxime de qualité** se base sur les principes de véridicité et du bien-fondé des énoncés. Chaque interlocuteur doit être sincère et parler à bon escient, c'est-à-dire avoir des preuves de ce qu'il avance ;
- La **maxime de relation**, ou de pertinence, indique que les intervenants doivent parler « à propos », c'est-à-dire émettre des énoncés en lien avec le thème initialement défini dans l'interaction ;
- La **maxime de manière**, ou de clarté, implique l'obligation du locuteur de s'exprimer clairement, via un discours concis, organisé et dénué d'ambiguïté, afin d'en faciliter sa compréhension par l'interlocuteur.

Toutefois, le respect de ces règles conversationnelles dépend de la maîtrise de certaines habiletés cognitives (mémoire, fonctions exécutives, etc.), mais aussi des habiletés pragmatiques suivantes :

- **L'intention communicative et l'utilisation des différents actes de langage** ;
- **L'équilibre conversationnel** permettant une participation équitable à l'échange pour les différents interlocuteurs ;
- **La gestion du thème conversationnel** : être capable d'initier, de maintenir et de clore un sujet ;
- **Les réparations conversationnelles** auxquelles le locuteur peut recourir lors de difficultés de compréhension d'un énoncé, engendrées possiblement par un manque d'informations, ou un environnement bruyant (p. ex.: répétition de l'énoncé ou clarification) ;
- **La gestion des tours de parole**, dépendante de la justesse de l'analyse des indices linguistiques, prosodiques et non-verbaux indiquant que le locuteur est prêt à céder la parole ;
- **La maîtrise des outils de cohérence**, c'est-à-dire l'utilisation adéquate des pronoms personnels et anaphoriques, permettant d'éviter la répétition des termes référents et d'obtenir un discours plus fluide ;
- **Le calcul d'inférences**, ou calcul logique, qui est la capacité à saisir le sens non-littéral des énoncés, à analyser les messages implicites (énoncés sarcastiques ou humoristiques, actes de langage indirects et métaphores).

Interprétation d'actes de langage

Austin (1962) envisage le langage comme un moyen d'action. Pour lui, le langage est avant tout un moyen d'agir sur autrui et sur son environnement, plus qu'un simple moyen de transmission d'informations sur l'état des choses du monde. Un énoncé produit en situation de communication dépend du contexte dans lequel il est émis (le lieu, le moment, et les personnes présentes). Les circonstances de l'énonciation jouent un rôle primordial dans l'interprétation d'un énoncé. L'acte de langage consiste à réaliser une action par le langage. Austin en propose trois types :

- **L'acte locutoire (ou acte de langage direct)** : acte de dire quelque chose, de prononcer un énoncé selon un certain nombre de règles linguistiques → « *Quelle heure est-il ?* ».
- **L'acte illocutoire (ou acte de langage indirect)** : acte effectué dépendant de l'intention de l'énonciateur (promettre, ordonner, protester, interdire...) → *Demander l'heure.*
- **L'acte perlocutoire** : effet de la production de l'énoncé de l'énonciateur sur son interlocuteur, sur ses actes → *Amener l'interlocuteur à nous donner l'heure.*

A travers sa classification des types d'actes de langage, Austin s'intéresse au langage non-littéral, à la dimension implicite du langage et aux processus inférentiels auxquels cette dernière fait appel. En utilisant les actes de langage indirects, le locuteur exprime son intention de façon indirecte ou détournée.

Searle (1969) a décrit les processus inférentiels mis en œuvre par les individus pour se détacher du sens littéral de l'énoncé et pour en saisir son véritable sens illocutoire. Tout d'abord, le locuteur décode littéralement l'énoncé (« *Avez-vous l'heure ?* », le locuteur peut se dire « *Oui, j'ai l'heure.* »). Ensuite, les processus inférentiels entrent en jeu : le locuteur réalise que l'interprétation littérale de l'énoncé n'est pas en adéquation avec le contexte d'énonciation et il en cherche le sens véritable correspondant à l'intention du locuteur (« *Dans cette situation, mon interlocuteur ne cherche pas à savoir si je possède l'heure, il souhaite que je la lui donne* »). Précisons toutefois que l'interprétation des actes de langage indirects est dépendante d'un effet de fréquence : plus l'exposition à un acte de langage est importante, plus le processus d'interprétation sera automatique et rapide (Springer, 1998).

Ainsi, pour Searle, la juste interprétation des actes de langage indirects requiert différentes compétences et intentions de la part de l'interlocuteur : sa coopération, une prise en compte et une mise en lien des différentes composantes de la situation de communication, soit la capacité à faire des inférences.

Un processus inférentiel est donc l'ensemble du raisonnement de déduction qui, à partir de la phrase émise, des savoirs encyclopédiques et des connaissances préalables partagées par les interlocuteurs, permet l'interprétation d'une phrase. Pour saisir le sens d'un énoncé, il faut la plupart du temps pouvoir saisir la pensée de son interlocuteur (état d'esprit, intentions et connaissances) et se mettre à sa place. Cette capacité, nommée « théorie de l'esprit » en sciences cognitives, est essentielle en pragmatique.

Interprétation de métaphores

Selon Searle (1969), la métaphore relève, comme les autres figures de style, du discours sérieux figuratif, mais est aussi un acte de langage indirect. En effet, le locuteur employant une métaphore exprime son intention de façon indirecte : il formule une chose alors qu'il veut en signifier une autre. La métaphore est la figure de style de la ressemblance. Elle est composée de deux éléments : le comparé et le comparant. Le comparé est l'objet, l'idée ou l'être vivant que l'on compare et le comparant est ce à quoi on le rapproche. Ainsi, la métaphore consiste à fournir à un terme un nouveau sens en l'appliquant à un nouvel objet, ou à une nouvelle idée (« *Ce chien est un pot de colle* »). Searle affirme que la métaphore s'interprète comme les autres actes de langage indirects. Le locuteur utilise les mêmes processus inférentiels qui l'amènent à conclure que l'assertion littérale entendue n'est pas un acte illocutionnaire intentionné.

Exemple : « Ces ouvriers sont des abeilles » → Je sais que les abeilles sont des insectes toujours à l'œuvre pour leur ruche → Alors, je peux en déduire que les ouvriers dont on me parle sont très travailleurs, qu'ils travaillent beaucoup.

Il existe deux types de métaphores :

- Les métaphores idiomatiques, c'est-à-dire les expressions figées ou courantes (« *Mettre les pieds dans le plat* »). Les idiomes ont la forme « sujet-verbe-objet ».
- Les métaphores « nouvelles », ou « créatives », « admissibles », c'est-à-dire les métaphores qui ne sont pas figées ou d'utilisation courante en langue française (« *Le professeur est un somnifère* »). Les métaphores nouvelles ont la forme « A est B », où A et B sont des substantifs courants.

Les troubles de la communication chez le patient cérébrolésé

Une distinction est généralement réalisée, bien qu'elle ne soit pas systématique : alors que d'une cérébrolésion gauche résultent des troubles phasiques, des troubles de la

communication sont plus spécifiquement observés dans le cadre d'une cérébrolésion droite (chez les droitiers).

Les troubles possibles de la communication chez le patient cérébrolésé droit, traditionnellement décrits dans la littérature, sont les suivants :

- **Les troubles de la communication verbale**

Versant expressif :

- Expression vague, lieux communs, persévérations ;
- Digressions, jargon ;
- Non-respect des tours de parole ;
- Hypospontanéité ;
- Discours inadapté, incohérent, désorganisé ;
- Dysprosodie (pouvant faire partie d'une dysarthrie).

Versant réceptif :

- Difficultés à suivre une conversation ;
- Difficultés à saisir l'intentionnalité du locuteur (compréhension de l'humour, de l'implicite et des métaphores (Dardier, 2004)) ;
- Difficultés à comprendre un discours narratif, extraire le thème, réaliser des inférences (Duchêne, 1997).

Des troubles phasiques peuvent également perturber l'interaction, tels que des troubles lexico-sémantiques, une anomie, un mutisme, une logorrhée et des troubles de la compréhension simple.

- **Les troubles de la communication non-verbale**

- Réduction des expressions faciales, amimie ;
- Particularité du regard (détourné ou au contraire trop fixe) ;
- Gestualité réduite et perturbée, parasitée par des mouvements involontaires alourdissant l'échange communicationnel (mains qui tremblent par exemple) ;
- Posture et proxémie possiblement inadaptées, pas forcément en adéquation avec les intentions du patient (accueil, rapprochement, hostilité...), ce qui peut générer un problème de congruence.

Le sujet cérébrolésé droit peut donc rencontrer des difficultés dans l'adaptation de la forme et du contenu de son message au contexte de communication et à l'interlocuteur, en fonction des informations qui sont connues ou non par ce dernier, appelées aussi « savoir partagé » (Chantraine, Joannette & Ska, 1998). Par ailleurs, les études du dysfonctionnement

inférentiel chez les cérébrolésés droits (droitiers) mettent en avant une difficulté d'interprétation de certains types de messages ainsi qu'une difficulté dans le « calcul de sens » (Lavorel, 1975) nécessaire à l'appréhension de l'intentionnalité de l'interlocuteur. Les cérébrolésés droits semblent en effet être en difficulté lorsque la compréhension d'un message requiert la mise en relation, par inférence, de plusieurs ordres d'informations. Plusieurs auteurs cités par Rééducation Orthophonique n°219 (2004) ont mis en avant le fait que les cérébrolésés droits ont accès au sens littéral de l'énoncé, mais ne parviennent pas toujours à inférer ce qui est réellement signifié par l'interlocuteur, ce qui explique leurs difficultés de compréhension de l'humour (Brownell et al, 1983 ; Bihrlé et al., 1986), des métaphores (Winner et Gardner, 1977 ; Gibbs, 1994), et des actes de langage indirects (Hirst & al., 1984 ; Weylman & al, 1989). Les cérébrolésés droits auraient notamment tendance à accepter des informations incongrues (Wapgnier et al. 1981), présenteraient des difficultés à saisir le sens d'expressions idiomatiques (Weinstein, 1964 ; Hier et Kaplan, 1980) ainsi qu'à appréhender les motivations des personnages d'une histoire (Gardner et al., 1983). En effet, ils seraient dans l'incapacité d'évaluer les états mentaux (croyances, connaissances d'arrière-plan).

Il est néanmoins nécessaire de nuancer cette classification topographique : il est possible de trouver des troubles de la communication chez des patients cérébrolésés gauches, tout comme des troubles phasiques peuvent être observés chez des patients cérébrolésés droits.

Substrats anatomiques

Comme cités précédemment, Benton et Bryan (1996) ont démontré le rôle de l'hémisphère droit dans le discours chez les droitiers. Monetta et Champagne (2004), présentent « *trois hypothèses différentes susceptibles d'expliquer les processus cognitifs sous-jacents pouvant déterminer les troubles de la communication verbale chez les cérébrolésés droits : l'hypothèse d'un déficit d'attributions des états mentaux (théorie de l'esprit) conforte l'idée d'une contribution réelle de l'hémisphère droit à la communication verbale tandis que les hypothèses d'un manque ou d'une mauvaise allocation des ressources cognitives et d'un dysfonctionnement exécutif sont en faveur d'un potentiel de l'hémisphère droit pour la communication verbale* ». L'hémisphère droit gèrerait donc les habiletés pragmatiques, dont l'expression et la compréhension des éléments paraverbaux et non-verbaux de la communication : organiser son discours de manière cohérente, faire une synthèse correcte d'un discours narratif, faire des inférences, interpréter les intentions d'autrui en fonction du

contexte, comprendre l'humour, le sarcasme et l'implicite, ou ce qui est non-littéral comme les actes de langage indirect et les métaphores.

Des études récentes ont également mis en lumière l'implication essentielle du lobe frontal et des réseaux neuronaux dans le fonctionnement des compétences communicationnelles. Le cortex préfrontal latéral, partie antérieure du lobe frontal, est responsable de processus cognitifs complexes, comme les capacités d'organisation du discours, la parole, la planification, ou encore le raisonnement déductif (inférences, récupération d'informations dans la mémoire à long terme et en mémoire de travail), toutes nécessaires au bon fonctionnement de la pragmatique. Le cortex orbitofrontal quant à lui est en charge des processus affectifs et motivationnels, de l'inhibition, de la prise de décision, du jugement, de la régulation de l'humeur et du comportement social, tous essentiels au bon déroulement de l'échange conversationnel. De plus, le lobe orbitofrontal, en association avec le lobe temporal médian droit, joue un rôle dans le décodage des indices environnementaux nécessaires au bon fonctionnement de la théorie de l'esprit (Duval et al., 2011). Le cortex cingulaire antérieur régit d'autres processus nécessaires à la communication : intention, inhibition, traitement du conflit ou de l'erreur. Enfin, comme l'a affirmé récemment Bernicot (2005), le lobe frontal semble effectivement constituer les bases neurales de la cognition sociale, composante indispensable aux capacités pragmatiques, mais aussi à celles de la métapragmatique.

⇒ *La pragmatique est donc un ensemble de compétences communicationnelles. Pour qu'un échange communicationnel soit réussi, il est nécessaire que le locuteur prenne en compte le contexte et l'interlocuteur, et qu'il s'y adapte. Les compétences pragmatiques sont notamment mises en jeu lors d'une conversation et lors de l'interprétation des actes de langage et des métaphores. Le lobe frontal, siège des fonctions exécutives, et l'hémisphère droit régissent principalement ces fonctions cognitives. Ainsi, lors d'une lésion cérébrale dans l'hémisphère droit ou au niveau du lobe frontal, il est courant d'observer des troubles de la communication verbale et non verbale.*

III. Structures logico-mathématiques : l'approche piagétienne

La théorie piagétienne

Nous avons fait le choix de fonder notre exploration des compétences logiques sur l'approche constructiviste de Piaget, psychologue suisse ayant consacré, à partir des années 1930, une grande partie de ses recherches à l'élaboration de théories sur l'émergence des structures logiques et de la pensée chez l'enfant. Selon Piaget lui-même, le constructivisme est « une théorie qui tente d'expliquer les relations entre le sujet et les objets dans l'élaboration des connaissances » (Chalon-Blanc, 2011). L'intelligence est définie par Piaget par les capacités d'adaptation du sujet à son environnement (Piaget et Inhelder, 1959). Toute évolution de l'intelligence chez un sujet serait liée à ses expériences.

Piaget distingue deux sortes d'opérations mentales : les opérations infralogiques et les opérations logico-mathématiques ou logico-arithmétiques. Les premières concernent les conservations physiques et la constitution de l'espace, c'est-à-dire les objets dans leur constitution propre ; les secondes portent sur les « ressemblances (*classes, relations symétriques*), les différences (*relations asymétriques*) ou les deux à la fois [...] entre objets discrets » (Dolle, 1999). Avant 7 ans, ces deux sortes d'opérations sont confondues car, à cet âge, toutes les opérations sont à la fois logiques, physiques et spatiales. Ce n'est qu'à partir de 7 ans qu'elles se différencient et se développent séparément.

La construction psychique s'effectue selon Piaget par la succession de trois stades de développement des structures de l'intelligence, eux-mêmes divisés en sous-stades. Ces stades se succèdent dans le temps selon une chronologie préétablie et ont un caractère intégratif : les acquisitions d'un stade servent de fondation aux futures acquisitions. Chaque stade se définit par une structure de pensée.

Stade sensori-moteur (0 → 2 ans)	<ul style="list-style-type: none"> • Intelligence pratique : actions sur les objets et sur soi-même ; • Apparition de la causalité, de l'intentionnalité et de la réversibilité ; • Permanence de l'objet = 1^{er} invariant psychique 	
Stade des opérations concrètes (2 → 12 ans)	Stade de l'intelligence pré-opératoire intuitive (2 → 7 ans)	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction symbolique • Pensée égocentrique • Raisonnement pré-logique
	Stade de l'intelligence pré-opératoire concrète (7 → 12 ans)	<ul style="list-style-type: none"> • Conservation = 2nd invariant psychique • Intériorisation de l'action
Stade des opérations formelles (12 → 16 ans)	<ul style="list-style-type: none"> • Intelligence formelle • Raisonnement hypothético-déductif • La pensée devient logico-mathématique 	

Description et acquisition des structures infralogiques et logico-mathématiques

Les structures infralogiques et logico-mathématiques se construisent donc principalement au cours du stade des opérations concrètes, et se perfectionnent durant le stade des opérations formelles. Pour notre étude, nous nous intéressons à la structure infralogique de conservation et aux structures logico-mathématiques interdépendantes des classes et des relations, à savoir la classification, la sériation, la combinatoire et l'inclusion.

La **conservation** est la « *capacité de dégager les aspects invariants de l'objet au travers des transformations qu'il subit* » (Legendre-Bergeron, 1980). Elle résulte de la mise en relation des actions du sujet et se construit concomitamment aux structures logiques de sériation et de classification. Il existe les conservations physiques (substance, poids et volume), spatiales (longueur et surface) et numériques (quantités discontinues ou correspondance terme à terme). La genèse de chaque conservation suit 3 niveaux :

- Premier niveau : absence de conservation, toute transformation est perçue comme une modification de quantité ;
- Deuxième niveau : le sujet compare l'état initial et l'état final et les met en correspondance : c'est la comparaison des deux états compte tenu de la transformation directe (ajout ou retrait) qui conduit à la conservation de l'inégalité ;
- Troisième niveau : le sujet perçoit les ajouts et les retraites comme des transformations inverses (réversibilité) : c'est la comparaison des deux états compte tenu de la transformation inverse qui conduit au constat de l'identité.

La conservation des quantités discontinues, de la substance, des longueurs et des surfaces s'acquiert vers 7 ans, la conservation du poids vers 8-9 ans, et celle des volumes physiques et spatiaux vers 12 ans. Pour justifier la conservation d'un élément, l'enfant dont l'invariant est opératoire utilise trois arguments : l'identité (« *c'est la même chose parce qu'on a rien enlevé et on n'a rien ajouté* »), la réversibilité par annulation (« *si on transforme le boudin en boule on aura la même chose qu'avant* ») et la réversibilité par compensation (« *le boudin est plus long mais moins épais que la boule donc c'est pareil* »).

La **classification**, un des deux principaux schèmes opératoires propres à la pensée concrète, consiste à « *réunir des objets selon leurs ressemblances à un ou plusieurs points de vue* » (Brin-Henry, Courier, Lederlé et Masy, 2011). Le sujet doit extraire des propriétés du réel et les coordonner pour effectuer une catégorisation et obtenir alors des classes. Selon Legendre-Bergeron (1980), une classe est « *un ensemble d'éléments ou d'individus présentant*

entre eux des caractéristiques communes ». Toute classe se caractérise toujours par sa compréhension (« *ensemble des qualités communes aux individus appartenant à une même classe* ») et son extension (« *ensemble des individus dont la réunion définit la classe* »). Piaget fait la différence entre deux sortes de classifications, à savoir les groupements additifs et multiplicatifs de classes. Les classifications additives résultent de la réunion des parties pour former le tout et s'appuient sur des classes négatives (rouges / non rouges) et des classes hiérarchiques (*dans la classe des chiens, j'ai des dalmatiens*). Les classifications multiplicatives résultent d'une classification selon plusieurs critères en simultané ; elles ne peuvent se faire toutes au même moment dans la réalité et devront donc prendre vie mentalement. Celles-ci font appel à l'intersection des classes. Dans l'épreuve de dichotomie de Piaget, le grand rond rouge fait ainsi partie simultanément de la classe des ronds, de celle des rouges et de celle des grandes formes.

