

Université de Montréal

Contribution de l'hémisphère droit du droitier à la sémantique lexicale

par

Pierre Goulet

Département de psychologie

Faculté des arts et sciences

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Philosophae Doctor (Ph.D.)

Décembre, 1996

© Pierre Goulet





National Library
of Canada

Acquisitions and
Bibliographic Services

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Acquisitions et
services bibliographiques

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence

Our file Notre référence

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-26787-3

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée:

Contribution de l'hémisphère droit du droitier à la sémantique lexicale

présentée par

Pierre Goulet

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes:

Maurice Pito
Bruno Cardu
Yves Joannette
Martin Arguin
Claude Braun
Roger Godbout

Président-rapporteur
directeur de recherche
co-directeur
membre du jury
examineur externe
représentant du doyen

Thèse acceptée le: 15 janvier 1997

Sommaire

Le présent travail s'intéresse à la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale chez l'adulte droitier détenteur du cerveau standard de l'enseignement neuropsychologique le plus dispensé. Selon cet enseignement, l'hémisphère gauche serait principalement ou exclusivement responsable du langage et, par conséquent, du traitement de la composante sémantique des mots. Dès lors, la question de la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale présente un intérêt particulier. Le présent travail s'appuie sur la controverse qui existe quant à cette contribution. Il a pour but de vérifier certaines indications jugées favorables à l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit qui serait propre à la sémantique lexicale chez le droitier typique. Ces indications concernent d'une part l'existence d'une relation plus évidente entre l'hémisphère droit et le traitement de la dimension sémantique des mots, qu'entre cet hémisphère et le traitement de la structure linguistique des mots (orthographe et phonologie). D'autre part, certaines sources indiquent que la contribution de l'hémisphère droit serait marquée à l'endroit des mots abstraits, d'autres favorisent les mots concrets. Les quatre études présentées dans ce travail procèdent à la vérification de ces indications en ayant recours à des épreuves de fluence lexicale, de complètement de phrases, de décision lexicale et de jugement sémantique. Une de celles-ci révèle que les cérébrolésés droits ont plus de difficulté que des individus neurologiquement indemnes pour compléter des phrases en produisant les mots appropriés. Cette différence est marquée lorsque ces phrases requièrent un mot abstrait. Cette observation est la seule à confirmer une indication fournie par la littérature. Toutefois, une analyse qualitative des réponses n'assure pas que les difficultés que connaissent les cérébrolésés droits concernent spécifiquement la sémantique lexicale. Une autre étude montre que les cérébrolésés droits produisent moins de mots que des individus indemnes de lésion cérébrale lors d'épreuves de fluence lexicale. Cependant, le fait d'avoir à produire des mots répondant principalement à des dimensions sémantiques plutôt que sur la base de paramètres structuraux n'affecte pas l'ampleur de la réduction observée lorsque le degré de productivité et l'ordre de présentation des critères de production employés sont pris en considération. Enfin, les cérébrolésés droits qui participent à ce travail ne manifestent pas de déficiences significatives lors des épreuves

de décision lexicale et de jugement sémantique mais présentent un biais de réponse particulier au cours de cette dernière. Dans l'ensemble ces résultats ne peuvent pas être considérés comme étant probants quant à une contribution particulière de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale. Ils sont à ajouter aux nombreuses informations contradictoires rapportées dans la littérature relativement aux compétences et contributions de l'hémisphère droit. Tenant compte de cette situation de controverse, une conclusion prudente s'impose. Ainsi, bien qu'il existe des faits suggérant une contribution de l'hémisphère droit du droitier qui serait particulière à la sémantique lexicale, ces faits ne permettent pas de confirmer l'existence réelle d'une telle contribution.