Trois stades sont à dénombrer pour la construction de la classification :

- **Stade des collections figurales (de 2 à 5 ans)** : l'enfant groupe les éléments selon des configurations spatiales ; il réalise des petits alignements partiels (lignes de 2-3 éléments selon un critère de ressemblance jouant de proche en proche, sans projet pré-établi ; l'enfant n'utilise pas tout le matériel) et des alignements continués (l'enfant utilise tout le matériel pour aligner les éléments selon un critère changeant de proche en proche) ; puis, il forme des objets collectifs (disposition des éléments pour réaliser une unité d'un seul tenant représentant un objet réel) et des objets complexes (l'enfant donne à la collection une forme géométrique, il veut lui donner une « bonne forme »).
- **Stade des collections non figurales (de 5 à 7 ans)** : l'enfant commence à extraire les propriétés du matériel ; par tâtonnement, il réalise différents classements. A ce stade, ces derniers ne sont pas appelés « classes » car ils ne sont pas inclus dans des classes plus générales.
- **Stade de l'inclusion des classes et des classifications hiérarchiques (7-8 ans)** : l'enfant anticipe les classements et produit toutes les classes selon un projet mental préétabli.

La **sériation**, deuxième principal schème opératoire propre à la pensée concrète, devient opératoire en même temps que la classification. Il s'agit de « *grouper les objets selon leurs différences ordonnées* » (Dolle, 1999), c'est-à-dire de mettre en relation des éléments d'un ensemble suivant un critère commun variable (p. ex. la taille de bâtonnets). Une relation de sériation est transitive (*si le bâton a est plus petit que le bâton b, et que le bâton b est plus*

petit que le bâton c, alors le bâton a est plus petit que le bâton c), antisymétrique (*si a est plus petit que b, alors b ne peut pas être plus petit que a*) et antiréflexive (*un élément n'est jamais en relation avec lui-même*). Comme la classification, la sériation se construit en plusieurs étapes (l'exemple est pris de la sériation de bâtonnets de taille croissante) :

- **Niveau 1 (4-5 ans)** : l'enfant réalise des conduites figuratives (« *je vais construire une barrière* ») puis extrait la propriété de la taille pour réaliser des couples ou des triplés de bâtonnets ;
- **Niveau 2 (5-6 ans)** : niveau de la sériation intuitive ; l'enfant réussit à sérier les bâtonnets par tâtonnement empirique ; son langage ne coordonne pas les éléments entre eux ;
- **Niveau 3 (7-8 ans)** : niveau de la sériation opératoire ; l'enfant coordonne les propriétés relationnelles ; il parvient à sérier les bâtonnets en prenant à chaque fois le plus grand ou le plus petit de ceux restants : ses actions sont guidées par un projet mental, il est en anticipation ; son langage est teinté de termes de coordination (plus/moins petit/grand que) et il parvient à intercaler un bâtonnet dans la série.

L'**inclusion** correspond à la mise en relations d'ensembles, de classes. Elle « *constitue le critère de la classification proprement opératoire* » (Brin-Henry, Courier, Lederlé et Masy, 2011). C'est la sériation et la classification synthétisées qui permettent d'arriver à la compréhension des quantités et des nombres, et ainsi à la genèse de l'inclusion. La sériation fait également appel à l'invariant psychique de la conservation. En effet, lorsqu'on dissocie deux sous-classes d'une classe, on présuppose que cette classe est conservée. Cette structure logique permet de comprendre les notions de « tout » et de « partie », et se base sur la connaissance des termes « tous » et « quelques ». Elle est opératoire à l'âge de 10 ans.

Le principe de la **combinatoire** est de « *conduire l'enfant à explorer tous les choix possibles, à envisager toutes les transformations dans une situation donnée* » (Brin-Henry, Courier, Lederlé et Masy, 2011). Selon Piaget, il s'agit d'un schème opératoire formel, instrument de connaissance logico-mathématique permettant de structurer la réalité. Ces opérations combinatoires permettent au sujet de « *constituer, à partir des données d'un problème, un ensemble de combinaisons possibles et de déterminer quelles sont, parmi les combinaisons possibles compatibles avec les données du problème, celles qui sont effectivement réalisées* » (Legendre-Bergeron, 1980). Ces opérations combinatoires sont au nombre de deux : les opérations de combinaison et les opérations de permutation. Une

combinaison consiste à mettre en rapport chaque élément avec tous les autres. Les combinaisons apparaissent vers 7 ans et sont opératoires à 12 ans. Une permutation consiste quant à elle à changer l'ordre d'un ensemble d'éléments spatialement distribués. Ces opérations sont opératoires vers l'âge de 15 ans. Selon Piaget, « *la découverte des permutations est plus tardive que celle des combinaisons, par le fait que les combinaisons consistent "en association selon toutes les possibilités", alors que les permutations impliquent une mise en relation selon une sorte de système mobile de référence à partir d'éléments initiaux variables* » (Dolle, 1999).

Substrats anatomiques des structures logiques

Les substrats anatomiques des structures logico-mathématiques ne sont pas précisément localisés. Néanmoins, plusieurs études anatomo-fonctionnelles ont mis en évidence la participation de plusieurs aires cérébrales ainsi qu'une certaine différenciation hémisphérique dans les tâches de calcul. Ces dernières sont, d'après les cinq principes de Gelman et Gallistel pour l'acquisition du comptage et du dénombrement, soumises à l'acquisition des structures logico-mathématiques décrites supra. Le postulat est ainsi fait que les aires impliquées dans les tâches de calcul sont également impliquées dans l'élaboration des structures logico-mathématiques. D'abord, on observe une équipotentialité des deux hémisphères cérébraux dans la représentation des quantités numériques et leur comparaison (représentation visuelle des chiffres, interprétation des quantités et sens ordinal du nombre). L'hémisphère gauche est néanmoins particulièrement impliqué dans le calcul mental, la production des chiffres à l'oral et les tâches langagières. Dans son modèle anatomo-fonctionnel de 1995, Dehaene précise les aires cérébrales impliquées dans cette tâche. Les zones occipito-temporales des deux hémisphères permettent le décodage visuel et langagier, et donnent ainsi accès à l'écriture des nombres en chiffres arabes, au calcul mental et aux jugements de parité. La zone temporale (aire de Broca et partie supérieure du lobe temporal), les noyaux gris centraux et le noyau thalamique de l'hémisphère gauche permettent quant à eux le comptage, le stockage et la récupération des faits arithmétiques en mémoire, et la lecture, l'écriture et la production orale des numéraux verbaux. La jonction temporo-pariéto-occipitale (cortex pariétal inférieur et gyrus angulaire) des deux hémisphères donne accès à la représentation quantitative des nombres, et ainsi aux comparaisons numériques et au calcul approximatif. Chefs d'orchestre de toutes ces aires impliquées dans les opérations de calcul, le cortex préfrontal et le cortex cingulaire antérieur permettent la supervision des compétences

non automatiques (planification, mise en ordre, prise de décision), dont les conduites logiques.

Troubles logiques chez l'adulte cérébrolésé

Les structures logico-mathématiques et infralogiques sont ainsi assurées par de nombreuses aires cérébrales interconnectées, et se construisent au cours de la petite enfance et de l'adolescence. Elles sont, selon Piaget, opératoires vers 16 ans. Selon Gendre-Grenier et Vaillandet (2013), et la théorie piagétienne, être adulte laisse supposer un fonctionnement logico-mathématique construit, opérationnel et intact, à tous niveaux socio-culturels confondus. Néanmoins, quelques études sur des adultes cérébrolésés ont montré que les structures logiques peuvent être impactées par une lésion.

Les mémoires d'orthophonie de Marie Cavé (2014), Mathilde Boiteux (2015) et Julie Altenburger (2016) ont montré la présence de troubles logiques chez les adultes cérébrolésés. Gendre-Grenier et Vaillandet (2013) détaillent ces troubles dans leur étude portant sur l'évaluation des structures logiques chez des sujets cérébrolésés. Elles constatent, durant la passation d'épreuves de l'E.R.L.A. (Exploration du Raisonnement et du Langage Associé), un retour à une pensée pré-opératoire chez l'ensemble de leurs sujets. Elles observent notamment des conduites figuratives, un manque de décentration, de rétroaction, de mobilité de pensée et d'anticipation ; il est difficile pour eux de coordonner plusieurs points de vue et mettent en place peu de stratégies pour résoudre les situations (conduites de « faire pour faire »). Ces observations semblent tendre vers un déficit exécutif chez ces patients.

⇒ *Les structures logiques (logico-mathématiques et infralogiques) sont le socle de l'approche piagétienne de l'intelligence. Pour les besoins de notre étude, nous nous sommes focalisées sur la structure infralogique de conservation des volumes et sur les structures logico-mathématiques interdépendantes des classes et des relations, à savoir la classification, la sériation, la combinatoire et l'inclusion. Ces dernières sont supposées, selon Piaget, être acquises à l'âge adulte. Néanmoins, il a été montré dans différentes études que, lors d'une cérébrolésion, ces structures logiques sont atteintes. Les patients ont alors un comportement se rapprochant du stade pré-opératoire qui signifierait un probable déficit exécutif. Les substrats anatomiques des structures logiques ne sont pas clairement établis à ce jour. Toutefois, les cortex préfrontal et cingulaire antérieur semblent être particulièrement impliqués dans ces tâches.*

IV. Liens entre les compétences logiques et pragmatiques

Revue de littérature

Les liens entre le développement du langage et celui de la pensée logique ont été mis en évidence depuis longtemps, contrairement aux liens entre la logique et la pragmatique, encore très peu étudiés. Pour Piaget et Inhelder (1959), les structures logiques permettent le développement du langage : « *le langage ne constitue pas la source de la logique, mais est structuré par elle* ». En 1982, Khomsi a mis en lumière les parallèles dans le développement langagier d'une part, et cognitif d'autre part, montrant que les progrès dans un domaine entraînent des progrès dans l'autre chez l'enfant.

Concernant le lexique, Jaulin-Mannoni (1999) décrit les différents systèmes de classements dont la dichotomie, l'inclusion hiérarchique et la multiplication des classes. Elle précise que ces procédés servent au rangement dans la vie quotidienne, et qu'ils sont la base de notre système taxinomique (*La classe des animaux contient celle des chiens, qui contient celle des dalmatiens*). La classification est donc la structure logique qui permet de « ranger » en mémoire des connaissances, aussi bien culturelles que langagières (Gendre-Grenier et Vaillandet, 2013). Du point de vue développemental, le lien entre la classification et le système sémantique est avancé par différents auteurs. Piaget et Inhelder (1959) affirment que « *les substantifs consistent à découper le réel en classes* ». Quelques années plus tard, Gopnik et Meltzoff (1987) expliquent l'existence de « *liens étroits entre habiletés de catégorisation et l'explosion du vocabulaire, ou de la dénomination* ». Maeder (2011) met également en lien la catégorisation et la compréhension lexicale. Le stockage dans le lexique interne s'effectuant selon plusieurs entrées (phonologique, sémantique et syntaxique), elle affirme qu'on peut faire le parallèle entre les activités de catégorisation et cette activité de stockage organisé, qui demande des capacités de raisonnement. L'inclusion est par ailleurs impliquée dans la compréhension des termes quantificateurs « tous/quelques/un/aucun » (Piaget et Inhelder, 1959 ; Dolle, 1999).

Concernant la grammaire, la catégorisation aurait aussi un rôle dans l'utilisation et la compréhension des classes grammaticales. D'autre part, différentes implications de la sériation dans le langage ont été mises en lumière, notamment concernant :

- Certaines formes grammaticales, comme les comparatifs et les superlatifs (Piaget et Inhelder, 1959) ;

- L'accès à la transitivité et à la réversibilité dans les comparatives, et donc la compréhension de certains énoncés comme « *Pierre est plus grand que Paul et Paul est plus petit que Jean* » (Maeder, 2011) ;
- Le traitement de la phrase, qui permet de saisir la nature des relations entre les mots d'une phrase (axe syntagmatique) (Dufourmantelle et al., 2003, cité dans Gendre-Grenier et Vailland, 2013) ;

Concernant la compréhension, Maeder (2011) explique que la compréhension textuelle, ou du récit, met en jeu les compétences suivantes : la causalité, la coordination, les mises en relation d'ordre sémantique, la réalisation d'inférences et la généralisation. Le principe de généralisation fait appel à une certaine mobilité de pensée et à la réversibilité, capacités qui sont aussi nécessaires aux compétences logico-mathématiques. Maeder (2011) conclut ainsi son article : « *Tous les troubles de la compréhension ne relèvent pas forcément de troubles du raisonnement, mais dans un certain nombre de cas, les troubles du raisonnement sont à l'origine des troubles de la compréhension* ».

Les liens entre la logique et la pragmatique ont été abordés dans quelques études. Altenburger (2016) a montré que la rééducation des compétences logiques chez les cérébrolésés a pour effet non seulement leur récupération, mais aussi une meilleure récupération des compétences pragmatiques, et donc communicationnelles. Par ailleurs, une des conclusions du mémoire de Rigobert (2014) est que les capacités logico-pragmatiques et d'abstraction sous-tendraient la compréhension efficiente d'un récit.

Rappelons que la combinatoire constitue une des caractéristiques de la pensée opératoire formelle. Selon Gombert cité par Gendre-Grenier et Vailland (2013), la combinatoire est essentielle à la compréhension des métaphores ainsi qu'à celle des actes de langage indirects. La combinatoire demande d'avoir accès aux capacités de régulation, de décentration et de réversibilité, cette dernière étant notamment nécessaire au traitement des phrases passives.

Les inférences sont au croisement de la logique et de la pragmatique. Ducrot (1969) distingue deux énoncés verbaux susceptibles d'enclencher un processus inférentiel :

- **Les présupposés** : « *informations inférées directement par l'énoncé littéral : la sémantique du mot contient déjà l'inférence présupposée : "Pierre a arrêté de fumer" présuppose qu'il fumait avant* » ;
- **Les sous-entendus**, divisés en deux types distincts : les conventionnels (p. ex. : « *Avez-vous l'heure ?* ») et les non-conventionnels (p. ex. : « *Je ne veux pas partir avec Delphine en voiture, je tiens trop à la vie* »).

Fonctions exécutives

Comme nous l'avons vu précédemment, le cortex préfrontal et le cortex cingulaire antérieur sont impliqués à la fois dans les tâches de logique et de pragmatique. Ces localisations cérébrales correspondent à une partie des substrats anatomiques des fonctions exécutives. En outre, la logique et la pragmatique nécessitent, au-delà de leurs spécificités, des compétences liées à ces fonctions. Il est donc nécessaire, pour un bon fonctionnement logico-pragmatique, qu'elles soient efficaces.

Les fonctions exécutives sont l'ensemble des fonctions de direction permettant la réalisation de tâches complexes non automatiques (définition d'un but à atteindre, élaboration d'une stratégie, contrôle de sa mise en œuvre), mais également des tâches de pensée abstraite, de jugement et de raisonnement. Monetta et Champagne (2004) précisent que les fonctions exécutives sont « *un sous-ensemble des fonctions cognitives permettant de s'adapter à un environnement en évolution* ».

Le GREFEX (Groupe de REflexion sur les Fonctions EXécutives), met en avant 5 pôles exécutifs (Godefroy, 2012) :

- **Inhibition** : capacité à inhiber une information non pertinente ;
- **Flexibilité mentale** : capacité à déplacer son foyer attentionnel d'une classe de stimuli à une autre ;
- **Déduction de règles et élaboration conceptuelle** : abstraction de catégories selon un certain nombre de dimensions pour générer des règles de classement ;
- **Planification** : capacité à organiser son action dans une situation non routinière ;
- **Mémoire de travail et stratégies de recherche en mémoire** : maintien temporaire de l'information, traitement pour un passage de l'information en représentations épisodiques, récupération en mémoire.

Gendre-Grenier et Vaillandet (2013) font le postulat que les structures logiques (classification, sériation, inclusion) forment le socle de l'analyse de l'information (traitement et classement des indices d'une situation), nécessaire à la production de règles et/ou de représentations mentales et de l'élaboration d'une planification. Elles affirment que « *les structures logiques sont en lien avec la flexibilité mentale qui permet l'adaptation d'un plan élaboré en fonction des contingences de l'environnement* », et que « *l'élaboration de la réalisation d'une tâche simple, nouvelle et/ou complexe nécessite donc la mise en activation de processus logiques* ».

Houdé (2000) explique par ailleurs que les néopiagéticiens ont modulé la théorie piagétienne en insérant une idée modulaire du développement cognitif, dans lequel le système exécutif tient

un grand rôle. Selon Russel (2000), les tâches de logique demandent d'une part une inhibition de la réponse prédominante liée à l'environnement et d'autre part le maintien en mémoire de travail d'une nouvelle information pour l'action, avec en parallèle un contrôle de l'action en cours. Ainsi, l'inhibition servirait entre autres à supprimer activement des représentations cognitives interférentes, appelés « schèmes dangereux » (Perret, 2003).

Troubles logico-pragmatiques chez le patient cérébrolésé

Ainsi, de nombreuses zones cérébrales sont impliquées dans l'exécution des tâches logiques et pragmatiques : une lésion neurologique acquise dans une ou plusieurs de ces zones pourra potentiellement entraîner une atteinte logico-pragmatique.

Les fonctions exécutives étant le socle des fonctions cognitives supérieures (dont la logique et la pragmatique), leur atteinte pourra engendrer un trouble logico-pragmatique. Ainsi, comme l'ont souligné Gendre-Grenier et Vaillandet (2013), les patients cérébrolésés peuvent présenter :

- Un retour à une pensée de type figuratif, caractérisée par peu, voire pas d'anticipation ni de rétroaction ;
- Une pensée peu mobile, sans possibilité de décentration, ni de réajustement ;
- Une difficulté à coordonner plusieurs éléments ou points de vue.

Ces difficultés affectent certes les compétences logiques, mais aussi, comme nous pouvons nous en douter, les compétences pragmatiques (théorie de l'esprit, compréhension des actes de langage indirects, etc.).

Par ailleurs, Brownell, Potter, Bihrlé et Gardner (1986) ont montré qu'une flexibilité amoindrie pouvait gêner la prise en compte de différents sens possibles d'un énoncé en fonction de son contexte et, par conséquent, impacter la compréhension du sens second d'un énoncé non littéral, comme les actes de langage indirects, les énoncés ironiques, ou métaphoriques. Selon Tompkins, Baumgaertner, Lehman et Fossett (1995), l'inhibition aurait aussi un rôle à jouer dans le traitement du langage non littéral, notamment dans la suppression du sens littéral d'un énoncé pour accéder au sens implicite.

⇒ *Bien que les liens logico-pragmatiques aient été peu étudiés au profit des liens logico-langagiers, il semblerait que le point commun entre ces compétences soit sous-tendu par un réseau impliquant les fonctions exécutives. En effet, pour réaliser une tâche logique ou pragmatique, il serait nécessaire de mettre en œuvre les différentes fonctions décrites par le GREFEX. Néanmoins, face au peu de littérature existant sur ces liens logico-pragmatiques, il semblerait intéressant d'investiguer plus en profondeur les relations entretenues par les processus cognitifs sous-jacents à la réalisation de ces tâches.*

OBJECTIFS ET HYPOTHESES

Notre étude a pour objectif de mettre en évidence le lien entre les compétences logiques et pragmatiques chez l'adulte cérébrolésé.

Au vu des données extraites de la littérature et présentées précédemment, nous émettons l'hypothèse générale **H.1** que les performances dans le domaine logique seraient corrélées aux performances dans le domaine de la pragmatique chez l'adulte cérébrolésé. Nous émettons également les sous-hypothèses suivantes :

- **H.2** : Les scores obtenus par notre échantillon contrôle seraient meilleurs que ceux de notre échantillon test ;
- **H.3** : Une corrélation entre les compétences logiques et pragmatiques existerait également chez les adultes sains de notre échantillon contrôle ;
- **H.4** : Compte tenu des présupposés théoriques avancés en première partie, les cérébrolésés gauches devraient avoir des scores supérieurs à ceux obtenus par les cérébrolésés droits ;
- **H.5** : Selon la théorie piagétienne et les repères développementaux donnés par la mallette de bilan utilisée, les adultes sains de notre échantillon seraient opérants dans les structures logiques.

Pour mettre à l'épreuve ces hypothèses, nous avons fait passer une batterie de tests logiques et pragmatiques, empruntés au bilan E.R.L.A. et à la B-L.M. de cycle II pour la logique, et au Protocole MEC pour la pragmatique, à 25 adultes cérébrolésés et à 50 adultes sains. Les résultats des épreuves logiques ont ensuite été corrélés statistiquement aux résultats des épreuves pragmatiques.

METHODOLOGIE

❖ Participants

25 sujets A.V.C. (SA) et 50 sujets contrôle (SC) ont été inclus pour notre étude. A des fins de validité statistique, nous n'avons gardé que 25 sujets contrôle pour l'analyse des résultats. Les sujets contrôle ont été recrutés parmi notre entourage et grâce à un appel à participation lancé auprès de diverses populations. Le recrutement des sujets A.V.C. a été effectué au sein de divers services hospitaliers, à savoir l'U.N.V. du Centre Hospitalier de Hautepierre (Strasbourg), l'U.N.V. du Centre Hospitalier de Nancy, le Centre de Rééducation et de Réadaptation d'Alsace du Nord (Morsbronn-Les-Bains), le Centre Hospitalier d'Orléans et le Centre Hospitalier d'Ivry. Les orthophonistes présents dans les services de ces différents centres ont établi une pré-sélection des patients hospitalisés.

L'ensemble de nos sujets A.V.C. ont été sélectionnés selon les critères suivants :

- **Critères d'inclusion :**
 - Francophone
 - Droitier
 - Entre 41 et 85 ans inclus
 - A.V.C. datant de moins de 6 mois
- **Critères d'exclusion :**
 - Tout patient ayant des troubles pouvant empêcher la passation notifiés dans le dossier médical (agnosie, apraxie, troubles neurovisuels, pathologies psychiatriques)
 - Neurodégénérescence et tumeur cérébrale
 - Mini-Mental State Examination (MMSE) < 18
 - L'Language Screening Test (LAST) < 13

La sélection de la population contrôle a suivi les mêmes critères d'inclusion et d'exclusion, hormis la présence d'une cérébrolésion et la valeur du seuil d'exclusion pour le MMSE augmentée à 27. Nous n'avons pas réalisé de LAST pour les sujets contrôle en phase d'inclusion, car il s'agit d'un test de dépistage aux troubles phasiques.

Nos sujets A.V.C. et contrôle ont respectivement été répartis en trois classes d'âge de 15 ans d'écart (C1 : 41-55 ans ; C2 : 56-70 ans ; C3 : 71-85 ans) et en deux niveaux socio-culturels (Bac + et Bac -). Notre population test se distingue de notre population contrôle par la présence de la variable indépendante « A.V.C. ».

Caractéristiques de la population :

Nombre		Sujets A.V.C. (SA)	Sujets contrôle (SC)	
		25	50 (avant appariement)	25 (après appariement)
Répartition classes d'âge	C1 (41-55 ans)	9	18	12
	C2 (56-70 ans)	11	16	3
	C3 (71-85 ans)	5	16	10
Sexe	F	6	23	7
	M	19	27	18
Niveau socio-culturel (NSC)	Bac -	12	14	11
	Bac +	13	36	14

Chaque participant s'est vu attribuer un « code sujet » par souci d'anonymisation. Les sujets contrôle sont numérotés de 1 à 50 puis de 81 à 88. Ces 8 derniers sont venus remplacer 7 sujets exclus suite au rajout du critère d'inclusion de latéralité et 1 sujet exclu suite à son score au MMSE. Les sujets A.V.C. sont quant à eux numérotés de 51 à 80. Les sujets manquants dans le tableau (annexe 1) ont été exclus pour deux raisons : non-respect du critère d'inclusion de latéralité et présence d'une dysarthrie trop importante.

❖ Matériel

Pour notre expérimentation, nous avons utilisé les tests suivants : le MMSE (Folstein, 1975), le LAST (Flamand-Roze et Denier, 2011), le protocole MEC (Joanette, Ska et Côté, 2004), la B-LM cycle II (Métral, 2008) et l'E.R.L.A (Legeay, Morel et Voye, 2009).

Pour évaluer les capacités logiques, nous avons utilisé des épreuves tirées de l'E.R.L.A. et de la B-LM cycle II. Nous avons ainsi fait passer des épreuves de classification, de sériation, de combinatoire, d'inclusion et de conservation. Les épreuves de pragmatique ont quant à elles été tirées du Protocole MEC. Nous en avons fait passer trois épreuves : le discours conversationnel, l'interprétation d'actes de langage indirects et l'interprétation de métaphores. Ces dernières nous ont semblé pertinentes en raison de leur implication dans les processus à la fois logiques et pragmatiques. Le MMSE et le LAST ont été réalisés en phase d'inclusion de l'étude. Pour des soucis de droits d'auteur, nous ne détaillerons pas les consignes de passation dans leur intégralité. Néanmoins, nous inclurons dans cette description les modifications personnelles apportées, notamment pour les épreuves de logique. Nous avons en effet choisi d'ajouter un subtest à l'épreuve de sériation (L1) et de modifier le matériel de l'épreuve de combinatoire (L2).

Mini-Mental State Examination (MMSE)

Le MMSE est un instrument global d'évaluation des fonctions cognitives mis au point par Folstein en 1975, pour un dépistage rapide des déficits cognitifs. Pour nos passations, nous avons utilisé la version consensuelle du Groupe de Réflexion sur les Evaluations Cognitives (GRECO) mise au point en 1998.

Le MMSE est composé d'une série de trente questions, de difficulté variable, réparties en six catégories :

- Orientation : temporelle (5 pts) et spatiale (5 pts) ;
- Apprentissage : rappel immédiat de 3 mots (3 pts) ;
- Attention et calcul : série de calculs mentaux (5 pts) ;
- Rappel : rappel différé des 3 mots appris auparavant (3 pts) ;
- Langage : dénomination, répétition de phrase, compréhension de consignes orales et écrites, écriture d'une phrase (8 pts) ;
- Praxies constructives : copie d'une figure géométrique (1 pt).

À chacune des trente questions, une réponse juste entraîne un score de 1 et une réponse fautive un score de 0. Le score final est noté sur 30 points.

Le MMSE constituant une de nos épreuves de la phase d'inclusion, nous avons déterminé des scores seuil en dessous desquels les sujets ont été exclus :

- MMSE < 27 pour les sujets sains, correspondant à un niveau d'atteinte nul (Folstein, Folstein, McHugh et Fanjiang, 2001) ;
- MMSE < 18 pour les sujets A.V.C., seuil de l'atteinte cognitive modérée selon l'étude du CERAD (1993, cité dans Derouesné et al., 1999).

Language Screening Test (LAST)

Le LAST est une échelle du langage qui a été élaborée en 2011 par Flamand-Roze et Denier, au sein de l'Hôpital Bicêtre (AP-HP), à Paris (Flamand-Roze, 2015). Son objectif est de dépister très rapidement (en 2 minutes) de potentiels troubles phasiques causés par un A.V.C. en phase aiguë. Le test est composé de 15 items évaluant les capacités langagières sur leurs deux versants :

- en compréhension orale (/7 pts) : désignation d'images (/4 pts), exécution d'ordres (/3 pts) ;
- en expression orale (/8 pts) : dénomination d'images (/5 pts), répétition d'un mot et d'une phrase (/2 pts), série automatique (/1 pt).

Un score inférieur à 15 signe potentiellement la présence d'un trouble du langage. Le LAST dépistant plus de troubles phasiques que le MMSE, nous l'avons fait passer à tous les sujets A.V.C. dans le but d'inclure uniquement des sujets n'ayant pas de troubles phasiques trop massifs. Nous avons ainsi établi un score seuil d'inclusion de 13/15, laissant une marge d'erreur tenant compte d'une part de possibles troubles mnésiques, notamment pour la répétition, et d'autre part d'une éventuelle dysarthrie. Il ne nous a pas semblé pertinent de le faire passer aux sujets contrôle compte tenu de l'objectif du test.

Le Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication (Protocole MEC)

Le Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication est un test mis au point en 2004 par Joannette, Ska, et Côté. Cet outil comprend 14 épreuves. Il vise à évaluer l'intégrité des habiletés de communication verbale des patients qui ont subi une lésion cérébrale, principalement les adultes ayant subi un A.V.C. droit, mais aussi ceux avec un A.V.C. gauche, un traumatisme crânien, une tumeur cérébrale ou une démence (p. ex. Alzheimer). Conçu pour les adultes, il permet l'évaluation des dimensions prosodiques, lexico-

sémantiques, discursives et pragmatiques du langage. Pour notre batterie de tests, nous avons choisi de garder uniquement les épreuves de pragmatique, à savoir le discours conversationnel (évaluation entre autres du respect des maximes conversationnelles de Grice, 1979), l'interprétation d'actes de langage indirects (évaluation des actes locutoires et illocutoires décrits par Austin, 1962) et l'interprétation de métaphores. Pour une question de clarté dans notre exposé, nous avons choisi de renommer l'épreuve d'interprétation d'actes de langage indirects : nous l'appellerons désormais « interprétation d'actes de langage ».

	Objectifs	Matériel	Consignes	Cotation
Discours conversationnel (P1)	Observer des déficits dans les sphères pragmatiques, lexico-sémantiques, discursives et prosodiques du langage dans un contexte de conversation relativement naturel, sur le plan de la compréhension, de l'expression verbale et non verbale.	Cahier de notation et guide de cotation de la MEC pour l'examineur.	Discuter avec le sujet autour d'un thème proposé par l'examineur (travail, famille, loisirs...) ; changer de thème après 5 minutes.	Epreuve cotée sur 34 points. Pour chaque item : <ul style="list-style-type: none"> • <u>2 pts</u> : comportement absent ; • <u>1 pt</u> : comportement rare ou peu marqué ; • <u>0 pt</u> : comportement fréquent ou très marqué.
Interprétation d'actes de langage (P2)	Evaluer la capacité à comprendre des actes de langage directs et indirects en tenant compte du contexte situationnel.	Cahier de notation et guide de cotation de la MEC pour l'examineur ; cahier de stimuli pour le sujet.	Lecture de stimuli (courtes situations de communication directes ou indirectes) par l'examineur. Dans un premier temps, le sujet reformule spontanément « ce que la personne veut dire » ; dans un deuxième temps, il choisit parmi 2 propositions d'interprétation de l'acte de langage sur le cahier de stimuli*.	<u>Partie explications P2 (E)</u> /40 pts (<i>situations directes P2 (E-d)</i> /20 pts ; <i>situations indirectes P2 (E-ind)</i> /20 pts). Chaque explication est cotée sur 2 pts : <ul style="list-style-type: none"> • <u>2 pts</u> : réponse claire et adéquate ; • <u>1 pt</u> : éléments corrects mais imprécisions, omissions ou ajouts ; • <u>0 pt</u> : réponse erronée ou absente. <u>Partie choix P2 (C)</u> /20 pts (<i>situations directes P2 (C-d)</i> /10 pts ; <i>situations indirectes P2 (C-ind)</i> /10 pts). Chaque choix est coté sur 1 pt sur la base correct/incorrect.

	Objectifs	Matériel	Consignes	Cotation
Interprétation de métaphores (P3)	Evaluer la capacité à interpréter le sens figuré de phrases comportant des métaphores nouvelles (non figées ou d'utilisation courante dans la langue française) et des idiomes (expressions figées ou courantes).	Cahier de notation et guide de cotation de la MEC pour l'examineur ; cahier de stimuli pour le sujet.	Lecture de stimuli (métaphores nouvelles et idiomes) par l'examineur et/ou par le sujet. Dans un premier temps, le sujet explique le stimulus ; dans un deuxième temps, il choisit parmi 3 propositions d'interprétation de la métaphore sur le cahier de stimuli**.	<p><u>Partie explications P3 (E)</u> /40 pts (<i>métaphores nouvelles P3 (E-nv)</i> /20 pts ; <i>idiomes P3 (E-id)</i> /20 pts).</p> <p>Chaque explication est cotée sur 2 pts :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>2 pts</u> : réponse claire et adéquate ; • <u>1 pt</u> : éléments corrects mais imprécisions, omissions ou ajouts ; • <u>0 pt</u> : réponse erronée ou absente. <p><u>Partie choix P3 (C)</u> /20 pts (<i>métaphores nouvelles P3 (C-nv)</i> /10 pts ; <i>idiomes P3 (C-id)</i> /10 pts). Chaque choix est coté sur 1 pt sur la base correct/incorrect.</p>

* Mme Leblanc attend son fils qui se brosse les dents avant d'aller le reconduire à l'école. Elle lui dit : « François, c'est long. » D'après vous, que veut dire Mme Leblanc ?

Premier temps : explication libre

Deuxième temps : choix parmi 2 propositions

- A. Veut-elle lui dire qu'il prend du temps pour se brosse les dents ?
- B. Veut-elle qu'il se dépêche ?

** Il a mis de l'eau dans son vin.

Premier temps : explication libre

Deuxième temps : choix parmi 3 propositions :

- A. Il a fait des compromis.
- B. Il a versé de l'eau dans sa coupe de vin.
- C. Il a bu du vin et de l'eau.

Batterie Logico-Mathématique cycle II (B-LM cycle II)

La B-LM cycle II est une batterie d'inspiration piagétienne et constructiviste explorant les conduites logico-mathématiques créée en 2008 par Métral. Nous avons choisi d'utiliser l'épreuve de sériation de baguettes qu'elle propose, cette dernière nous ayant paru particulièrement complète.

	Sériation de baguettes (L1)
Objectifs	Evaluer le niveau de sériation à partir d'une tâche de manipulation ; Vérifier si le patient est en mesure de gérer les relations d'ordre ; Vérifier comment il s'organise pour gérer ces relations.
Matériel	9 baguettes colorées en bois, de longueur croissante.
Consignes	<u>Sériation spontanée (L1S1)</u> : Demander au sujet de ranger les baguettes (sans préciser comment) ; <u>Dénomination (L1S2)</u> - <i>subtest ajouté aux préexistants pour tester la présence des termes cibles en langage spontané</i> : Demander au sujet « comment est la baguette noire » ; <u>Désignation (L1S3)</u> : Demander au sujet de montrer la ou les baguettes correspondant à l'énoncé donné par l'examineur.
Cotation	<u>Sériation spontanée (L1S1)</u> : <ul style="list-style-type: none">• <u>0 pt</u> : stade figuratif ; production sans rapport avec la consigne ;• <u>1 pt</u> : formation de paires, de triplés ; quelques comparaisons mais pas de coordination ;• <u>2 pts</u> : sériation par tâtonnement ; base ou sommet commun ;• <u>3 pts</u> : sériation opératoire ; coordination maîtrisée ; <u>Dénomination (L1S2)</u> : <ul style="list-style-type: none">• <u>0 pt</u> : pas de termes « plus grand / plus petit que » ;• <u>1 pt</u> : relation de comparaison ; « elle est plus grande que, et plus grande que, et puis elle est plus grande que ... » ;• <u>2 pts</u> : relation de transitivité, de coordination ; « elle est plus grande que / plus petite que ... mais aussi plus grande / plus petite que ». <u>Désignation (L1S3)</u> : chaque item est coté sur 1 pt sur la base correct/incorrect (/6 pts).

Exploration du Raisonnement et du Langage Associé (E.R.L.A.)

L'E.R.L.A. est une batterie de bilan créée en 2009 par Legeay, Morel et Voye, cofondatrices du groupe Cogi'Act. D'inspiration constructiviste, cette batterie reprend la théorie piagétienne dans des épreuves visant à appréhender les difficultés logico-mathématiques dans leur globalité. Il s'agit de « *comprendre où en est le patient dans sa construction de sens* » (Legeay, Morel et Voye, 2013). L'E.R.L.A. contient des épreuves piagésiennes auxquelles ont été ajoutés des protocoles de questions permettant d'explorer et de comprendre les conduites d'exploration du matériel et le langage utilisé par le sujet. Ce bilan s'adresse non seulement aux enfants mais aussi aux adultes dans le cadre d'une pathologie neurologique acquise. Gendre-Grenier et Vaillandet (2013) ont ainsi utilisé des épreuves de l'E.R.L.A. pour mener une étude sur les liens entre les processus langagiers et les structures logiques d'adultes cérébrolésés.

Nous avons sélectionné quatre épreuves de cette batterie pour notre étude. Nous avons établi une cotation à partir des repères développementaux indiqués dans la mallette.

	Conduites de combinatoire – permutations (L2)
Objectifs	Observer la capacité du patient à : <ul style="list-style-type: none"> – Mener une recherche systématique des possibles ; – Envisager et réaliser toutes les permutations ; – Tenir compte de ses réalisations et s’ajuster (rétroaction et anticipation) ; – Signifier ses procédures.
Matériel	8 jetons bleus, 8 jetons verts, 7 jetons rouges et 7 jetons jaunes (<i>nombre de jetons modifié pour l’étude afin de tester la réaction du patient face à l’épuisement du matériel</i>).
Consignes	Demander au sujet de trouver le nombre maximum de façons différentes de disposer 3 jetons (1 vert, 1 bleu et 1 rouge), pour créer le plus de drapeaux possibles. Une fois cette étape réussie, réaliser la même chose avec des jetons de 4 couleurs différentes.
Cotation	<p><u>0 pt</u> : trouve 0, 1 ou 2 combinaisons pour les drapeaux de 3 couleurs ;</p> <p><u>1 pt</u> : trouve 3, 4 ou 5 combinaisons pour les drapeaux de 3 couleurs ;</p> <p><u>2 pts</u> : trouve toutes les combinaisons pour les drapeaux de 3 couleurs par tâtonnement, pas de stratégie ; si on lui demande de recommencer ne met pas en place d’organisation ;</p> <p><u>3 pts</u> : trouve toutes les combinaisons des drapeaux de 3 couleurs avec une stratégie ;</p> <p><u>4 pts</u> : trouve les drapeaux de 3 couleurs avec stratégie, et les drapeaux à 4 couleurs jusqu’à épuisement du matériel (ne se soucie pas du fait qu’il n’y en ait plus) ;</p> <p><u>5 pts</u> : trouve toutes les combinaisons de drapeaux de 3 couleurs avec une stratégie ; trouve les 24 drapeaux de 4 couleurs sans stratégie préalable ;</p> <p><u>6 pts</u> : trouve toutes les combinaisons pour les drapeaux de 3 et de 4 couleurs, avec une stratégie claire dès le début de la manipulation.</p>

	Conduites de classification – inclusion hiérarchique (L3)
Objectifs	Observer chez le sujet ses conduites classificatrices et d'inclusion : <ul style="list-style-type: none"> – Sa capacité à établir les relations entre classes incluant et incluses sur le plan de l'extension et de la compréhension ; sa capacité à justifier qu'une même classe peut être à la fois incluse et incluant ; – Sa capacité à généraliser la relation inclusive. Analyser les conduites langagières spécifiques à ce domaine sur les plans sémantique et syntaxique telles que : emploi des quantificateurs, noms de classes, déterminants, emploi de propositions subordonnées, etc.
Matériel	Figurines en plastique : 8 dalmatiens, 4 chiens « non dalmatiens », 4 animaux « non chiens » (2 chevaux et 2 autres animaux).
Consignes	Après s'être approprié le matériel, le sujet doit répondre à de nombreuses questions évaluant la soustraction de classes, la quantification de l'inclusion, l'utilisation de la relation inclusive comme argument puis comme généralisation.
Cotation	<p><u>0 pt</u> : Pas de construction d'un système de relations emboîtées ; étiquetage par des termes génériques. Item 1 réussi ;</p> <p><u>1 pt</u> : Soustraction de classes ; Début de centration de la compréhension de la classe. Items 2 et 3 réussis ;</p> <p><u>2 pts</u> : Traitement en classes disjointes de la quantification de l'inclusion, mises en relation limitées à : « classe des chiens et classe des chiens non-dalmatiens » et à « classe des animaux et classe des animaux non-chiens » ; juxtaposition de collections. Construction de situations par réajustements successifs. Echec à l'item 4 ; item 5 réussi ;</p> <p><u>3 pts</u> : Quantification de l'inclusion en situation : les classes sont considérées comme emboîtables et le tout apparaît nécessairement supérieur aux parties. Réglage entre la compréhension et l'extension de la classe. Généralisation du caractère substituable des éléments. Emploi des quantificateurs. Item 4 réussi ;</p> <p><u>4 pts</u> : Utilisation de la relation inclusive comme argument ; item 6 réussi ;</p> <p><u>5 pts</u> : Généralisation de la relation inclusive. La conservation du tout ne peut exister sans celle de ses parties et réciproquement. Item 7 réussi.</p>

	Conduites de classification – changement de critères et dichotomies (L4)
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> – Observer comment le patient organise spontanément le matériel, comment il en extrait les propriétés et comment il les lie entre elles ; – Observer la capacité du patient à organiser le matériel sur consigne ; – Recueillir les conduites langagières qualifiant les classements.
Matériel	Jetons de deux formes (carré/rond), de deux couleurs (jaune/rouge) et de deux tailles (grand/petit), soit 3 critères et 2 propriétés par critère.
Consignes	Mettre ensemble « ce qui va bien ensemble », réaliser des classements selon des critères extraits du matériel.
Cotation	<p><u>0 pt</u> : Pas de conduite de classification ; collections figurales ;</p> <p><u>1 pt</u> : centration sur les propriétés de l'objet mais pas de coordination ; commence par les sous-classes (mouvement ascendant) ; jusqu'à 2 dichotomies peuvent être trouvées par tâtonnement ; quelques conduites de classification ;</p> <p><u>2 pts</u> : début des classes → 2 dichotomies trouvées spontanément, la 3ème avec manipulation ; oubli des 4-8 tas ;</p> <p><u>3 pts</u> : toutes les dichotomies et quelques sous-classes sont trouvées, possible alternance de méthodes ascendante/descendante ;</p> <p><u>4 pts</u> : classification opératoire ; méthode descendante ; toutes les dichotomies et toutes les sous-classes sont trouvées.</p>

	Investigation des invariants – conservation physique (L5)
Objectifs	Observer chez le sujet : <ul style="list-style-type: none"> – Sa capacité à comprendre que certaines transformations appliquées à la matière ne modifient pas le volume (résister à certains leurres perceptifs) ; – Sa capacité à comparer et coordonner les relations entre éléments suite à une déformation et les invariants de substance et de poids ; – Sa capacité à formuler des certitudes.
Matériel	2 pots d'eau remplis au même niveau et 2 boules identiques de pâte à modeler.
Consignes	Présentation de diverses situations nécessitant la mobilisation de l'invariant de conservation : si une des deux boules change de forme, va-t-il y avoir une modification dans l'élévation du niveau d'eau ?
Cotation	<u>0 pt</u> : Non conservation du volume - Primat de la perception ; <u>1 pt</u> : Niveau intermédiaire ; oscillations ; ne résiste pas aux contre-suggestions ; <u>2 pts</u> : Conservation du volume physique.