Mots clés: neuropsychologie, asymétrie, sémantique, lexicale, hémisphère droit

Table des matières

Sommaire	iii
Table des matières.....	v
Liste des tableaux	viii
Liste des figures.....	ix
Introduction.....	1
Le problème de la contribution de l'hémisphère droit au langage	4
Le contexte de l'asymétrie fonctionnelle.....	8
Modalité(s) des rapports interhémisphériques.	8
Origine et raisons d'une asymétrie fonctionnelle.	10
La sémantique lexicale.....	12
Le concept de mot.	12
Le concept de signification.	15
Compétence et contribution	19
Indications relatives à la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale	22
Indications obtenues auprès de commissurotomisés.	23
Indications obtenues auprès d'hémisphérectomisés.....	28
Indications obtenues à la suite de la désactivation sélective d'un hémisphère par injection d'un agent pharmacologique.....	31
Indications obtenues suite à la présentation latéralisée de stimuli auprès de sujets normaux.....	33
Le critère.....	34
La concrétude et l'imageabilité des mots.....	35
L'amorçage sémantique.....	35
Les jugements sémantiques.....	39
Indications provenant d'enregistrements de l'activité physiologique du cerveau du sujet normal.....	41
Indications obtenues auprès de personnes dont l'hémisphère droit a subi une lésion.....	44
Complètement de phrases et dénomination.	46
Fluence lexicale.	49
Compréhension de mots.	51
Jugements sémantiques	54
Quatre études de la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale	57

Première étude.....	62
Criterion-specific reduction of verbal-fluency in right brain-damaged right-handers	63
Abstract.....	63
Method.....	64
Subjects.....	64
Verbal fluency task and procedure.....	64
Results.....	64
Discussion.....	65
References.....	67
Deuxième étude.....	68
Word fluency after a right-hemisphere lesion.....	69
Abstract.....	70
Method.....	75
Subjects.....	75
Procedure.....	76
Results.....	77
Discussion.....	79
References.....	80
Troisième étude.....	84
Sentence completion task in right-brain-damaged right-handers Eisenson's study revisited	85
Method.....	88
Subjects.....	88
Material and procedure.....	89
Scoring procedure.....	89
Results.....	90
Sentence completion scores	91
Response analysis.....	93
Concreteness of the "unexpected" answers.....	93
Inadequate answers	94
RBDs' profile	95
Discussion.....	96
Appendix. The 10 sentences.....	103
References.....	103
Quatrième étude	106
Contribution of the right hemisphere to the processing of concrete words.....	107

Method.....	108
Subjects.....	108
Stimuli and procedure.....	109
Results.....	110
Lexical decision task	110
Semantic judgment task.....	112
Discussion.....	112
References.....	114
Discussion et conclusion	117
L'hémisphère droit et le traitement du sens des mots	120
Commentaires de nature méthodologique	122
Conclusion.....	126
Références	128
Remerciements	156

Liste des tableaux

Première étude. Citerion-specific reduction of verbal-fluency in right brain-damaged right-handers	
Table 1. Means and S.D. of the scores for each criterion within each group and levels of significance of the Kolmogorov-Smirnov test for the goodness-of-fit of the data to normal distributions with the same mean and S.D.....	65
Table 2. Analysis of variance for the two-factor- group and criterion -experiment with repeated measures on criterion factor (20 C-subjects and 35 RBD-subjects)	65
Table 3. Results of the simple effects analysis.	65
Table 4. Upper mean scores and standard deviations for each criteria within each subgroup of RBD-subjects, namely RBDf and RBDnf. Lower Analysis of variance for the two-factor- RBD subgroups and criteria -experiment with repeated measures on criterion factor.....	66
 Deuxième étude. Word fluency after a right-hemisphere lesion	
Table 1 Mean number of acceptable words (standard deviations) produced by the right brain damaged patients (RBDs) and the control subjects on the six semantic criteria and the six orthographic criteria.....	78
 Troisième étude. Sentence completion task in right-brain-damaged right-handers Eisenson's study revisited	
Table 1. Categories of Unexpected Answers	90
Table 2. Distribution of RBDs and Cs According to the Number of Sentences Completed with an Acceptable Word.....	93
Table 3. Distribution of RBDs and Cs According to the Number of Abstract Sentences Completed with Acceptable Words Including the IAS Answers.	95
Table 4. Profile of the Impaired (RBDs-) versus Unimpaired (RBDs+) RBDs	96
Table 5. Lesion Sites of the RBDs- and RBDs+ Subjects.....	97
 Quatrième étude. Contribution of the right hemisphere to the processing of concrete words.	
Table 1. Characteristics of the Right Hemisphere-damaged (RHD), Left Hemisphere-Damaged (LHD), and Control Subjects	108

Liste des figures

Troisième étude. Sentence completion task in right-brain-damaged right-handers Eisenson's study revisited

- Figure 1. Mean number of sentences completed with the expected concrete or abstract word by right-brain-damaged patients (RBDs) and normal control subjects (Controls).92

Quatrième étude. Contribution of the right hemisphere to the processing of concrete words.