❖ Procédure générale

Avant la passation de notre bilan, une note d'information concernant l'étude a été remise aux participants qui ont ensuite signé un formulaire de non-opposition. En amont de la passation, nous avons fait passer un Mini-Mental State Examination (MMSE) afin d'éliminer tout potentiel trouble cognitif trop important au sein de notre population. Le LAST a également été fait passer aux sujets ayant fait un A.V.C., afin d'écarter d'éventuels troubles phasiques trop important pour la suite du bilan.

Chaque passation a été réalisée en une fois, en 2 heures avec une pause au milieu du bilan, au sein de services hospitaliers de neurologie et de centres de rééducation et de réadaptation pour les sujets A.V.C., et à domicile en 1h-1h30 pour les sujets contrôle. L'intégralité de ces passations a été enregistrée : captation vidéo des mouvements des mains pour les épreuves de logique et enregistrements audio pour les épreuves de pragmatique.



Illustration 1 – Prise de vue d'une passation auprès d'un sujet A.V.C.

L'ordre des épreuves a été réfléchi en termes d'alternance logique/pragmatique et en termes d'équilibrage du coût cognitif des épreuves, afin de limiter le biais de la fatigabilité. Nous avons choisi de débiter chaque passation par l'épreuve de discours conversationnel afin de créer un climat thérapeutique serein avant de commencer les tests. Les épreuves du bilan se sont déroulées dans l'ordre suivant :

- 1. Discours conversationnel P1 ;**
- 2. Sériation de baguettes L1 ;**
 - Sériation spontanée L1S1 ;
 - Dénomination L1S2 ;
 - Désignation L1S3 ;
- 3. Conduites de combinatoire - permutations L2 ;**
- 4. Interprétation d'actes de langage P2 :**
 - Partie explications P2 (E) :
 - *Situations directes P2 (E-d) ;*
 - *Situations indirectes P2 (E-ind) ;*
 - Partie choix P2 (C) :
 - *Situations directes P2 (C-d) ;*
 - *Situations indirectes P2 (C-ind) ;*
- 5. Conduites de classification – inclusion hiérarchique L3 ;**

6. Interprétation de métaphores P3 :

- Partie explications P3 (E) :
 - *Métaphores nouvelles P3 (E-nv) ;*
 - *Idiomes P3 (E-id) ;*
- Partie choix P3 (C) :
 - *Métaphores nouvelles P3 (C-nv) ;*
 - *Idiomes P3 (C-id) ;*

7. Conduites de classification – changement de critères et dichotomies L4 ;

8. Investigation des invariants – conservation physique L5.

L'ensemble des épreuves a été coté à la fois quantitativement et qualitativement. La cotation quantitative a été réalisée à partir du visionnage des vidéos et de l'écoute des enregistrements audio, afin de rendre les échanges conversationnels les plus naturels et spontanés possibles.

Pour que les passations et les cotations soient les plus standardisées possibles, et pour assurer la fidélité inter-juges, nous avons rédigé en amont un protocole pour notre étude, coté conjointement nos deux premiers sujets contrôle, puis ponctuellement, lorsqu'un second avis s'imposait.

❖ Tests statistiques utilisés

Pour l'analyse de nos résultats, nous avons utilisé un ensemble de tests paramétriques : le test T de Student, le Khi-deux et le coefficient de corrélation de Pearson. Nous avons également utilisé l'ajustement de Bonferroni afin de corriger le seuil de significativité (p) de chaque coefficient de corrélation.

ANALYSE DES RESULTATS

❖ Test d'appariement statistique

Les valeurs p aux tests d'appariement de notre échantillon (25 sujets A.V.C. et 50 sujets contrôle) ayant montré une différence significative entre nos deux groupes, nous avons choisi de réaliser une sélection à l'aveugle de 25 sujets contrôle parmi notre échantillon de départ. Cela nous a permis d'obtenir deux échantillons pour lesquels nous n'avons pas trouvé de différence significative, et qui seront ainsi statistiquement mieux répartis pour la réalisation de nos futurs calculs.

		Sujets A.V.C. (n = 25)	Sujets contrôle (n = 25)	p
Agés (Test T de Student)		m = 61,76 (s = 12,51)	m = 60,52 (s = 14,61)	0,75
Niveau socio-éducatif (Khi-deux)	Bac +	13	14	0,69
	Bac -	12	11	
Sexe (Khi-deux)	F	6	7	0,66
	M	19	18	

Tableau 1 – Appariement statistique de nos deux échantillons.

❖ Analyse des résultats de nos 2 groupes

Pour rappel, nous avons émis l'hypothèse H.2 selon laquelle les scores obtenus par notre échantillon contrôle seraient meilleurs que ceux de notre échantillon test. Nous pouvons traduire cette hypothèse par l'équation suivante : moy (SC) – moy (SA) > 0. Pour valider H.2 il est ainsi nécessaire d'obtenir une confirmation de cette équation, avec une différence statistiquement significative, c'est-à-dire avec un $p < 0,05$.

La validation de l'hypothèse H.5 selon laquelle les sujets contrôle seraient opérants aux épreuves de logique est soumise à la vérification que leur moyenne à L1, L2, L3, L4 et L5 soit supérieure ou égale aux seuils établis. Nous avons déterminé ces derniers d'après les repères développementaux des bilans utilisés.

	Sujets A.V.C. (SA)		Sujets Contrôle (SC)		P (test de Student)	Seuils de logique (\geq)	
	Moyenne (m)	Pourcentage de réussite	Moyenne (m)	Pourcentage de réussite			
P1	27,64	81%	32,8	96%	$1,9^E-4$	-	
L1	7,88	68%	8,44	77%	0,15	9	
	L1S1	2,8	93%	2,96	99%	0,15	-
	L1S2	0,36	18%	0,2	10%	0,30	-
	L1S3	4,72	79%	5,28	88%	0,08	-
L2	2,36	39%	3,84	64%	$2,51^E-3$	5	
P2 (E)	28,92	72%	32,6	81%	$3,3^E-3$	-	
	P2 (E-d)	13,12	66%	14,24	71%	0,35	-
	P2 (E-ind)	15,8	79%	18,36	92%	$2,6^E-3$	-
P2 (C)	17,32	87%	18	90%	0,22	-	
	P2 (C-d)	8,6	86%	8,52	85%	0,90	-
	P2 (C-ind)	8,72	87%	9,48	95%	0,10	-
L3	2,92	58%	3,76	75%	0,09	5	
P3 (E)	32,08	80%	36	90%	0,01	-	
	P3 (E-nv)	16,12	81%	17,48	87%	0,11	-
	P3 (E-id)	15,96	80%	18,52	93%	$1,2^E-3$	-
P3 (C)	18,64	93%	19,4	97%	0,06	-	
	P3 (C-nv)	9,32	93%	9,76	97%	0,06	-
	P3 (C-id)	9,32	93%	9,64	96%	0,16	-
L4	1,6	40%	1,8	45%	0,54	3	
L5	1,6	80%	1,96	98%	0,03	2	

Tableau 2 – Comparaison des résultats des deux groupes.

D'après ce tableau, nous retrouvons :

- ✓ 7 tests et subtests pour lesquels la moyenne des sujets contrôle est significativement supérieure à celles des sujets A.V.C. (en fond gris clair sur le tableau) :
 - P1
 - P2 (E)
 - P2 (E-ind)
 - P3 (E)
 - P3 (E-id)
 - L2
 - L5
- ✓ 12 tests et subtests pour lesquels la moyenne des sujets contrôle est supérieure à celle des sujets A.V.C., mais dont la différence est statistiquement non significative (en fond blanc sur le tableau) :
 - P2 (E-d)
 - P2 (C)
 - P2 (C-ind)
 - P3 (E-nv)

- P3 (C)
- P3 (C-nv)
- P3 (C-id)
- L1
- L1S1
- L1S3
- L3
- L4

✓ 2 subtests pour lesquels la moyenne des sujets contrôle est inférieure à celle des sujets A.V.C., mais dont les différences ne sont pas statistiquement significatives (en fond gris foncé sur le tableau) :

- P2 (C-d)
- L1S2

Nous constatons également que l'ensemble des moyennes des sujets contrôle aux épreuves de logique L1, L2, L3, L4 et L5 est inférieure aux seuils établis.

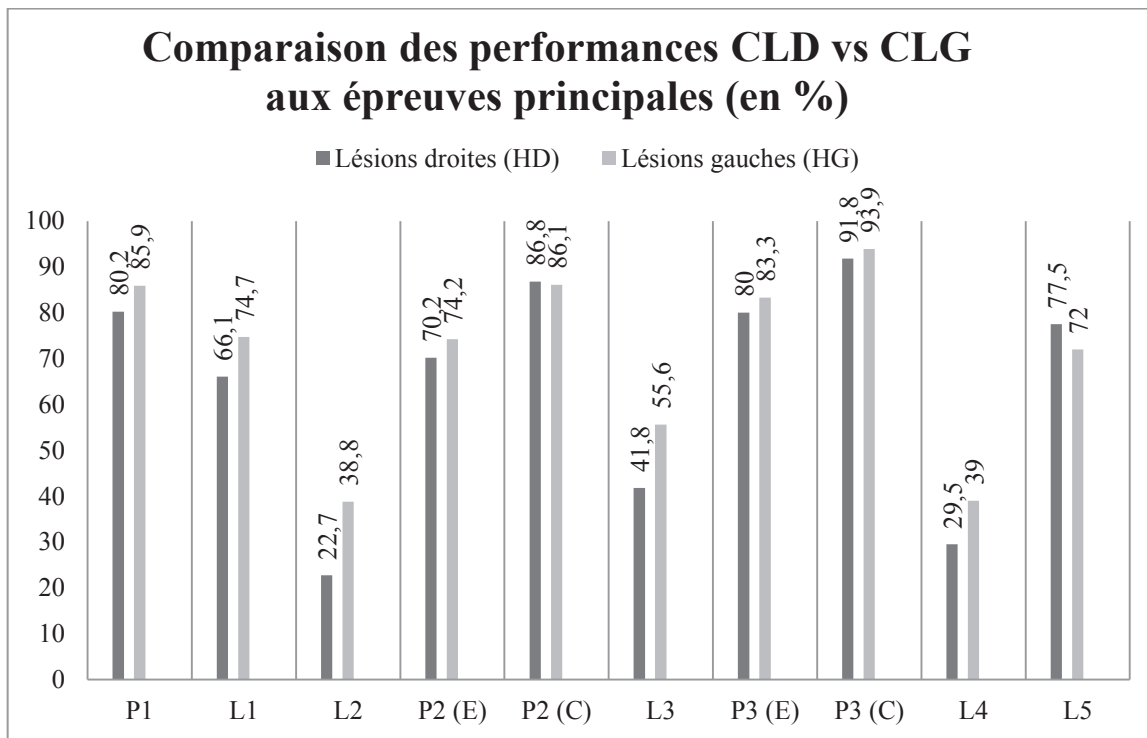
Nous pouvons ainsi conclure à la **partielle validation de H.2**, bien que la quasi-totalité de nos résultats bruts aillent dans le sens de l'hypothèse. Nous notons également un inversement de la tendance pour les subtests P2 (C-d) et L1S2 auxquels nos sujets A.V.C. ont réalisé de meilleures performances que les sujets contrôle bien que ces résultats ne soient pas statistiquement significatifs.

Nous concluons également à la **non validation de H.5**, constatant par-là que l'ensemble de nos sujets contrôle n'était pas opérant pour les structures logico-mathématiques étudiées.

❖ **Analyse des résultats en fonction de la localisation lésionnelle**

Compte tenu des présupposés théoriques avancés en première partie, nous avons émis l'hypothèse H.4 selon laquelle les cérébrolésés gauches (CLG) devraient avoir des scores supérieurs à ceux obtenus par les cérébrolésés droits (CLD). Pour confirmer cette hypothèse, il faudrait valider l'équation : $\text{moy (HG)} - \text{moy (HD)} > 0$, avec une différence significative $P < 0,05$.

Pour analyser cette hypothèse, nous avons exclu des calculs 6 sujets A.V.C. présentant des lésions sous corticales. Nous avons ensuite réparti les 19 sujets A.V.C. restant en fonction de leur localisation lésionnelle : parmi eux, 10 présentaient une lésion localisée dans l'hémisphère cérébral droit et 8 dans l'hémisphère cérébral gauche. Le dernier sujet présentait des lésions bilatérales : nous avons choisi de l'inclure dans les deux groupes.



Graphique 1 – Comparaison des performances des cérébrolésés droits à celles des cérébrolésés gauches aux épreuves principales (en pourcentages).

Concernant les épreuves principales, il semblerait que la comparaison des moyennes des épreuves évaluant les structures logico-mathématiques et les compétences pragmatiques aille dans le sens d'une supériorité des performances des cérébrolésés gauches par rapport à celles des cérébrolésés droits, bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative. Seules l'épreuve testant la structure infralogique de conservation et l'épreuve de pragmatique P2 (C) montrent la tendance inverse, mais toujours sans différence significative. (Annexe 2).

Concernant les sous-épreuves, pour l'intégralité des subtests de logique et les 2 sous-épreuves de pragmatique P2 (E-d) et P2 (C-d), nous retrouvons également une supériorité des performances des cérébrolésés gauches par rapport à celles des cérébrolésés droits. La tendance inverse est à noter pour les sous-épreuves de pragmatique P2 (E-ind), P2 (C-ind) et P3 (C-id).

Les résultats n'étant pas statistiquement significatifs, **nous ne pouvons pas valider l'hypothèse H.4, malgré des résultats bruts allant dans le sens d'une validation.**

❖ Scores de corrélation

Dans le but d'étudier le lien entre les scores de logique et de pragmatique chez nos sujets A.V.C. et chez nos sujets contrôle, nous avons réalisé 130 calculs de corrélation sur l'ensemble de notre échantillon. Pour cela, nous avons croisé chaque score de logique avec chaque score de pragmatique (en incluant cette fois les sous-épreuves).

S'agissant de comparaisons multiples, nous avons utilisé la correction de Bonferroni afin de corriger le seuil de significativité (p) de chaque coefficient de corrélation (r). Cette correction consiste à diviser le seuil p habituel (0,05) par le nombre de calculs effectués. Nous avons ainsi obtenu un seuil p de $3,8^E-4$, en dessous duquel nous considérons que r est significatif.

Le degré de significativité du test de corrélation, à savoir la valeur minimale de r pour passer le seuil de significativité (p), a été établi à partir d'une table de significativité. Pour un seuil p non corrigé, le r minimal est de $|0,4|$; pour un seuil p corrigé par la correction de Bonferroni, le r minimal est de $|0,7|$. Les scores r compris entre ces deux seuils seront analysés avec prudence, ces derniers pouvant être des faux-positifs créés par la multiplication des calculs de corrélation.

Chez les sujets A.V.C. :

	L1	L2	L3	L4	L5
P1	-	-	-	-	-
P2 (E)	0,41 ($p = 4,88^E-21$)	0,49 ($p = 4,44^E-25$)	-	-	-
P2 (C)	0,47 ($p = 2,61^E-20$)	0,43 ($p = 1,17^E-28$)	-	-	-
P3 (E)	-	-	-	-	-
P3 (C)	0,52 ($p = 8,37^E-27$)	0,43 ($p = 2,62^E-34$)	0,57 ($p = 6,15^E-33$)	0,50 ($p = 1,06^E-33$)	-

Tableau 3 – Présentation des scores de corrélation r supérieurs à $|0,4|$ aux épreuves principales dans l'échantillon test.

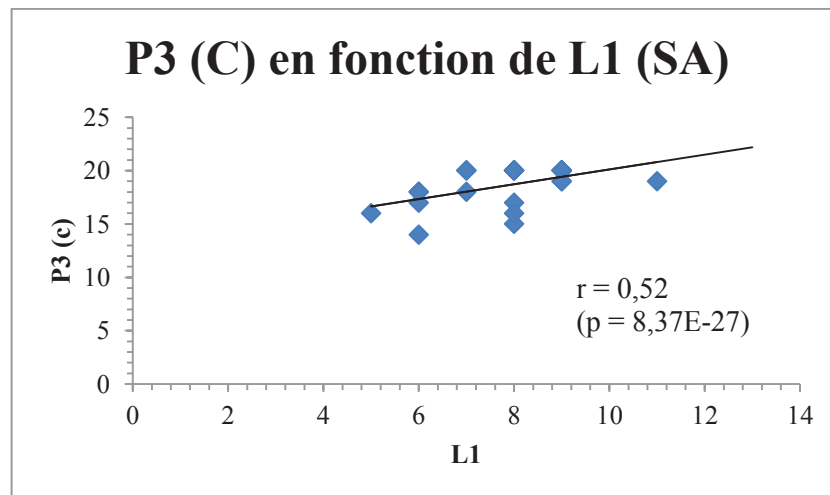
L'ensemble des scores de corrélation r calculés sont statistiquement significatifs car inférieurs à $p = 3,8^E-4$. Le tableau complet contenant les scores de corrélation pour les épreuves principales et les sous-épreuves se trouve en annexe (annexe 3).

Nous retrouvons 8 scores de corrélation passant le seuil non corrigé $|0,4|$:

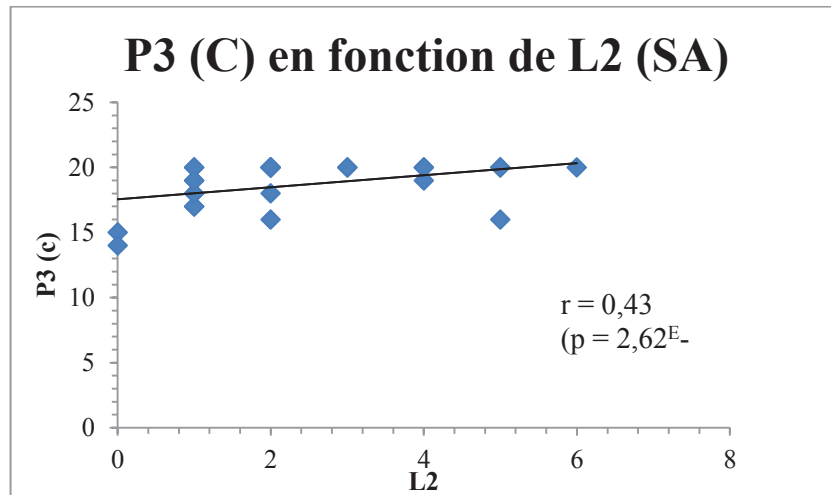
- ✓ P2 (E) – explications d’actes de langage – et L1 – sériation ;
- ✓ P2 (E) – explications d’actes de langage – et L2 – combinatoire ;
- ✓ P2 (C) – choix d’interprétation d’actes de langage – et L1 – sériation ;
- ✓ P2 (C) – choix d’interprétation d’actes de langage – et L2 – combinatoire ;
- ✓ P3 (C) – choix d’interprétation de métaphores – et L1 – sériation ;
- ✓ P3 (C) – choix d’interprétation de métaphores – et L2 – combinatoire ;
- ✓ P3 (C) – choix d’interprétation de métaphores – et L3 – inclusion ;
- ✓ P3 (C) – choix d’interprétation de métaphores – et L4 – classification.

Aucun score de corrélation ne passe le seuil corrigé de $|0,7|$. Il semble ainsi, pour l’ensemble de ces observations, y avoir une différence significative mais qui ne subsiste pas après la correction statistique de Bonferroni.

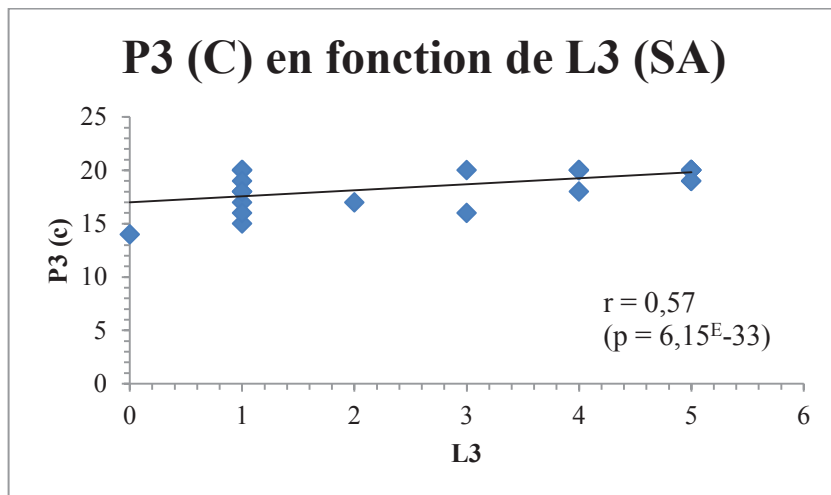
Nous constatons que les performances à la sous-épreuve P3 (C) semblent être tout particulièrement liées aux scores des épreuves logico-mathématiques (L1, L2, L3 et L4). De plus, L1 et L2 sont les épreuves de logique dont les performances sont les plus corrélées aux résultats des épreuves de pragmatique (P2 (E), P2 (C) et P3 (C)).



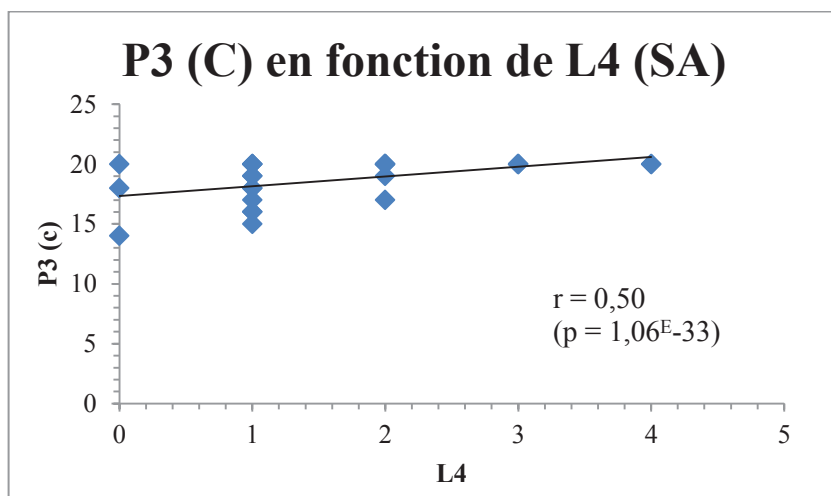
Graphique 2 – Scores de corrélation entre P3 (C) et L1 chez les sujets A.V.C.



Graphique 3 – Scores de corrélation entre P3 (C) et L2 chez les sujets A.V.C.



Graphique 4 – Scores de corrélation entre P3 (C) et L3 chez les sujets A.V.C.



Graphique 5 – Scores de corrélation entre P3 (C) et L4 chez les sujets A.V.C.

Au vu de ces résultats, **nous pouvons conclure à la partielle validation de l'hypothèse H.1**, selon laquelle les performances dans le domaine logique seraient corrélées aux performances dans le domaine de la pragmatique chez l'adulte cérébrolésé. Cette validation partielle est néanmoins à nuancer, l'ensemble de nos scores r n'ayant pas un degré de significativité passant le seuil de significativité corrigé.

Chez les sujets contrôle :

	L1	L2	L3	L4	L5
P1	-	0,55 ($p = 7,99^E-48$)	0,55 ($p = 5,33^E-48$)	0,48 ($p = 1,67^E-47$)	-
P2 (E)	-	-	-	0,41 ($p = 4,21^E-24$)	-
P2 (C)	0,45 ($p = 9,32^E-28$)	0,45 ($p = 3,40^E-34$)	-	-	0,41 ($p = 7,19^E-27$)
P3 (E)	-	0,46 ($p = 8,48^E-30$)	-	-	<u>0,75</u> ($p = 2,55^E-25$)
P3 (C)	0,52 ($p = 2,12^E-30$)	0,51 ($p = 1,85^E-31$)	-	-	-

Tableau 4 – Présentation des scores de corrélation r supérieurs à $|0,4|$ aux épreuves principales dans l'échantillon contrôle.

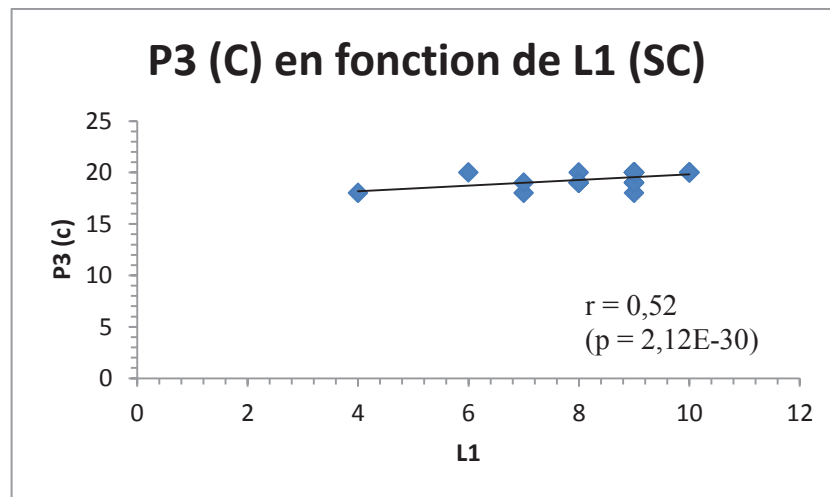
L'ensemble des scores de corrélation calculés sont statistiquement significatifs car inférieurs à $p = 3,8^E-4$. Le tableau complet contenant les scores de corrélation pour les épreuves principales et les sous-épreuves se trouve en annexe (annexe 4).

Nous retrouvons 11 scores de corrélation passant le seuil non corrigé :

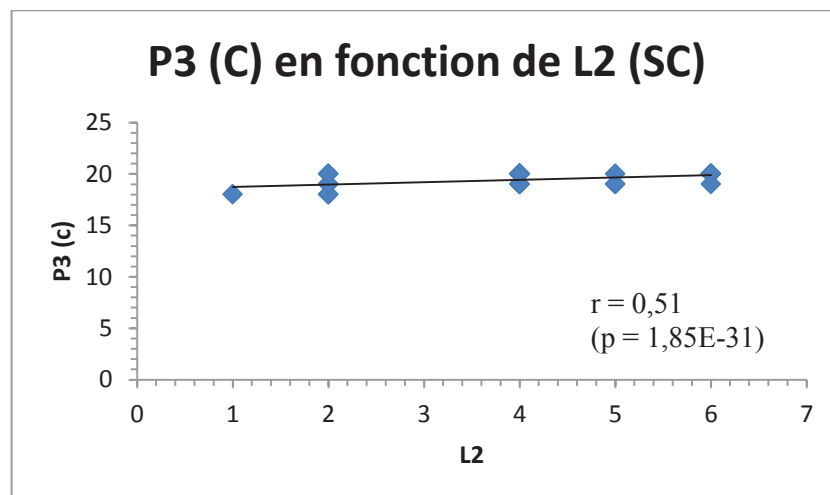
- ✓ P1 – discours conversationnel – et L2 – combinatoire ;
- ✓ P1 – discours conversationnel – et L3 – inclusion ;
- ✓ P1 – discours conversationnel – et L4 – classification ;
- ✓ P2 (E) – explications d'actes de langage – et L4 – classification ;
- ✓ P2 (C) – choix d'interprétation d'actes de langage – et L1 – sériation ;
- ✓ P2 (C) – choix d'interprétation d'actes de langage – et L2 – combinatoire ;
- ✓ P2 (C) – choix d'interprétation d'actes de langage – et L5 – conservation ;
- ✓ P3 (E) – explications de métaphores – et L2 – combinatoire ;
- ✓ P3 (E) – explications de métaphores – et L5 – conservation ;
- ✓ P3 (C) – choix d'interprétation de métaphores – et L1 – sériation ;
- ✓ P3 (C) – choix d'interprétation de métaphores – et L2 – combinatoire.

Seul le score de corrélation P3 (E) et L5 passe le seuil corrigé (souligné dans le tableau). Il semble ainsi, pour les 10 autres corrélations observées, y avoir une différence significative mais qui ne subsiste pas après la correction statistique de Bonferroni.

Nous constatons que L2 est l'épreuve de logique dont les résultats sont les plus corrélés avec les performances aux épreuves de pragmatique. Nous relevons également que les résultats aux épreuves P1 et P3 (C) sont les plus corrélés à ceux des épreuves de logique.



Graphique 6 – Scores de corrélation entre P3 (C) et L1 chez les sujets contrôle.



Graphique 7 – Scores de corrélation entre P3 (C) et L2 chez les sujets contrôle.

Au vu de ces résultats, **nous pouvons conclure à la partielle validation de l'hypothèse H.3**, selon laquelle les performances dans le domaine logique seraient corrélées aux performances dans le domaine de la pragmatique chez les adultes sains de notre échantillon contrôle. Cette validation partielle est néanmoins à nuancer, la majorité de nos scores r n'ayant pas un degré de significativité passant le seuil de significativité corrigé.

Scores r en commun :

Nous retrouvons des scores de corrélation semblables entre nos deux échantillons :

- ✓ P2 (C) – choix d'interprétation d'actes de langage – et L1 – sériation ;
- ✓ P2 (C) – choix d'interprétation d'actes de langage – et L2 – combinatoire ;
- ✓ P2 (C-ind) – choix d'interprétation d'actes de langage indirects – et L1 – sériation ;
- ✓ P3 (E-nv) – explications de métaphores nouvelles – et L1 – sériation ;
- ✓ P3 (C) – choix d'interprétation de métaphores – et L1 – sériation ;
- ✓ P3 (C) – choix d'interprétation de métaphores – et L2 – combinatoire ;
- ✓ P3 (C-nv) – choix d'interprétation de métaphores nouvelles – et L1 – sériation ;
- ✓ P3 (C-nv) – choix d'interprétation de métaphores nouvelles – et L2 – combinatoire.

Aucun de ces scores de corrélation ne passe le seuil corrigé, il semble ainsi y avoir une différence significative mais qui ne subsiste pas après correction de Bonferroni.

❖ Tableau récapitulatif des résultats : conclusion sur les hypothèses

<u>H.1</u> : corrélation des performances logiques et pragmatiques chez les SA	➔ Partiellement validée
<u>H.2</u> : moy (SC) – moy (SA) > 0	➔ Partiellement validée
<u>H.3</u> : corrélation des performances logiques et pragmatiques chez les SC	➔ Partiellement validée
<u>H.4</u> : moy (HG) – moy (HD) > 0	➔ Partiellement validée
<u>H.5</u> : scores logiques SC > seuils développementaux	➔ Non validée

DISCUSSION

Pour rappel, notre étude a pour objectif la mise en évidence d'un lien entre les compétences logiques et pragmatiques chez l'adulte cérébrolésé. Nous avons émis l'hypothèse principale (H.1) que les performances dans le domaine de la logique seraient corrélées aux performances dans le domaine de la pragmatique chez l'adulte cérébrolésé. Dans ce but, nous avons fait passer un ensemble de tests logiques (empruntés au bilan E.R.L.A. et à la B-LM cycle II) et de tests pragmatiques (empruntés au Protocole MEC) à 25 adultes cérébrolésés et à 50 adultes sains, âgés entre 41 et 85 ans. A des fins de validité statistique, nous n'avons gardé que 25 sujets sains, sélectionnés à l'aveugle. Les résultats des épreuves logiques ont ensuite été corrélés statistiquement aux résultats des épreuves pragmatiques pour chaque groupe.

I. Synthèse des résultats obtenus

Résultats de logique

Les résultats aux épreuves de logique mettent en évidence que les moyennes des sujets contrôle sont inférieures aux seuils établis. Ces résultats nous permettent d'invalider H.5 et ainsi de nuancer la théorie piagétienne selon laquelle tout sujet, à partir de 16 ans, est opérant dans les structures logico-mathématiques et infralogiques (stade des opérations formelles). Les résultats des travaux de Houdé (2007) vont également dans ce sens : ils ont en effet montré que, contrairement à ce qu'avait avancé Piaget, les adultes continuent à faire des erreurs perceptives dans certaines tâches de logique.

Durant la passation des tests de logique, nous avons constaté un comportement particulier chez les sujets contrôle. En effet, ils cherchaient fréquemment à donner une réponse « scolaire » aux questions. Par exemple, dans l'épreuve de combinatoire (L2), plusieurs sujets nous ont répondu « cela me fait penser aux probabilités, à la formule de factorielle... » sans réussir pour la plupart à appliquer correctement ladite formule et se trompant ainsi dans la réponse. Par ailleurs, les résultats des sujets A.V.C. à la sous-épreuve LIS2 sont supérieurs à ceux des sujets contrôle. Ce subtest demande aux sujets de « décrire » une des 9 baguettes. Les sujets A.V.C. ont fait majoritairement plus abstraction de ses

propriétés physiques que les sujets contrôle et ont abordé les relations sériales avec les 8 autres baguettes. A l'inverse, de nombreux sujets contrôle sont restés figés sur des termes de description mathématique : « *parallépipède rectangle* », « *1 cm de différence* », etc. Nous pourrions expliquer ces observations cliniques par l'existence d'une certaine inhibition des sujets contrôle, inhibition que l'on retrouve non seulement dans leur langage, mais également dans le manque de manipulation des éléments. Les sujets contrôle se réfèreraient majoritairement à leurs connaissances formelles et à leurs apprentissages scolaires (stade des opérations formelles de Piaget) sans pouvoir revenir aux stades antérieurs dans le but de résoudre l'épreuve (revenir à la manipulation par exemple). D'autre part, il est important de rappeler que nous avons présenté leur participation à notre bilan comme une contribution à l'élaboration d'une moyenne des sujets contrôle dans le cadre d'une étude scientifique. Ainsi, nous pensons qu'il existerait également un biais de désirabilité sociale (Crowne et Marlowe, 1960), à savoir un « *biais dans l'évaluation qui correspond à l'inclinaison d'une personne à répondre d'une façon qui sera vue comme favorable par les autres. Volonté de se montrer sous un jour favorable.* ». Les sujets contrôle auraient ainsi cherché à « bien répondre », comme ils pensaient qu'on l'attendait. Pour éviter cet effet, il aurait peut-être été judicieux d'éviter de nous étendre sur les objectifs et les hypothèses de notre étude, afin qu'il y ait une certaine passation « à l'aveugle » pour notre échantillon sain.

L'épreuve de conservation (L5) nous paraît également intéressante. Les performances à cette épreuve correspondent au meilleur pourcentage de réussite dans les épreuves de logique, à la fois dans notre échantillon test (80% de réussite) et dans notre échantillon contrôle (98% de réussite). Contrairement à L1, L2, L3 et L4 évaluant des structures logico-mathématiques, L5 teste une structure infralogique. Pour rappel, une opération infralogique concerne les objets dans leur constitution propre, alors que les opérations logico-mathématiques portent sur les ressemblances et les différences entre les objets. Il serait ainsi possible que L5 soit l'épreuve de logique la mieux réussie en raison de l'absence des processus de relations entre les objets.

De plus, nous pourrions expliquer cette différence de performances par l'implication plus ou moins forte des fonctions exécutives dans les épreuves de logique. Houdé (2007) a montré que l'inhibition était mise en jeu dans toutes les tâches de logique, dont la conservation. En effet, pour réussir l'épreuve de conservation, le sujet doit inhiber le côté perceptif, visuel, pour se référer à son savoir. Pour rappel, Perret (2007) explique qu'il s'agit d'inhiber les « schèmes dangereux », ou représentations cognitives interférentes. Ce mécanisme est

également confirmé par Russel (2000) qui explique ceci : « *dans les tâches piagésiennes [...] comme les conservations [...], il faut inhiber une réponse prévalente et en même temps maintenir à l'esprit une information prévalente* ». Néanmoins, mise à part l'inhibition, nous n'avons pu montrer l'implication d'autres fonctions exécutives dans la tâche de conservation. Elle ne les impliquerait que très peu, selon nous, contrairement aux autres épreuves de logiques de notre étude. En effet, pour résoudre la situation de conservation, le sujet planifie moins son action que dans les épreuves testant les structures logico-mathématiques. Il doit également se montrer moins flexible, le paradigme de la conservation demandant peu de déplacement du foyer attentionnel d'un stimulus à un autre contrairement, par exemple, à L4 (épreuve des dichotomies) qui exige de pouvoir être suffisamment flexible pour trouver plusieurs classements. Il serait ainsi possible que L5 soit l'épreuve de logique la mieux réussie en raison de la faible implication du réseau des fonctions exécutives. La différence de réussite entre les sujets A.V.C. et les sujets contrôle résiderait dans des difficultés d'inhibition présentes majoritairement chez les sujets A.V.C. en raison de leur cérébrolésion.