- Figure 1. Mean sensitivity scores (A') and standard error for concrete and abstract words in the lexical decision task for RHD, and control subjects.....111
- Figure 2. Mean bias scores (B'') and standard error for RHD, LHD, and control subjects in the lexical decision task.111
- Figure 3. Mean transformed sensitivity scores ($2\text{Arcsin } \sqrt{A'}$) and standard error for concrete and abstract words in the semantic judgment task for RHD, LHD, and control subjects.....112
- Figure 4. Mean bias scores (B'') and standard error for concrete and abstract words for RHD, LHD, and control subjects in the semantic judgment task.....114

Si Dieu peut produire les phénomènes célestes à la manière que vous supposez, il peut aussi les produire d'une infinité d'autres manières qui surpassent votre intelligence. Bornez-vous à dire que vous adoptez la représentation la plus commode pour vos calculs.

Urbain VIII s'adressant à Galilée
(Encyclopédie Grolier, 1957, p. 179)

Introduction

Le présent travail s'intéresse à la contribution de l'hémisphère droit du cerveau au langage chez l'adulte droitier. Il a pour objectif de vérifier certaines indications proposées par la littérature neuropsychologique comme étant favorables à l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit qui serait propre à la sémantique lexicale chez cet adulte dans des conditions normales de communication. Cet objectif est motivé d'une part par la divergence des opinions et résultats quant à l'existence de cette contribution. D'autre part, il s'appuie sur certaines limites méthodologiques et conceptuelles des travaux antérieurs favorables à cette hypothèse.

Ce travail s'intéresse à l'organisation fonctionnelle du cerveau de l'adulte droitier parce que ce dernier est le sujet "typique" de la littérature neuropsychologique (Hellige, 1993). Il s'agit donc de l'organisation fonctionnelle du cerveau "standard" de l'enseignement neuropsychologique le plus véhiculé par la littérature. Depuis plus d'un siècle, cette littérature reconnaît qu'il existe une relation significative entre le langage et l'hémisphère gauche chez les adultes droitiers. La signification la plus souvent attribuée à cette relation veut que l'hémisphère gauche joue un rôle dominant en regard des composantes linguistiques du comportement chez la plupart des adultes droitiers. Cette relation est à l'origine des

notions de latéralisation, d'asymétrie fonctionnelle et de dominance de l'hémisphère gauche pour le langage. Ces notions réfèrent à des conceptions différentes du fonctionnement cérébral selon que le langage est considéré être une fonction exclusivement sous-tendue par l'hémisphère gauche, ou qu'une certaine contribution de l'hémisphère droit est admise. C'est donc en regard de la thèse de l'exclusivité que le problème de la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale est avant tout pertinent. En termes simples la question suivante est en cause: lorsque l'hémisphère gauche de l'adulte droitier est jugé dominant pour le langage, l'hémisphère droit contribue-t-il au traitement du sens des mots ? Plusieurs indices permettraient de le croire (voir Code, 1987; Hannequin, Goulet & Joannette, 1988; Joannette, Goulet & Hannequin, 1990). Ce travail veut vérifier certains de ceux-ci.