Résultats de pragmatique

Dans l'épreuve d'interprétation d'actes de langage (P2), l'ensemble de notre cohorte a eu davantage de difficultés avec les énoncés directs qu'avec les énoncés indirects, y cherchant très souvent des sous-entendus. Cette tendance a également été observée dans une étude portant sur la cognition sociale des cérébrolésés droits (Bertrand-Gauvin, Faucher, Bocti, Gagnon et Joannette, 2014). Nous observons toutefois que cette propension à chercher des sous-entendus dans des situations directes est nettement plus importante chez les sujets contrôle que chez les sujets A.V.C. Cette tendance pourrait de nouveau être expliquée par un besoin de réussite et de performance des sujets sains (effet de désirabilité sociale). Ceci pourrait également justifier le différentiel important entre les scores des actes de langage directs et ceux des actes de langage indirects chez les sujets contrôle. En effet, nous retrouvons entre 10% et 20% de différence de réussite entre P2 (E-d) et P2 (E-ind), et entre P2 (C-d) et P2 (C-ind) chez les sujets contrôle, alors que la différence est plus faible chez les sujets A.V.C. (entre 1% et 8% seulement).

De plus, nous constatons que la différence des résultats de nos deux groupes aux sous-épreuves impliquant des actes de langage directs (P2 (E-d) et P2 (C-d)) est moins grande que celle pour les sous-épreuves impliquant des actes de langage indirects (P2 (E-ind) et P2 (C-

ind)). Alors que ces faibles performances seraient imputables à la cérébrolésion des sujets A.V.C., nous pensons que cette chute de résultats serait une nouvelle fois explicable par l'effet d'attente chez les sujets contrôle.

Concernant l'épreuve d'interprétation de métaphores, les sujets cérébrolésés de notre échantillon ont légèrement mieux réussi les métaphores nouvelles que les idiomes. Le différentiel de réussite entre les résultats des sujets A.V.C. et ceux des sujets contrôle est d'ailleurs plus important pour l'explication des idiomes (13%) que pour l'explication des métaphores nouvelles (6%), toujours à l'avantage des sujets contrôle. Les idiomes seraient ainsi particulièrement difficiles à interpréter dans le cas d'une cérébrolésion. Ces difficultés ont déjà été observées dans d'autres études impliquant des cérébrolésés droits (Weinstein, 1964 ; Hier et Kaplan, 1980, cités dans Rééducation Orthophonique n°219, 2004). A l'inverse, dans leur étude portant sur un échantillon restreint de sujets cérébrolésés, Bertrand-Gauvin, Faucher, Bocti, Gagnon et Joannette (2014) rapportent quant à eux que les idiomes sont généralement mieux réussis que les métaphores nouvelles, et ce, particulièrement chez les cérébrolésés gauches. Ces deux études font ainsi état d'une différence de compréhension entre les métaphores nouvelles et les idiomes en fonction de l'hémisphère cérébral lésé. Dans notre étude, nous n'observons toutefois pas de différence de performance significative entre les cérébrolésés droits et les cérébrolésés gauches à ce sujet.

Pour la partie choix d'interprétation des métaphores (P3 (C)), le différentiel de réussite entre les résultats des sujets A.V.C. et ceux des sujets contrôle est très faible, ce qui peut nous amener à deux hypothèses : une meilleure interprétation des métaphores en réception (interprétation donnée en fonction de choix préexistants, peu de langage spontané est attendu) qu'en expression (interprétation libre, discours spontané) chez les sujets cérébrolésés d'une part, et un possible manque de sensibilité de ce subtest d'autre part.

Localisation cérébrale

Nous n'avons pas mis en évidence de lien hémisphérique dans notre étude, les réseaux cérébraux sous-tendant les performances logico-pragmatiques seraient ainsi bien répartis. De plus, les lésions cérébrales de nos sujets A.V.C. sont trop différentes pour que nous puissions émettre des hypothèses de localisation des processus logiques.

Néanmoins, les 8 scores de corrélation communs dans l'ensemble de notre échantillon montreraient que, avec ou sans lésion cérébrale, les performances à ces tests seraient corrélées (pour rappel, les scores de corrélation obtenus ne sont pas statistiquement significatifs). Il y aurait donc un réseau cérébral commun a priori diffus pour l'ensemble de ces épreuves (L1, L2, P2 (C), P2 (C-ind), P3 (E-nv), P3 (C) et P3 (C-nv)). Selon nous, ce réseau cérébral commun serait sous-tendu par les fonctions exécutives. En effet, les épreuves impliquées dans les scores de corrélation communs nécessiteraient les fonctions exécutives suivantes : l'inhibition, la flexibilité mentale et la mémoire de travail.

Pour résoudre les épreuves logico-mathématiques L1 et L2, le sujet devrait en permanence inhiber les « représentations cognitives interférentes » (Perret, 2003). La flexibilité mentale serait également impliquée : l'épreuve de combinatoire, par exemple, demanderait ainsi non seulement d'inhiber les drapeaux déjà constitués pour ne pas avoir de doublons mais aussi d'être suffisamment flexible pour voir tous les possibles. La mémoire de travail serait aussi en jeu : à la fois pour L1 et L2, le sujet devrait garder la consigne en mémoire tout en manipulant et en tentant de résoudre la situation.

Pour parvenir à choisir parmi 3 explications d'actes de langage (P2 (C)), le sujet maintiendrait dans un premier temps l'énoncé en mémoire tout en évaluant la pertinence des différentes propositions (mémoire de travail). La flexibilité mentale serait également impliquée pour cette sous-épreuve : choisir parmi plusieurs explications nécessiterait de prendre en compte les différents points de vue en fonction du contexte énonciatif (Brownell et al., 1986). Pour finir, la sélection de la bonne proposition sous-entendrait l'inhibition des réponses les moins pertinentes. Le choix dans l'interprétation d'actes de langage indirects (P2 (C-ind)) requerrait davantage d'inhibition que celui des actes directs (P2 (C-d)) : le sujet devrait en effet inhiber le sens littéral de l'énoncé pour avoir accès au sens implicite.

De même, l'interprétation de métaphores (P3) nécessiterait sensiblement les mêmes compétences que P2 (C-ind) (Searle, 1969) : le maintien en mémoire de l'énoncé, l'inhibition du sens littéral de la proposition (Tompkins, 1995) et la flexibilité de son réseau lexical (choix du sens accordé à un mot, dans cette situation précise).

II. Limites de notre étude

❖ Critiques méthodologiques

Recrutement de l'échantillon sain

Afin que notre groupe contrôle soit le plus représentatif possible, nous aurions dû réaliser un appel à recrutement plus large que celui que nous avons fait. En effet, la quasi-totalité de notre échantillon contrôle est composée de nos proches, et ne contient que peu de niveaux socio-culturels inférieurs au baccalauréat. Un recrutement plus large nous aurait potentiellement permis de conserver les 50 sujets pour l'analyse de nos résultats et d'ainsi mettre en évidence plus d'éléments grâce à un échantillon plus important.

Recrutement des sujets A.V.C.

Aux balbutiements de notre étude, nous souhaitions travailler sur un échantillon test composé à la fois de sujets post-A.V.C. et de sujets traumatisés crâniens. Pour des raisons de disponibilité des professionnels exerçant dans les différents centres accueillant les traumatisés crâniens de nos régions d'inclusion, nous n'avons pas pu concrétiser cette partie du recrutement, et nous nous sommes donc reportées sur un échantillon test composé uniquement de patients post-A.V.C. Néanmoins, nous pensons que cette restriction méthodologique a été bénéfique à notre analyse, et nous a évité de nous disperser davantage face à la grande diversité déjà existante chez nos 25 sujets post-A.V.C.

Le recrutement de nos sujets cérébrolésés a été fait au sein d'unités neuro-vasculaires, accueillant les patients à la phase aigüe, et au sein de services de rééducation comme celui de Morsbronn-Les-Bains. Ce large panel de recrutement était un de nos choix méthodologiques afin de nous permettre d'atteindre nos 25 sujets, mais, a posteriori, nous pensons qu'il aurait été intéressant de sélectionner les services en fonction de leur cible (délai post-A.V.C.). En effet, les sujets A.V.C. n'étaient ainsi pas au même stade de récupération spontanée, et, pour certains, suivaient déjà une rééducation orthophonique depuis plusieurs mois. Il est possible que ce critère d'inclusion (< 6 mois post A.V.C.) ait eu une conséquence sur les résultats.

Nous avons également essuyé quelques refus de la part des sujets A.V.C. après avoir annoncé que la passation durait 1h30 et qu'elle était enregistrée et filmée.

Choix des critères d'inclusion et d'exclusion des sujets A.V.C.

Notre étude étant exploratoire, nous avons fait le choix d'établir des critères d'inclusion et d'exclusion assez larges, notamment pour les localisations des lésions vasculaires. Cette trop grande diversité dans les lésions nous a empêchées de conclure sur l'existence d'un réseau cérébral spécifique pour les tâches de logique, ou sur l'exclusion d'aires cérébrales ne participant pas aux activités logico-pragmatiques. Nous aurions ainsi pu cibler plus précisément les localisations lésionnelles afin d'écarter certaines aires cérébrales, corticales et sous-corticales.

Choix des bilans

A posteriori, les épreuves du Protocole MEC que nous avons choisies nous ont parfois semblé manquer de sensibilité, notamment pour les subtests choix (P2 (C) et P3 (C)). En effet, les notes finales peuvent rester quelquefois élevées chez les sujets A.V.C. malgré la présence de réponses aberrantes (compréhension littérale d'une métaphore par exemple), pourtant signes d'un trouble pragmatique. Le test datant de 2004 et étant d'origine québécoise, peut-être aurions-nous dû prendre la liberté d'y ajouter quelques modifications pour correspondre davantage à notre public cible (validité de contenu), comme modifier quelques formulations typiquement québécoises (ex : « *le professeur est endormant* ») et remanier quelques énoncés de l'épreuve de compréhension d'actes de langage indirects pour les faire correspondre à une représentation de la société plus actuelle : plus de noms à consonance culturelle et géographique variée et moins de situations présentant des stéréotypes genrés. Nous émettons quelques réserves concernant l'item n° 15 de la partie choix de l'épreuve des métaphores (« *J'ai mis les pieds dans le plat.* ») pour laquelle le test considère comme vraie l'affirmation C (« *J'ai commis une erreur.* »). Or, pour nous ainsi que pour la plupart de nos sujets, cette affirmation sous-tend davantage une idée de franchise que d'erreur, ce qui explique qu'une grande partie des sujets ait choisi la réponse B (« *J'ai rendu service à quelqu'un.* »). Nous avons tout de même fait le choix de suivre la notation proposée dans le protocole.

En outre, les trois épreuves de pragmatique issues du Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication (Protocole MEC) nous semblent insuffisantes pour dresser un profil précis et complet des compétences pragmatiques des sujets. Il serait intéressant d'intégrer d'autres épreuves à notre batterie de tests, qui évalueraient notamment la théorie de l'esprit, la reconnaissance des émotions, la compréhension de l'humour et du sarcasme.

De même, nous aurions aimé faire passer au moins deux épreuves par structure logique (et infralogique) afin de pouvoir établir un profil plus complet des compétences logiques des sujets. Il nous semble en effet difficile de pouvoir conclure avec certitude du niveau de logique des sujets en ne proposant qu'une seule épreuve par structure. C'était face à un temps de passation de la batterie déjà très important et dans l'objectif de minimiser le risque de fatigabilité des sujets (surtout des sujets A.V.C.) que nous avons fait le choix de restreindre l'évaluation à une seule épreuve par structure logique.

Par ailleurs, nous avons choisi l'épreuve de sériation de la B-LM cycle II car elle nous semblait plus complète que celles proposées dans l'E.R.L.A., notamment concernant l'exploration des différentes relations (coordination, etc.). Toutefois, elle s'est révélée un peu trop facile pour des sujets adultes et par conséquent, probablement moins sensible à un potentiel trouble logique que l'aurait été l'épreuve de correspondances sériales (baguettes à fentes) de l'E.R.L.A.

❖ Difficultés rencontrées

Difficultés logistiques

Concernant la fidélité du test, nous avons tenté d'instaurer un cadre de passation qui soit un minimum standardisé pour tous les sujets : s'asseoir face à face autour d'une table dans une pièce calme. Toutefois, les conditions de passation n'ont pas pu être standardisées davantage pour des raisons pratiques et de terrain. Pour commencer, les sujets A.V.C. étaient vus dans les services hospitaliers ou de rééducation alors que les sujets contrôle étaient vus à domicile la plupart du temps, n'impliquant probablement pas les mêmes états psychologiques pour la passation. Intra-groupe, les sujets n'ont pas non plus eu les mêmes contextes environnementaux de passation. Les sujets contrôle ont été vus à leur domicile, à notre domicile ou bien quelques fois, dans un lieu neutre comme une médiathèque ou un café calme. Quant aux sujets cérébrolésés, selon les services et l'état physique des patients, nous les voyions soit dans un bureau de rééducateur, soit en chambre (parfois double, avec un voisin à côté), le sujet assis sur son lit, avec une tablette étroite pour table, pas bien en face ni à la même hauteur. De plus, les contraintes du terrain hospitalier occasionnaient parfois des interruptions inopinées de la passation (ménage, soins, visites des proches...).

Difficultés liées aux sujets A.V.C.

Les sujets A.V.C., parfois à quelques jours seulement de leur accident lors de la passation du bilan à l'U.N.V., sortaient à peine d'un état de sidération post-traumatique et se retrouvaient inévitablement bousculés psychologiquement, fatigués physiquement et fatigables cognitivement. Aussi, des différences d'état physique, cognitif et psychologique entre les sujets contrôle et les sujets A.V.C. sont à relever, de même qu'entre les sujets A.V.C. vus à l'U.N.V. à la phase aiguë, voire très aiguë, et les sujets A.V.C. vus en centre de rééducation à distance de leur accident. Nous soulevons donc la présence d'un biais concernant l'état physique des sujets A.V.C., entraînant une fatigabilité importante et ne rendant pas forcément compte de leurs compétences logico-pragmatiques réelles.

Cotation de P1

Nous avons repris, pour les subtests empruntés au Protocole MEC, les cotations proposées par les auteurs. Nous avons éprouvé quelques difficultés pour remplir la grille de cotation de l'épreuve de discours conversationnel (P1). Nous l'avons trouvée trop subjective, les différentes propositions ne laissant pas place aux nuances très souvent observées, notamment chez les sujets A.V.C.

III. Points positifs

❖ Fidélité inter-juges

Protocole de cotation

Le protocole de passation et de cotation a été co-construit (choix des épreuves dans des batteries de tests pré-existantes, ordre des épreuves, établissement d'un barème chiffré pour les épreuves de logique). Nous avons ainsi pu nous approprier et uniformiser le déroulement des épreuves et leur cotation.

Double cotation

Afin de respecter une bonne fidélité inter-juges, nous avons effectué une double cotation en présentiel de deux sujets sains non comptés dans l'étude pour nous entraîner (passations blanches). Nous avons ensuite effectué une double cotation de deux sujets

contrôle compris dans l'étude grâce aux enregistrements vidéo. Des doubles cotations d'épreuves isolées ont aussi été réalisées lorsque des questions sur la cotation se posaient : doute quant à la note à attribuer à un sujet, ou différences trop importantes de notes attribuées par les deux examinateurs, demandant une mise au clair de la cotation et une uniformisation (notamment pour l'épreuve du discours conversationnel, dont la cotation nous paraît relativement subjective, et pour la cotation de l'épreuve de combinatoire, dont nous avons affiné la cotation).

Enregistrement des passations

Dans l'objectif de pouvoir gérer à la fois la passation et la cotation sans manquer d'informations, nous avons enregistré chaque épreuve : enregistrement audio pour les épreuves de pragmatique, et enregistrement vidéo pour les épreuves de logique, demandant de la manipulation d'éléments (cadré sur les mains des sujets). Ces enregistrements nous ont permis de pouvoir coter les épreuves a posteriori pour compléter la cotation réalisée sur le vif durant la passation.

IV. Perspectives de recherche

❖ Choix des tests

Il serait intéressant, au vu des limites soulevées en amont, de sélectionner d'autres tests dans le cadre d'une étude similaire. Concernant les épreuves de pragmatique, nous pensons qu'il serait judicieux de sélectionner un bilan plus sensible aux troubles fins de la pragmatique, et plus récent que le Protocole MEC. Nous pensons notamment à la GALI (Sainson et Guyou, 2016), outil d'évaluation des troubles pragmatiques chez l'adulte cérébrolésé, actuellement en cours de validation auprès de sujets A.V.C. Il serait intéressant par exemple de tester de manière plus fine les interprétations de métaphores, d'ajouter une épreuve d'interprétation d'humour, etc.

Les épreuves de logique seraient également à compléter. Nous pensons par exemple à la possibilité d'explorer en détail dans une étude à part entière une structure logique, à la fois sur le versant de la production (avec manipulation) que de la réception (compréhension sans

manipulation), afin d'établir une analyse plus fine des troubles présents chez les personnes cérébrolésées.

❖ **Étalonnage d'un bilan de logique pour les adultes**

Notre étude nous a permis de démontrer qu'une personne adulte n'est pas forcément opérante pour toutes les structures logiques, bien que cette personne ait atteint le stade des opérations formelles décrit par Piaget. Nous pensons ainsi qu'il serait enrichissant pour la pratique professionnelle de réaliser un étalonnage complet de l'évaluation des structures logiques chez l'adulte, afin d'obtenir une grille indicative des performances attendues à laquelle se référer en cas de troubles. De plus, l'invalidation de l'hypothèse H.5 serait potentiellement due à un effet de l'âge sur les compétences exécutives de nos sujets contrôle. Bherer, Belleville et Hudon (2004) ont en effet montré que, à partir de la quatrième décennie de vie, les fonctions exécutives font partie des premières fonctions cognitives touchées dans le vieillissement cérébral. Il serait ainsi intéressant d'inclure dans cet étalonnage des adultes âgés de moins de 30 ans dans le but de vérifier cette hypothèse.

❖ **Liens entre structures logiques et fonctions exécutives**

Comme nous l'avons évoqué au cours de cet écrit, il est fort à parier que les structures logiques et les fonctions exécutives soient intrinsèquement liées. Nos conclusions étant expérimentales et statistiquement peu puissantes, nous pensons qu'il serait intéressant d'explorer plus en détail, dans une ou plusieurs études, les liens qu'entretiennent ces deux domaines. Cela permettrait de mettre en lien deux approches a priori distinctes : une approche développementale du XXème siècle centrée sur l'enfant et l'adolescent et une approche neurocognitive plus récente et plus scientifique.

❖ **Localisations lésionnelles**

Notre étude étant exploratoire, nous n'avons pas déterminé de critère d'exclusion concernant la localisation de la cérébrolésion dans notre échantillon test. Après analyse des résultats, nous trouverions intéressant de cibler plus précisément les localisations, afin de pouvoir analyser le rapport corrélationnel entretenu par les performances en logique et les lésions cérébrales, et d'obtenir in fine une meilleure précision quant aux réseaux cérébraux empruntés pour la réalisation de ces tâches. Nous pensons notamment à l'exploration approfondie des conséquences des lésions sylviennes droites, ou encore à l'exclusion des lésions sous-corticales, leur analyse ne nous ayant pas paru concluante.

❖ T.C. / A.V.C.

La même étude avec un échantillon test composé de traumatisés crâniens serait intéressante dans l'objectif d'étudier des lésions plus étendues. De plus, les lésions frontales étant particulièrement fréquentes dans les traumatismes crâniens, ces derniers impacteraient davantage les réseaux cérébraux logico-pragmatiques.

V. Perspectives orthophoniques

Nous avons pu mettre en évidence dans ce mémoire que les sujets cérébrolésés présentent généralement des troubles pragmatiques relativement fins, parallèlement à des troubles logiques assez marqués. La logique est souvent oubliée ou délaissée en orthophonie après un A.V.C., le langage et la déglutition étant la plupart du temps les priorités de prise en charge. Nous pensons pouvoir expliquer ce phénomène par le fait que la réhabilitation d'une communication fonctionnelle prime sur les autres fonctions cognitives. En outre, les troubles phagiques constituent un enjeu vital pour les patients. Enfin, c'est aussi parce que la rééducation de la logique n'est pas encore assez connue ni répandue qu'elle s'en trouve délaissée dans les prises en soins post-A.V.C. Pourtant, comme l'a montré Altenburger (2016) dans son mémoire, lors de la présence de troubles logico-pragmatiques, une rééducation de la logique réalisée conjointement à une rééducation de la pragmatique, permettrait d'améliorer les compétences logiques mais aussi les compétences communicationnelles (c'est-à-dire le langage et la pragmatique) plus efficacement qu'une rééducation de la pragmatique seule.