La démarche expérimentale exposée dans ce travail repose sur quatre études réalisées au cours des dix dernières années dans le cadre d'une recherche consacrée à la question plus générale de la contribution de l'hémisphère droit au langage chez le droitier. De ces quatre études qui seront présentées ici sous la forme d'articles, trois ont déjà été publiées (Joannette & Goulet, 1986; Goulet & Joannette, 1994; Rainville, Goulet & Joannette, 1995) et la quatrième a été soumise pour publication (Goulet, Joannette, Sabourin & Giroux, soumis). Les deux premières études rapportées traitent des conduites de sujets cérébrolésés droits soumis à des épreuves de fluence lexicale (aussi qualifiées de disponibilité lexicale ou de fluence verbale). Les épreuves retenues opposent la production de mots répondant à des critères sémantiques (e.g., noms d'animaux) à celle réalisée en fonction de critères orthographiques (e.g., mots débutant par la lettre B). Dans le cadre de ces deux études, la présence chez les sujets cérébrolésés droits d'une réduction de la production plus marquée lorsque la dimension sémantique de la tâche est importante sert d'indice quant à une contribution particulière de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale en opposition à la dimension orthographique-phonologique des mots. Cette référence à la composante phonologique est attribuable à la forte probabilité que cette composante soit particulièrement sollicitée par les critères orthographiques.

Les deux autres études portent sur le traitement des mots à référents abstraits en opposition à celui des mots dont les référents sont concrets. Ces études mettent à l'épreuve des hypothèses contradictoires qui trouvent toutes deux des appuis au sein de la littérature. Ainsi, s'appuyant sur les travaux d'Eisenson (1962, 1973) une de ces études tente de vérifier qu'une lésion de l'hémisphère droit s'accompagne de déficiences plus importantes en regard des mots abstraits lorsqu'il s'agit de compléter des phrases. En revanche, l'hypothèse mise à l'épreuve dans l'autre étude veut qu'une lésion de l'hémisphère droit affecte plus les conduites mettant en cause des mots concrets que celles impliquant des mots abstraits. Cette

proposition découle d'une proposition fréquemment formulée et qui va à l'encontre de l'observation d'Eisenson (1962, 1973). Cette hypothèse veut que les capacités lexicales associées au fonctionnement de l'hémisphère droit du droitier soient plus importantes pour les mots concrets que pour les mots abstraits (e.g., Coltheart, 1983; Eviatar, Menn & Zaidel, 1990; Joanette, Goulet & Hannequin, 1990; Searleman, 1983; Weekes, 1995). Or, si l'hémisphère droit sous-tend une contribution cohérente avec les capacités lexico-sémantiques qui lui sont attribuées, celle-ci devrait d'abord porter sur les mots concrets. Conséquemment, le traitement de ces mots devrait être altéré à la suite d'une lésion de cet hémisphère. Du moins, une telle hypothèse est plausible dans la mesure où la contribution de l'hémisphère droit est nécessaire au fonctionnement normal.

Ces quatre études, jumelées à une analyse critique de la littérature sur laquelle elles s'appuient, amènent à conclure qu'il existe des faits suggérant une contribution de l'hémisphère droit du droitier à la sémantique lexicale. Cependant, ces faits ne permettent pas de confirmer l'existence réelle d'une telle contribution ainsi que son caractère proprement sémantique. Plus précisément, il y a insuffisance de faits permettant de croire à cette contribution tout en rejetant définitivement la thèse de l'exclusivité de l'hémisphère gauche en regard des activités ou processus spécifiques à cette dimension du langage. Il ne s'agit pas ici de promouvoir un enseignement qui a cours depuis la fin du XIX^e siècle et selon lequel le langage serait une conduite exclusivement sous-tendue par le substrat neurobiologique de l'hémisphère gauche chez l'adulte droitier. La conclusion de ce travail constitue simplement une synthèse ponctuelle de la situation relative à la relation mettant en cause l'hémisphère droit du droitier et ce qui est particulier à la dimension sémantique des mots sur le plan comportemental et/ou fonctionnel. L'insuffisance de faits évoquée ici relève de l'absence d'une démonstration empirique qui réponde aux exigences scientifiques de la neuropsychologie contemporaine.