Ainsi, lorsque des troubles pragmatiques sont observés chez un patient cérébrolésé lors d'un bilan, il serait utile de vérifier également les compétences logiques de ce patient, et de rééduquer conjointement la pragmatique et la logique si nécessaire. De même, notre étude a montré l'importance de l'exploration des compétences logiques chez les patients cérébrolésés, même lors de l'absence apparente de trouble pragmatique.

Les fonctions exécutives semblent donc être au cœur des compétences logico-pragmatiques. Dans cette optique, le travail pluridisciplinaire avec les ergothérapeutes, les neuropsychologues et les psychomotriciens permettra une rééducation des fonctions exécutives la plus écologique et complète possible.

CONCLUSION

L'objet de notre étude était de montrer les liens existant entre les compétences logiques et les compétences pragmatiques chez le sujet cérébrolésé. Pour ce faire, nous avons réalisé des passations de tests logico-pragmatiques auprès de deux échantillons : 25 sujets A.V.C. et 50 sujets contrôle. L'analyse des résultats ne nous a pas permis d'affirmer une corrélation certaine entre les compétences logiques et pragmatiques. Néanmoins, nous avons pu établir des liens entre certaines épreuves de logique (sériation et combinatoire) et certaines épreuves de pragmatique (interprétation d'actes de langage et interprétation de métaphores). Selon nous, ces épreuves se rapprocheraient de par l'implication du réseau des fonctions exécutives, et plus spécifiquement de l'inhibition, de la flexibilité mentale et de la mémoire de travail. Notre étude ayant rencontré un certain nombre de limites (notamment statistiques), il est possible que nous ne soyons pas parvenues à mettre en évidence tous les liens logico-pragmatiques existants. Nous pensons ainsi qu'il serait intéressant et enrichissant de poursuivre la recherche de liens entre les compétences logiques et pragmatiques, non seulement pour faire avancer la recherche dans le domaine de l'orthophonie mais aussi pour compléter les interventions orthophoniques dans le cadre des cérébrolésions. La rééducation de la logique n'est en effet traditionnellement, et à juste titre, pas la priorité alors qu'elle ressort très souvent impactée après un A.V.C. Selon nous, la rééducation de la logique serait pourtant bénéfique chez ces patients à bien des égards, à la fois sur les plans communicationnel, exécutif et logique, pour un retour à une qualité de vie la plus proche possible de celle qu'ils avaient avant leur A.V.C.

Il est temps de donner une place plus importance à l'investigation de potentiels troubles logiques chez les sujets cérébrolésés, souvent présents et handicapants, ainsi qu'à la rééducation de la logique lorsque cela s'avère nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE

- Albanèse, J., & Bruder, N. (2013). *Accident vasculaire cérébral et réanimation* (Springer).
- Altenburger, J. (2016). *Intérêt de la rééducation du raisonnement logique chez les patients cérébrolésés présentant des troubles de la pragmatique* (Mémoire d'orthophonie). Université de Strasbourg, Strasbourg, France.
- Ardisson, J., & Besnardeau, J. (2007). *Contribution à l'élaboration d'un matériel d'intervention orthophonique visant la réhabilitation des troubles pragmatiques expressifs d'adultes cérébrolésés*. Université Claude Bernard Lyon 1.
- Armengaud, F. (2007). *La Pragmatique*. Paris, France: puf.
- Aura, K. (2012). *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 péri-opératoire*. Université Toulouse 2 Le Mirail, Toulouse. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00798667v2/document>
- Austin, J. (1962). *How to do things with words*.
- Baciu, M. (2011). *Bases de neurosciences - neuroanatomie fonctionnelle* (De Boeck).
- Bartzokis, G., Beckson, M., Lu, P., Nuechterlein, K., Edwards, N., & Mintz, J. (2001). Age-related changes in frontal and temporal lobe volumes in men, (58), 461–465.
- Benton, E., & Bryan, K. (1996). Right cerebral hemisphere damage: incidence of language problems. *International journal of rehabilitation research*, 19(1), 47-54.
- Bernicot, J. (2005). *Langage et cognition sociale : approche théorique et bases neurales de la pragmatique du langage. Etude des perturbations chez des patients avec lésion cérébrale* (Rapport de fin de recherches). Poitiers, France: Université de Poitiers.
- Bertrand-Gauvin, C., Faucher, L., Bocti, C., Gagnon, M. ., & Joannette, Y. (2014). Cognition sociale et accident vasculaire cérébral : perspective neuropsychologique. *Revue de neuropsychologie*, 6(2), 99–109.
- Bherer, L., Belleville, S., & Hudon, C. (2004). Le déclin des fonctions exécutives au cours du vieillissement normal, dans la maladie d'Alzheimer et dans la démence frontotemporale, 2(3), 181–189.
- Boiteux, M. (2015). *Rôle du raisonnement logique dans la prise en charge de l'acalculie : proposition de rééducation de la classification et de la sériation auprès de patients cérébro-lésés adultes* (Mémoire d'orthophonie). Université de Strasbourg, Strasbourg, France.
- Bracops, M. (2006). *Introduction à la pragmatique- Les théories fondatrices : actes de*

- langage, pragmatique cognitive, pragmatique intégrée.* (De Boeck). Bruxelles, Belgique.
- Brin-Henry, F., Courrier, C., Lederlé, E., & Masy, V. (2011). *Dictionnaire d'orthophonie* (Ortho Edition).
- Brownell, H., Potter, H., Bihrlé, A., & Gardner, H. (1986). Inference deficits in right brain-damaged patients, *27* (2), 310–321.
- Cavé, M. (2014). *Raisonnement logique chez l'adulte cérébro-lésé : exploration des difficultés et recherche de corrélations avec les déficits des compétences mathématiques* (Mémoire d'orthophonie). Université de Strasbourg, Strasbourg, France.
- Chalon-Blanc, A. (2011). *Piaget Constructivisme Intelligence: L'avenir d'une théorie.* Presses Univ. Septentrion.
- Chantraine, Y., Joannette, Y., & Ska, B. (1998). Conversational abilities in patients with right hemisphere damage, *11, Issues 1-2*, 21–32.
- Côté, H., Moix, V., & Giroux, F. (2004). Évaluation des troubles de la communication des cérébro-lésés droits. In *Hémisphère droit et communication verbale* (p. 107–122). Paris, France: FNO.
- Crowne, D., & Marlowe, D. (1960). A new scale of social desirability independent of psychopathology, *24*(4), 349–354.
- Dardier, V. (2004). *Pragmatique et pathologies : Comment étudier les troubles de l'usage du langage ?* Rosny-sous-bois, France: Bréal.
- Derouesné, C., Poitreneau, J., Hugonot, L., Kalafat, M., Dubois, B., & Laurent, B. (1999). Le Mini-Mental State Examination (MMSE) : un outil pratique pour l'évaluation de l'état cognitif des patients par le clinicien. *Elsevier Masson*, *28*(21), 1141–1148.
- Dolle, J. (1999). *Pour comprendre Jean Piaget* (Dunod).
- Duchêne, A. (1997). *La gestion des inférences chez les cérébro-lésés droits* (Thèse de neuropsychologie). Université de Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00509706/document>
- Ducrot, O. (1969). Présupposés et sous-entendus, In *La sémantique*, (4), 30–43.
- Duffau, H. (2014). A re-examination of neural basis of language processing : proposal of a dynamic hodotopical model from data provided by brain stimulation mapping during picture naming. *Brain & Language*, (131).
- Duval, C., Piolino, P., Bejanin, A., Laisney, M., Eustache, F., & Desgranges, B. (2011). La

- théorie de l'esprit : aspects conceptuels, évaluation et effets de l'âge, 3 (1), p. 41–51.
<https://doi.org/10.1684/nrp.2011.0168>
- Fillon, V. (2008). Théorie de l'esprit et processus inférentiels en relation avec la compréhension du discours. In *Les inférences dans la communication*. Paris: FNO.
- Flamand-Roze, C. (2015). *L'aphasie en phase aiguë de l'accident vasculaire cérébral : Nouvelles données, outils d'évaluation et perspectives* (Thèse de doctorat). Université de Pierre et Marie Curie, Paris, France.
- Flamand-Roze, C., & Denier, C. (2011). LAST : language screening test.
- Folstein, M., Folstein, S., McHugh, P., & Fanjiang, G. (2001). Mini-Mental State Examination User's Guide. In *FL : Psychological Assessment Resources*. Odessa.
- Folstein, S. (1975). MMSE (mini-mental state examination).
- Gendre-Grenier, L., & Vaillandet, C. (2013). Approche logico-mathématique chez les adultes cérébrolésés : une perspective complémentaire. In *L'évaluation des troubles du raisonnement logique* (p. 203–224). Paris: FNO.
- Gibbs, R. J. (1999). Interpreting what speakers say and implicate, (68), 466–485.
- Godefroy, O. (2012). *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques* (1^{ère} édition). De Boeck Supérieur.
- Gopnik, A., & Meltzoff, A. (1987). The Development of Categorization in the Second Year and Its Relation to Other Cognitive and Linguistic Developments, 58(6), 1523–1531.
<https://doi.org/10.2307/1130692>
- Grice, H. (1979). Logique et conversations. *Le Seuil*, (30), 60.
- Houdé, O. (2000). La genèse de la cognition : l'esprit piagétien et les perspectives actuelles. In *L'esprit piagétien : hommage international à Jean Piaget* (Puf, p. 125–148).
- Houdé, O. (2007). Le rôle positif de l'inhibition dans le développement cognitif de l'enfant, (244), 40–42.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1998). *La genèse des structures logiques élémentaires. Classification et sériations*. Lausanne, Suisse: Delachaux et Niestlé.
- Jaulin-Mannoni, F. (1999). *La Sirène et le dragon : raison et déraisons dans la construction de la pensée occidentale* (APECT). L'Harmattan.
- Joanette, Y., Ska, B., & Côté, H. (2004). Protocole MEC (Protocole Montréal d'évaluation de la communication). Ortho Edition.
- Khomsî, A. (1982). Langue maternelle et langage adressé à l'enfant, (54), 93–107.
<https://doi.org/10.3406/lfr.1982.5283>

- Lavorel, P. (1975). *Éléments pour un calcul du sens* (Vol. 27). Université de Paris VI, Service de linguistique quantitative: Dunod.
- Legeay, M., Morel, L., & Voye, M. (2009). E.R.L.A. (exploration du raisonnement et du langage associé). Cogilud.
- Legeay, M., Morel, L., & Voye, M. (2013). Le bilan E.R.L.A. : Exploration du Raisonnement et du Langage Associé, (255), 75–86.
- Legendre-Bergeron, M. (1980). *Lexique de la psychologie du développement de Jean Piaget* (Gaëtan Morin).
- Libra, M. (2015). *Le manque du mot : une analyse basée sur la cartographie peropératoire chez des patients opérés de gliomes de bas grade en condition éveillée*. Université de Franche-Comté. Consulté à l'adresse http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUMED_MORT_2015_LIBRA_MARINE.pdf
- Luna, B., Garver, K., Urban, T., Lazar, N., & Sweeney, J. (2004). Maturation of Cognitive Processes From Late Childhood to Adulthood, 75(5), 1357–1372.
- Maeder, C. (2011). Compréhension et raisonnement logique, quels liens ? (p. 27–39). Consulté à l'adresse http://arld.ch/fileadmin/user_upload/Documents/ARLD/WWW/Editeurs/Logopedistes/Langages_pratiques/48-textes.pdf#page=27
- Math, F., Kahn, J., & Vignal, J. (2008). *Neurosciences cliniques, de la perception aux troubles du comportement* (De Boeck).
- McFarland, D. (2009). *L'anatomie en orthophonie*. Masson.
- Métral, E. (2008). Malette B-LM cycle II. Evoludys.
- Monetta, L., & Champagne, M. (2004). Processus cognitifs sous-jacents déterminant les troubles de la communication verbale chez les cérébrolésés droits. In *Hémisphère droit et communication verbale* (p. 27–41). Paris, France: FNO.
- Perret, P. (2003). Contrôle inhibiteur et développement cognitif: perspectives actuelles, (13 (3)), 345–373.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1959). *Genèse des structures logiques élémentaires* (Neuchâtel : Delachaux et Niestlé).
- Rigobert, M. (2014). *Vers la construction d'un outil d'évaluation orthophonique de la compréhension orale d'un récit destiné de 6 à 10 ans : une approche logico-pragmatique de la perception du langage* (Mémoire d'orthophonie). Université de Lorraine.

- Russell, J. (2000). Développement cognitif et fonctions exécutives. In *L'esprit piagétien : hommage international à Jean Piaget* (Presses Universitaires de France, p. 149–189).
- Savioz, A., Leuba, G., Vallet, P., & Walzer, C. (2010). *Introduction aux réseaux neuronaux, de la synapse à la psyché* (De Boeck).
- Searle, J. (1969). *Speech Acts : An Essay in the Philosophy of Language*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Sowell, E., Peterson, B., Thompson, P., Welcome, S., Henkenius, A., & Toga, A. (2003). Mapping cortical change across the human life span, *6*, 309–315.
- Springer, P. (1998). *Les linguistiques appliquées et les sciences du langage : Actes du 2e colloque de Linguistique Appliquée*. Université Strasbourg 2 : COFDELA Publications.
- Tamnes, C., Ostby, Y., Fjell, A., Westlye, L., Due-Tonneson, P., & Walhovd, K. (2010). Brain Maturation in Adolescence and Young Adulthood: Regional Age-Related Changes in Cortical Thickness and White Matter Volume and Microstructure, *20*, 534–548.
- Tompkins, C., Baumgaertner, A., Lehman, M., & Fossett, T. (1995). Suppression and discourse comprehension in right-brain-damaged adults, *51*, 181–183.
- Tzourio-Mazoyer, N., Josse, G., Crivello, F., & Mazoyer, B. (2004). Interindividual variability in the hemispheric organization for speech. *NeuroImage*, *21*, 422–435.
- Walhovd, K., Fjell, A., Reinvang, I., Lundervold, A., Dale, A., Eilertsen, D., ... Fischl, B. (2005). Effects of age on volumes of cortex, white matter and subcortical structures, *26*, 1261–1270.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Tableau des scores bruts

- Annexe 1-A : Sujets contrôle
- Annexe 1-B : Sujets A.V.C.

Annexe 2 : Comparaison des moyennes des sujets A.V.C. en fonction de la localisation lésionnelle (HD vs HG)

Annexe 3 : Scores de corrélation des sujets A.V.C.

Annexe 4 : Scores de corrélation des sujets contrôle

Annexe 1-A: Tableau de données des sujets contrôle

Code sujet	Sexe	Classe d'âge	Age	NSC	MMSE	P1 /34	L1 total /11	L1 S1 /3	L1 S2 /2	L1 S3 /6	L2 /6	P2 (E) /40	P2 (E-d) /20	P2 (E-ind) /20	P2 (C) /20	P2 (C-d) /10	**P2 (C-ind) /10	L3 /5	P3 (E) /40	P3 (E-nv) /20	P3 (E-id) /20	P3 (C) /20	P3 (C-nv) /10	P3 (C-id) /10	L4 /4	L5 /2
1	F	1	54	B+	30	34	10	3	1	6	3	37	17	20	19	9	10	5	40	20	20	20	10	10	2	2
2	F	2	57	B+	28	34	9	3	0	6	5	36	17	19	19	9	10	5	36	17	19	19	10	9	3	2
3	M	2	58	B+	29	34	11	3	2	6	6	38	18	20	19	9	10	5	40	20	20	20	10	10	4	2
5	M	3	73	B+	29	33	9	3	0	6	3	30	14	16	16	8	8	5	35	16	19	19	9	10	3	2
6	M	2	68	B+	29	34	9	3	1	5	6	29	13	16	18	9	9	5	37	18	19	19	10	9	2	2
7	F	2	63	B+	30	31	8	3	0	5	4	35	16	19	19	9	10	5	34	17	17	19	9	10	1	2
8	M	3	71	B+	28	34	10	3	1	6	3	32	18	14	16	10	6	2	33	15	18	20	10	10	2	0
9	F	2	59	B-	29	34	9	3	1	5	4	31	15	16	19	10	9	2	35	18	17	20	10	10	2	2
11	F	2	65	B+	29	33	9	3	0	6	6	38	18	20	19	9	10	5	39	19	20	20	10	10	4	2
13	M	2	65	B+	29	34	10	3	1	6	6	38	19	19	20	10	10	5	39	19	20	20	10	10	3	2
14	F	2	57	B+	28	34	8	3	0	5	4	34	18	16	18	10	8	4	39	19	20	20	10	10	3	2
16	M	2	60	B+	27	34	9	3	0	6	5	37	17	20	20	10	10	5	40	20	20	19	10	9	3	2
17	F	3	79	B+	29	30	4	3	0	1	1	34	18	16	15	10	5	2	38	19	19	18	9	9	0	2
18	M	1	45	B+	28	34	9	3	0	6	6	39	19	20	19	9	10	5	38	18	20	19	9	10	3	2
19	M	2	70	B+	30	34	9	3	0	6	2	31	16	15	18	9	9	5	38	18	20	19	9	10	2	2
20	M	3	84	B+	27	34	6	2	0	4	4	27	9	18	18	8	10	5	37	17	20	20	10	10	1	2
21	M	3	74	B-	29	34	7	3	0	4	2	39	20	19	19	10	9	2	34	17	17	19	9	10	2	2

Code sujet	Sexe	Classe d'âge	Age	NSC	MMSE	P1 /34	L1 total /11	L1 S1 /3	L1 S2 /2	L1 S3 /6	L2 /6	P2 (E) /40	P2 (E-d) /20	P2 (E-ind) /20	P2 (C) /20	P2 (C-d) /10	**P2 (C-ind) /10	L3 /5	P3 (E) /40	P3 (E-nv) /20	P3 (E-id) /20	P3 (C) /20	P3 (C-nv) /10	P3 (C-id) /10	L4 /4	L5 /2
22	F	3	77	B -	30	34	7	2	0	5	2	38	18	20	20	10	10	4	35	19	16	19	10	9	2	2
23	M	1	53	B +	30	34	10	3	1	6	4	35	20	15	18	8	10	5	38	18	20	20	10	10	3	2
25	M	1	43	B +	28	33	10	3	1	6	4	30	17	13	19	10	9	5	39	19	20	20	10	10	1	2
26	F	1	49	B +	29	34	9	3	0	6	5	38	19	19	18	9	9	5	36	18	18	19	10	9	4	2
27	M	3	79	B -	28	31	9	3	0	6	2	25	8	17	16	6	10	3	32	15	17	20	10	10	1	2
29	M	1	53	B +	29	34	9	3	0	6	6	29	9	20	16	6	10	5	39	19	20	20	10	10	4	2
30	F	1	51	B +	30	33	9	3	0	6	6	29	12	17	18	10	8	5	36	19	17	20	10	10	3	2
31	F	1	49	B -	28	34	9	3	0	6	2	32	12	20	17	7	10	4	34	17	17	18	9	9	1	2
32	F	1	47	B +	30	34	8	3	0	5	4	31	13	18	17	8	9	4	35	18	17	20	10	10	4	2
33	F	2	64	B -	30	34	7	3	0	4	2	30	13	17	17	8	9	4	30	14	16	18	9	9	1	2
34	F	2	56	B +	30	34	10	3	1	6	2	32	15	17	20	10	10	5	36	19	17	19	10	9	1	2
35	F	3	80	B -	28	34	8	3	0	5	4	25	6	19	16	6	10	3	34	16	18	19	10	9	0	2
36	F	1	46	B +	30	34	9	3	0	6	6	28	18	10	17	10	7	5	38	19	19	20	10	10	4	2
37	M	1	45	B +	30	34	8	3	0	5	4	38	18	20	19	10	9	5	35	17	18	20	10	10	2	2
40	F	3	84	B -	27	30	7	3	0	4	1	28	13	15	19	10	9	2	32	18	14	17	9	8	1	2
41	F	1	46	B +	30	34	9	3	0	6	6	35	17	18	19	10	9	5	38	18	20	20	10	10	3	2
42	F	3	76	B -	27	31	8	3	0	5	2	26	10	16	15	5	10	1	23	9	14	19	9	10	1	1
43	F	3	76	B -	30	33	8	3	0	5	2	30	13	17	18	9	9	5	40	20	20	20	10	10	0	1
44	M	3	75	B +	29	30	9	3	0	6	4	30	11	19	19	10	9	5	36	17	19	19	10	9	1	2