Certaines expressions employées au cours des pages à venir donneront peut-être l'impression de vouloir attribuer des fonctions psychologiques au cerveau dont les activités premières relèvent de la physiologie. A l'occasion, elles pourraient même laisser croire qu'un rapport d'identité est proposé entre le psychologique et le biologique. Par exemple, cela pourrait être le cas lorsqu'il est écrit que tel hémisphère traite tel type de mot. Or, ce genre d'interprétation serait incorrect (pour une discussion sur ce sujet voir Sergent, 1987; 1988). En fait, ce type de formulation n'est qu'une façon économique de s'exprimer. Elle permet de référer en peu de mots à une relation possible entre le psychologique et le biologique. Evidemment, le simple fait de traiter d'une contribution hémisphérique à la sémantique lexicale témoigne d'un biais favorable à la possibilité qu'une fonction

psychologique repose sur l'activité du substrat neurobiologique. Toutefois, hormis cela, le recours à ce genre d'expression ne veut aucunement témoigner d'un présupposé quant à la nature exacte du rapport qu'entretiennent le cerveau et la pensée (pour un exposé de différentes propositions à ce sujet voir Jimenez, 1990). En cas de doute, il serait préférable que toute formulation ambiguë de ce type soit interprétée comme le témoignage d'une simple corrélation entre un comportement, ou une activité cognitive inférée sur la base de celui-ci, et une activité biologique relevant du cerveau ou plus particulièrement d'un de ses hémisphères.

Au cours des paragraphes qui suivent le problème de la contribution de l'hémisphère droit au traitement sémantique des mots sera d'abord motivé en faisant référence à la problématique plus générale qui existe au sujet de l'organisation du cerveau pour le langage. A cette occasion, des renseignements supplémentaires seront fournis quant à la population d'individus concernée par ce travail. Puis le problème de la contribution de l'hémisphère droit au traitement sémantique des mots sera discuté à la lumière d'aspects plus généraux de l'asymétrie fonctionnelle. Des renseignements seront ensuite apportés quant à la façon d'aborder ici les notions de sémantique lexicale et de contribution de l'hémisphère droit. Ces informations servent de préalable à une synthèse des principales données neuropsychologiques relatives à une contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale. Cette synthèse permettra de préciser et justifier la problématique abordée dans le cadre des quatre études déjà annoncées. La présentation de ces quatre études suit cette synthèse. Enfin, une discussion générale des observations recueillies par l'entremise de ces études complète ce document. L'élément central de cette discussion réside dans l'impossibilité de conclure favorablement à l'existence d'une contribution particulière de l'hémisphère droit du droitier qui serait propre à la dimension sémantique du traitement des mots.

Le problème de la contribution de l'hémisphère droit au langage

La sémantique lexicale concerne la signification des mots (Caron, 1989; Cruse, 1986; Germain & LeBlanc, 1982; Hillert, 1992). Par conséquent, elle se rapporte au langage. Or, la neuropsychologie a souvent voulu que les actes de production et de traitement du langage soient exclusivement sous-tendus par le substrat neurobiologique de l'hémisphère gauche chez le droitier (Benson, 1985; Habib & Démonet, 1996; Habib, Démonet & Frackowiak, 1996; Sargent, 1987). La mise en évidence de cette relation entre l'hémisphère gauche et le langage est d'ailleurs considérée comme l'événement qui a donné naissance à la

neuropsychologie contemporaine voilà plus d'un siècle (Hécaen & Dubois, 1969; Ronson, 1994). Il y a quelques années, Hécaen (1977) affirmait que "seul l'hémisphère gauche est compétent pour le langage". De même, des modèles neuropsychologiques qui ont fait école (Geschwind, 1965; Luria, 1973) associent de manière exclusive les composantes fonctionnelles propres au langage à l'hémisphère gauche chez le droitier. Encore aujourd'hui, l'exclusivité de l'hémisphère gauche constitue l'enseignement dominant (Habib & Démonet, 1996; Habib et al., 1996) alors que plusieurs auteurs ne font aucunement référence à l'hémisphère droit lorsqu'ils décrivent le substrat cérébral dédié au langage (e.g., Caplan, 1994; Duyckaerts & Hauw, 1996; Loring et al., 1990; Pinker, 1995). Le rapport d'exclusivité qu'entretiendrait l'hémisphère gauche et le langage a d'ailleurs déjà été qualifié de dogme (Joanette, 1981).

Différents facteurs contribuent probablement au fait que l'accent soit ainsi mis sur l'hémisphère gauche au détriment du droit. L'un d'eux paraît particulièrement important. Ainsi, il est acquis que la fréquence et l'ampleur des troubles du langage observés chez les droitiers porteurs d'une lésion de l'hémisphère gauche obligent à reconnaître l'existence d'un rapport étroit entre la structure et/ou l'activité de cet hémisphère et la fonction linguistique (Efron, 1990). Selon l'interprétation retenue par l'enseignement classique de la neuropsychologie, elles témoignent des compétences linguistiques de l'hémisphère gauche et de la contribution effective de celui-ci au langage chez le droitier. Cette interprétation est largement appuyée par des observations réalisées auprès de sujets normaux et d'autres souffrant de dommages cérébraux (Hellige, 1993). La relation particulière qu'entretiennent l'hémisphère gauche et le langage est donc bien établie en ce qui concerne la majorité des adultes droitiers. Son acceptation est telle qu'un des énoncés les moins contestés dans le domaine de la neuropsychologie veut que la lésion cérébrale à l'origine d'une aphasie chez l'adulte affecte le plus souvent, voire dans plus de 95% des cas, l'hémisphère gauche du cerveau (Bogen, 1985; Lecours & Lhermitte, 1979). Cet hémisphère est reconnu comme étant dominant pour le langage (Sergent, 1987).

Considérant l'implication de l'hémisphère gauche en regard du fonctionnement linguistique du droitier, une question jugée fondamentale pour la compréhension de l'organisation fonctionnelle du cerveau concerne la fonction de l'hémisphère droit (Bradshaw, 1980). Or, sans nier le rôle particulier de l'hémisphère gauche, mais contrastant avec la thèse de l'absoluité, une conception relative de la latéralisation fonctionnelle est parvenue avec le temps à se faire de plus en plus d'adeptes à la lumière de différentes observations (Bradshaw, 1980). D'ailleurs, la communauté scientifique serait maintenant plus encline à accepter une telle conception, laquelle accorderait un rôle à l'hémisphère droit

en regard du fonctionnement linguistique (Benton, 1991). Cette thèse relativiste prend au moins deux formes selon que la contribution de l'hémisphère droit est attribuée à des facteurs génétiques ou culturels qui la rendrait plausible chez certains sous-groupes de droitiers, ou qu'elle est proposée pour la majorité des adultes droitiers dont l'hémisphère gauche est classiquement reconnu pour être dominant en ce qui a trait au langage.

Ainsi, une première version de la conception relativiste suggère l'existence d'exceptions à une latéralisation stricte favorisant l'hémisphère gauche chez les adultes droitiers (Joanette, 1981; Lecours, 1980). Ces exceptions concerneraient les personnes de sexe féminin ainsi que les individus ayant des gauchers ou des ambidextres parmi les membres immédiats de leur famille (Lecours, 1980; Joanette, Lecours, Lepage & Lamoureux, 1983; Shaywitz, Shaywitz, et al., 1995). L'hémisphère droit participerait au langage également chez les gens qui maîtrisent une langue seconde, une langue tonale, ou une langue dont le système d'écriture comporte des idéogrammes (Bradshaw, 1989; Code, 1987; Lecours, 1980; Joanette, Lecours, Lepage & Lamoureux, 1983; Paradis, 1995). Il le ferait aussi chez les illettrés (Lecours, Mehler, Parente & Vadeboncoeur, 1988; Segalowitz, 1983) et les individus dont le mode principal d'expression est le langage par signes (McKeever, Hoemann, Florian & Van Deventer, 1976; Poizner & Lane, 1979). La latéralisation fonctionnelle du cerveau pour le langage connaît alors une certaine variabilité interindividuelle. Toutefois, la relation entre chacun de ces facteurs d'exception et le rôle de l'hémisphère droit à l'endroit du langage est sujet à controverse (pour la relation avec le sexe des sujets voir Hellige, 1993; Hiscock, Hiscock & Inch, 1991; Hiscock, Inch, Jacek, Hiscock-Kalil & Kalil, 1994; en ce qui a trait à la présence de gauchers et d'ambidextres dans la famille voir Annett, 1982; Bradshaw, 1980; Damasio, Tranel, Spradling & Alliger, 1989; Hellige, 1993; Joanette, Lecours, Lepage & Lamoureux, 1983; Trudeau, 1992; pour le bilinguisme et l'écriture idéographique voir Bradshaw, 1989; Paradis, 1995; en ce qui concerne le facteur d'alphabétisation voir Bradshaw, 1989; pour le langage signé voir Bellugi, 1983; Hellige, 1993). La situation est telle que souvent l'hémisphère gauche est jugé seul responsable du langage en dépit de ces facteurs d'exception.