Code sujet	Sexe	Classe d'âge	Age	NSC	MMSE	P1 /34	L1 total /11	L1 S1 /3	L1 S2 /2	L1 S3 /6	L2 /6	P2 (E) /40	P2 (E-d) /20	P2 (E-ind) /20	P2 (C) /20	P2 (C-d) /10	**P2 (C-ind) /10	L3 /5	P3 (E) /40	P3 (E-nv) /20	P3 (E-id) /20	P3 (C) /20	P3 (C-nv) /10	P3 (C-id) /10	L4 /4	L5 /2
45	M	3	75	B -	29	29	9	3	0	6	2	34	15	19	20	10	10	1	37	20	17	20	10	10	1	2
46	F	3	71	B -	27	30	8	3	0	5	2	36	16	20	18	8	10	1	40	20	20	19	10	9	1	2
47	M	2	62	B +	30	34	9	3	0	6	6	32	14	18	18	8	10	5	40	20	20	19	9	10	4	2
48	M	2	61	B -	28	33	9	3	0	6	4	29	9	20	17	8	9	2	38	18	20	19	10	9	3	2
49	M	1	43	B +	30	33	9	3	0	6	5	35	16	19	19	9	10	5	36	17	19	19	10	9	3	2
50	F	3	82	B -	27	32	8	3	0	5	2	32	15	17	17	8	9	1	34	17	17	20	10	10	2	2
81	M	3	73	B -	27	32	8	3	0	5	5	31	11	20	17	7	10	5	37	20	17	19	10	9	2	2
82	F	2	67	B +	28	34	9	3	0	6	2	35	17	18	19	10	9	5	38	20	18	19	10	9	3	2
83	M	2	62	B +	30	34	7	3	0	4	5	24	13	11	15	7	8	5	35	19	16	20	10	10	1	1
84	M	1	45	B +	30	32	9	3	0	6	4	35	16	19	19	9	10	4	38	19	19	20	10	10	1	2
85	M	1	45	B +	28	34	10	3	1	6	6	37	17	20	19	10	9	5	37	18	19	20	10	10	3	2
86	M	1	43	B +	30	34	9	3	0	6	6	38	18	20	20	10	10	5	38	18	20	20	10	10	3	2
87	M	1	47	B +	28	34	9	3	1	5	5	34	15	19	19	9	10	5	38	18	20	20	10	10	1	2
88	M	1	52	B +	29	34	9	3	0	6	6	36	18	18	20	10	10	5	39	19	20	20	10	10	4	2

Les 25 sujets contrôle sélectionnés après appariement statistique sont surlignés en gris.

Annexe 1-B : Tableaux de données des sujets A.V.C.

⇒ *Présentation des caractéristiques de chaque sujet A.V.C.*

Code sujet	Sexe	Classe d'âge	Age	NSC	Caractéristiques de l'A.V.C.		
					Délai post A.V.C. (en jours)	Hémisphère atteint	Mode et site lésionnel
51	M	1	46	B +	23	G	Isch. sylvien G à prédominance post rétro insulaire
52	M	3	83	B -	12	D	Isch. sylvien D profond
53	M	1	50	B -	7	D	Isch. cérébelleux D
54	M	3	83	B +	22	G	Isch. sylvien G profond
56	M	2	66	B +	97	G	Hématome lobaire temporal gauche
57	F	3	72	B +	11	D	Isch. sylvien profond et superficiel D
58	M	1	42	B -	76		Isch. touchant l'artère cérébrale moyenne
59	M	1	55	B +	169	G	Dissection carotidienne G responsable d'un A.V.C. isch. sylvien G avec lésions caudo-lenticulaires et corticales des territoires jonctionnels antérieurs et postérieurs G
61	M	3	76	B +	4	D	Isch. sylvien profond D avec lésions choroïdiennes D
62	F	1	54	B -	7	D + G	Isch. sylvien superficiel D et G
63	M	2	66	B +	3	G	Isch. sylvien superficiel G
64	M	2	60	B +	NR	G	Isch. sylvien superficiel et profond G avec lésion de l'insula au niveau du noyau caudé et du noyau lenticulaire
66	M	1	42	B +	13	G	Cérébelleux G
67	M	2	64	B -	8	D	Isch. sylvien superficiel D
68	M	2	68	B +	7	D + G	Isch. cérébelleux touchant le vermis (artère cérébelleuse supérieure D et G)
69	F	3	81	B -	NR	D	Isch. sylvien profond D et insulaire D
70	M	2	60	B -	120	D	Isch. sylvien profond et superficiel D
71	M	2	70	B +	35	D + G	Pont
72	M	2	64	B -	22	D	Isch. frontal lacunaire D
73	F	1	46	B -	4	D	Lésion isch. de l'artère choroïdienne D ; lésion isch. sylvienne profonde D et lésions disséminées de la substance blanche
74	M	2	70	B -	7	G	Isch. sylvien G
75	F	2	69	B +	46	G	Isch. sylvien profond G

Code sujet	Sexe	Classe d'âge	Age	NSC	Caractéristiques de l'A.V.C.		
					Délai post A.V.C. (en jours)	Hémisphère atteint	Mode et site lésionnel
77	F	1	44	B +	NR	G	Hématome capsulo lenticulaire G
78	M	2	58	B -	24	G	Isch. de l'artère cérébrale postérieure G
79	M	1	55	B -	8	D	Isch. sylvien superficiel D

Légende :

- *G = gauche ; D = droit*
- *Isch. = ischémique*
- *NR = date non renseignée*

⇒ *Présentation des résultats des sujets A.V.C.*

Code sujet	MMSE	LAST	P1 /34	L1 total /11	L1 S1 /3	L1 S2 /2	L1 S3 /6	L2 /6	P2 (E) /40	P2 (E-d) /20	P2 (E-ind) /20	P2 (C) /20	P2 (C-d) /10	P2 (C- ind) /10	L3 /5	P3 (C) /40	P3 (C-nv) /20	P3 (C-id) /20	P3 (C) /20	P3 (C-nv) /10	P3 (C-id) /10	L4 /4	L5 /2
51	21	13	32	8	2	1	5	1	33	16	17	19	9	10	2	28	14	14	17	9	8	2	2
52	28	15	33	8	3	0	5	3	30	16	14	19	9	10	1	36	20	16	20	10	10	1	0
53	27	15	34	8	3	0	5	5	32	13	19	19	9	10	4	33	18	15	20	10	10	4	2
54	19	14	30	9	2	2	5	1	27	8	19	18	8	10	1	36	18	18	19	9	10	1	0
56	29	15	32	9	3	0	6	6	32	14	18	19	9	10	5	40	20	20	20	10	10	3	2
57	30	15	29	7	3	0	4	1	26	14	12	16	9	7	3	38	18	20	20	10	10	1	2
58	23	15	33	6	3	0	3	1	30	16	14	18	9	9	1	26	13	13	17	8	9	1	2
59	25	15	29	6	3	0	3	1	27	20	7	12	10	2	4	28	16	12	18	9	9	1	2
61	22	15	34	6	2	0	4	2	30	13	17	19	9	10	1	39	19	20	18	9	9	0	2
62	26	14	31	7	3	0	4	1	31	13	18	19	9	10	1	33	16	17	20	10	10	2	0
63	27	15	34	9	3	1	5	3	37	18	19	19	9	10	1	40	20	20	20	10	10	2	2
64	26	15	28	8	3	0	5	5	31	20	11	17	10	7	1	27	14	13	16	9	7	1	2
66	30	15	28	9	3	0	6	5	32	17	15	20	10	10	5	32	17	15	20	10	10	4	2
67	25	14	23	6	1	1	4	0	21	6	15	12	5	7	0	20	10	10	14	6	8	0	2
68	29	15	22	11	3	2	6	4	33	15	18	18	8	10	5	27	11	16	19	9	10	1	2
69	26	15	26	9	3	0	6	2	31	12	19	19	9	10	4	39	19	20	20	10	10	2	1
70	28	15	25	8	3	0	5	2	24	6	18	16	6	10	5	37	18	19	20	10	10	3	2
71	26	15	25	9	3	0	6	4	32	14	18	18	8	10	4	39	19	20	20	10	10	3	2

Code sujet	MMSE	LAST	P1 /34	L1 total /11	L1 S1 /3	L1 S2 /2	L1 S3 /6	L2 /6	P2 (E) /40	P2 (E-d) /20	P2 (E-ind) /20	P2 (C) /20	P2 (C-d) /10	P2 (C- ind) /10	L3 /5	P3 (C) /40	P3 (C-nv) /20	P3 (C-id) /20	P3 (C) /20	P3 (C-nv) /10	P3 (C-id) /10	L4 /4	L5 /2
72	27	15	27	8	3	0	5	2	29	9	20	18	8	10	5	38	20	18	20	10	10	1	2
73	27	15	17	7	3	0	4	1	29	11	18	17	10	7	1	28	16	12	18	9	9	1	2
74	27	15	21	9	3	0	6	2	30	14	16	19	10	9	5	35	17	18	20	10	10	0	2
75	21	15	20	5	3	0	2	2	23	15	8	14	9	5	3	28	13	15	16	9	7	1	0
77	27	15	30	8	3	1	4	4	26	14	12	17	10	7	5	24	12	12	20	10	10	2	2
78	29	15	26	9	3	1	5	1	19	2	17	13	3	10	5	33	18	15	19	10	9	2	1
79	25	15	22	8	3	0	5	0	28	12	16	18	10	8	1	18	7	11	15	7	8	1	2

Annexe 2 : Comparaison des moyennes des sujets A.V.C. en fonction de la localisation lésionnelle (HD vs HG)

	Lésions droites (HD)		Lésions gauches (HG)		P (test de Student)	moy (HG) – moy (HD)	
	Moyenne (m)	Pourcentage de réussite	Moyenne (m)	Pourcentage de réussite			
P1	27,27	80,2 %	29,22	85,9 %	0,36	1,95	
L1	7,27	66,1 %	8,22	74,7 %	0,06	0,95	
	L1S1	2,73	91 %	2,78	92,6 %	0,84	0,05
	L1S2	0,09	4,5 %	0,56	28 %	0,10	0,46
	L1S3	4,45	74,2 %	4,89	81,5 %	0,29	0,43
L2	1,36	22,7 %	2,33	38,8 %	0,20	0,97	
P2 (E)	28,09	70,2 %	29,67	74,2 %	0,43	1,58	
	P2 (E-d)	11,64	58,2 %	13,89	69,4 %	0,33	2,25
	P2 (E-ind)	16,45	82,2 %	15,78	78,9 %	0,67	-0,68
P2 (C)	17,36	86,8 %	17,22	86,1 %	0,90	-0,14	
	P2 (C-d)	8,45	84,5 %	8,56	85,6 %	0,91	0,10
	P2 (C-ind)	8,91	89,1 %	8,67	86,7 %	0,81	-0,24
L3	2,09	41,8 %	2,78	55,6 %	0,43	0,69	
P3 (E)	32	80 %	33,33	83,3 %	0,65	1,33	
	P3 (E-nv)	16	80 %	17	85 %	0,51	1,00
	P3 (E-id)	16	80 %	16,33	80,6 %	0,83	0,33
P3 (C)	18,36	91,8 %	18,78	93,9 %	0,62	0,41	
	P3 (C-nv)	9	90 %	9,56	95,6 %	0,25	0,56
	P3 (C-id)	9,36	93,6 %	9,22	92,2 %	0,75	-0,14
L4	1,18	29,5 %	1,56	39 %	0,36	0,37	
L5	1,55	77,5 %	1,44	72 %	0,80	-0,10	

Les épreuves pour lesquelles moy. (HG) > moy. (HD) sont mises en évidence par un fond gris.

Annexe 3 : Scores de corrélation des sujets A.V.C.

SA	L1	L2	L3	L4	L5
P1	-0,03	0,27	-0,16	0,28	-0,04
	8,16E-18	2,25E-21	2,03E-21	1,72E-20	6,21E-20
P2 (E)	0,41	0,49	-0,07	0,28	0,23
	4,88E-21	4,44E-25	2,76E-25	1,89E-23	1,61E-22
P2 (E-d)	-0,07	0,41	-0,11	0,03	0,17
	2,82E-06	6,76E-13	2,19E-12	3,73E-13	3,73E-13
P2 (E-ind)	0,57	0,07	0,06	0,29	0,06
	7,12E-12	9,54E-19	2,12E-18	3,80E-18	2,06E-17
P2 (C)	0,47	0,43	0,00	0,31	0,03
	2,61E-20	1,17E-28	5,02E-28	6,52E-27	1,41E-24
P2 (C-d)	-0,09	0,27	-0,12	-0,02	0,13
	0,10	2,28E-17	3,67E-15	1,15E-20	1,85E-19
P2 (C-ind)	0,60	0,26	0,09	0,37	0,37
	0,09	7,62E-16	4,56E-14	1,04E-17	1,00E-16
P3 (E)	0,30	0,30	0,29	0,29	-0,15
	1,25E-16	2,94E-19	3,12E-19	7,63E-19	1,52E-18
P3 (E-nv)	0,52	0,30	0,26	0,32	-0,15
	3,62E-12	7,09E-19	1,49E-18	3,02E-18	1,63E-17
P3 (E-id)	0,36	0,26	0,28	0,21	-0,12
	6,48E-13	4,21E-20	9,29E-20	2,76E-19	2,22E-18
P3 (C)	0,52	0,43	0,57	0,50	-0,08
	8,37E-27	2,62E-34	6,15E-33	1,06E-33	4,90E-30
P3 (C-nv)	0,41	0,50	0,58	0,51	-0,15
	1,20 ^E -4	3,60E-20	1,40E-17	2,34E-29	3,97E-31
P3 (C-id)	0,52	0,27	0,45	0,38	0,01
	1,02 ^E -4	4,69E-20	1,73E-17	1,47E-29	5,21E-32

$r > |0,4|$ - seuil non corrigé : en gras

$r > |0,7|$ - seuil corrigé par la correction de Bonferroni : en gras souligné

Annexe 4 : Scores de corrélation des sujets contrôle

SC	L1	L2	L3	L4	L5
P1	0,21	0,55	0,55	0,48	0,23
	2,73E-44	7,99E-48	5,33E-48	1,67E-47	7,01E-33
P2 (E)	0,10	0,26	0,19	0,41	0,32
	1,02E-21	1,35E-24	1,66E-24	4,21E-24	2,67E-22
P2 (E-d)	0,07	0,12	0,15	0,30	0,21
	2,37E-07	5,67E-13	4,99E-13	1,63E-14	1,63E-14
P2 (E-ind)	0,07	0,32	0,12	0,28	0,26
	2,14E-24	1,54E-31	1,22E-31	2,83E-32	1,59E-24
P2 (C)	0,45	0,45	0,34	0,35	0,41
	9,32E-28	3,40E-34	1,43E-34	1,10E-37	7,19E-27
P2 (C-d)	0,03	0,19	0,17	0,15	0,46
	0,85	5,30E-14	2,02E-14	4,60E-21	4,55E-17
P2 (C-ind)	0,62	0,38	0,23	0,29	0,29
	3,5 ^E -3	2,40E-18	5,94E-19	9,94E-29	2,41E-23
P3 (E)	0,17	0,46	0,35	0,33	<u>0,75</u>
	1,74E-26	8,48E-30	1,25E-29	2,14E-28	2,55E-25
P3 (E-nv)	0,52	0,32	0,21	0,24	<u>0,77</u>
	1,59E-19	1,05E-26	1,04E-26	4,85E-27	5,85E-22
P3 (E-id)	0,20	0,57	0,48	0,39	0,58
	1,29E-27	3,28E-34	1,72E-34	1,58E-36	2,10E-26
P3 (C)	0,52	0,51	0,28	0,36	0,12
	2,12E-30	1,85E-31	4,10E-32	5,26E-42	3,57E-39
P3 (C-nv)	0,48	0,49	0,28	0,23	0,36
	5,31E-05	6,84E-17	2,33E-17	3,03E-25	3,07E-40
P3 (C-id)	0,32	0,30	0,16	0,31	-0,15
	1,9 ^E -4	6,84E-17	2,22E-17	9,42E-26	6,89E-37

$r > |0,4|$ - seuil non corrigé : en gras

$r > |0,7|$ - seuil corrigé par la correction de Bonferroni : en gras souligné

Mise en évidence, par une étude transversale, des liens entre les compétences logiques et pragmatiques chez le sujet adulte cérébrolésé

Mémoire présenté par Zoé BRYLINSKI et Camille DELBAERE

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

Résumé : La prise en charge orthophonique des patients ayant subi un A.V.C. est en plein essor. Les connaissances dans ce domaine s'affinent : quelques études ont montré récemment des liens entre les compétences logiques et langagières. De possibles liens entre les compétences logiques et pragmatiques ont également été supposés. Néanmoins, ce domaine logico-pragmatique étant encore peu exploré, nous avons choisi de cibler notre étude sur la mise en évidence de ces liens chez l'adulte cérébrolésé. Pour cela, nous avons fait passer une batterie de tests logiques et pragmatiques à 25 sujets cérébrolésés et à 50 sujets sains, âgés de 41 à 85 ans. Après analyse de nos résultats, nous avons effectivement observé des liens entre les performances des sujets de nos deux échantillons pour deux épreuves de logique et deux épreuves de pragmatique. L'étude des processus cognitifs sous-jacents à ces épreuves nous amène à supposer l'existence d'un réseau cérébral commun, sous-tendu par les fonctions exécutives. La puissance statistique de notre étude de corrélation étant restreinte, il serait intéressant de confirmer et d'approfondir ces liens logico-pragmatiques sur une cohorte plus importante dans le but de spécifier les interventions orthophoniques auprès des patients ayant subi un A.V.C.

Mots-clés : cérébrolésion – pragmatique – logique – Piaget – orthophonie – fonctions exécutives – A.V.C.

Abstract : Speech and language therapy for patients who had a stroke is booming. Knowledge in this area is becoming more refined: some studies have recently shown links between logic and language skills. Possible connections between logical and pragmatic skills have also been assumed. Nevertheless, as this logico-pragmatic field is still little explored, we have chosen to focus our study on the demonstration of these links in adult brain-injured patients. That is why we conducted a battery of logical and pragmatic tests to 25 brain-injured subjects and 50 healthy subjects, aged between 41 and 85 years. After analyzing our results, we actually observed links between the performance of the subjects of our two samples for two logic tests and two pragmatic tests. The study of the cognitive processes underlying these tests leads us to suppose the existence of a common cerebral network, underpinned by the executive functions. The statistical power of this correlation is limited. It would be interesting to confirm and deepen these logico-pragmatic links on a larger cohort in order to better adapt speech therapy interventions for patients who had a stroke.

Key words : brain injury – pragmatic – logic – Piaget – speech therapy – executive functions - stroke

79 pages

Président de jury : Dr François SELLAL, neurologue

Co-Directeurs de mémoire : Mme Caroline DENIS-FAERBER, orthophoniste

Mme Nadine LONGATO, neuropsychologue

Rapporteur : Mme Marie GABET, orthophoniste

Centre de Formation Universitaire en Orthophonie

Université de Strasbourg

Année universitaire

2017-2018