Tenant compte de l'incertitude qui entoure l'influence de la plupart des traits d'exception, l'hypothèse de l'exclusivité de l'hémisphère gauche pour le langage conserve une valeur générale en s'appliquant aux adultes droitiers dans le cas de leur langue maternelle lorsque celle-ci est de type atonale et qu'elle est employée dans le cadre de communications orales ainsi que par l'entremise d'un code écrit de nature essentiellement alphabétique. Or, l'adulte dont la langue maternelle répond à cette description est le détenteur du cerveau "standard" ou "typique" de l'enseignement neuropsychologique le plus dispensé par la

littérature. Il est celui auquel s'intéresse le présent travail parce qu'il est au coeur de l'enseignement classique de la neuropsychologie. D'ailleurs cet individu peut être considéré comme étant le point de référence à partir duquel ceux qui manifestent une asymétrie fonctionnelle différente de la sienne sont considérés comme des éléments divergents, voire des exceptions, même lorsqu'ils sont nombreux (pour un exemple voir Lecours, 1980). Or, une autre version de la thèse relativiste veut que l'hémisphère droit sous-tende certaines activités même à l'endroit de la langue maternelle de ce droitier typique. Des descriptions du substrat neurobiologique du langage témoignent du bien fondé de cette position en intégrant l'hémisphère droit à une conception étendue de la zone du langage (e.g., Démonet & Puel, 1994; Habib & Démonet, 1996; Habib et al., 1996; Hellige, 1993; Kosslyn & Koenig, 1992; Whitaker & Kahn, 1994). Toutefois les différentes dimensions du langage seraient associées à l'hémisphère droit de manières diverses (Dingwall, 1993). Ainsi, la sémantique lexicale serait une des dimensions du langage sous-tendues par cet hémisphère (e.g., Borod, Andelman, Obler, Tweedy & Welkowitz, 1992; Brownell, 1988; Brownell, Potter & Michelow, 1984; Brownell, Simpson, Bihle, Potter & Gardner, 1990; Chiarello, 1988a,b, 1991; Code, 1987; Coltheart, 1983; Day, 1977; Milberg, 1988; Villardita, Grioli & Quattropiani, 1988). En revanche, l'hémisphère droit sous-tendrait peu, voire aucune habilité phonologique, morphologique ou syntaxique (Bradshaw & Nettleton, 1983; Coltheart, 1983; Koenig, Wetzel & Caramazza, 1992; Lambert, 1982a,b; Searleman, 1983; Zaidel, 1978a, 1985). Cette situation montre en quoi la sémantique lexicale représente un intérêt particulier en ce qui a trait au problème de la latéralisation fonctionnelle du cerveau pour le langage.

La thèse d'une contribution de l'hémisphère droit du droitier au langage est souvent contestée même si les faits qui lui sont favorables abondent (pour des synthèses antérieures de ces faits voir Code, 1987; Hannequin et al., 1988; Joannette et al., 1990). Par exemple, Benson (1985) prétend que l'exclusivité de l'hémisphère gauche pour le langage chez l'adulte droitier constitue un fait assuré alors que les raisons justifiant une remise en question de la localisation du langage ailleurs qu'au sein de cet hémisphère sont le plus souvent mises en doute. Différentes revues de la littérature consacrée au rôle de l'hémisphère droit du droitier à l'endroit du langage alimentent ce doute, particulièrement en raison des limites méthodologiques des études réalisées et du caractère discutable des interprétations proposées par ces dernières (Bradshaw & Nettleton, 1983; Hannequin et al., 1988; Joannette et al., 1990; Lambert, 1982a,b; Moscovitch, 1981; Searleman, 1977, 1983). Encore récemment, Verstichel et Cambier (1996) ont rappelé que les conclusions issues des études favorables à un rôle joué par l'hémisphère droit en regard du langage chez le sujet normal devaient être

considérées avec prudence, particulièrement en raison de problèmes méthodologiques. L'objectif du présent travail s'appuie sur ce doute.

Le contexte de l'asymétrie fonctionnelle

Comme en témoignent les paragraphes précédents, le problème de la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale s'inscrit sous le thème plus général de l'asymétrie fonctionnelle. En fait la question centrale consiste à savoir si les représentations et mécanismes cognitifs mis en cause par le traitement sémantique des mots relèvent d'un seul hémisphère ou des deux. Ce problème concerne ainsi la localisation cérébrale de ces représentations et mécanismes bien que ce soit à un niveau macroscopique puisque les hémisphères cérébraux sont seuls en cause. Dès lors, la résolution du problème de la contribution de l'hémisphère droit au traitement sémantique des mots devrait pouvoir profiter des informations disponibles quant aux principes généraux de l'asymétrie fonctionnelle. À priori, il semble en effet raisonnable de croire que ces informations devraient permettre de répondre à la question suivante: pourquoi l'hémisphère droit devrait-il contribuer à la sémantique lexicale ? Cette question peut être abordée en référant à deux thèmes connexes jugés majeurs en regard de la latéralisation cérébrale: celui de la modalité générale des rapports interhémisphériques et celui de l'origine et des raisons de l'asymétrie fonctionnelle.

Modalité(s) des rapports interhémisphériques.

La reconnaissance d'une règle unique et universelle régissant les rapports interhémisphériques constituerait un atout pour répondre à la question de la contribution de l'hémisphère droit du droitier à la sémantique lexicale. Par le passé, plusieurs ont cherché un principe fonctionnel fondamental susceptible de rendre compte de l'ensemble des conduites associées à chaque hémisphère ainsi que de la diversité des manifestations comportementales se rapportant à de possibles asymétries fonctionnelles (Segalowitz, 1983). De nombreuses dichotomies fonctionnelles ont alors été proposées (Bradshaw & Nettleton, 1981). Parmi les plus citées il y a l'opposition entre un fonctionnement verbal et un fonctionnement visuospatial ou non-verbal, opposition qui repose avant tout sur la nature des stimuli à traiter (Hellige, 1993; Kimura, 1961; Sergent, 1987, 1990). D'autres contrastent un fonctionnement analytique ou séquentiel à un autre global ou parallèle (Cohen, 1973; Levy-Agresti & Sperry, 1968; voir aussi Bradshaw & Nettleton, 1981; Hellige, 1993; Sergent,

1987). Cette dernière opposition relève plus de la nature du traitement en jeu que de celle des stimuli. Toutefois, ces dichotomies sont souvent proposées afin de rendre compte *a posteriori* des observations recueillies (Bertelson, 1981; Joanette et al., 1990; Sergent, 1987, 1990; pour un exemple se rapportant à la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale voir Grossman, 1981). De plus, la confirmation de l'une d'elles n'invalide pas automatiquement les autres et aucune explique l'ensemble des asymétries comportementales décrites (Joanette et al., 1990; Hellige, 1993; Hannay, 1986). En outre, il arrive qu'une fonction attribuée à un hémisphère puisse également être associée à l'autre hémisphère (Hellige, 1993; Sergent, 1987, 1990). Par exemple, chaque hémisphère sous-tendrait certaines habiletés visuo-spatiales (Hellige, 1993) ou la capacité d'un traitement global des visages (Sergent, 1984). Il semble également que l'hémisphère gauche soit capable d'un traitement parallèle de l'information malgré le mode de traitement séquentiel qui le caractériserait. En contrepartie, l'hémisphère droit assurerait parfois un traitement sériel de l'information plutôt que le mode de traitement parallèle qui lui est habituellement attribué (Bub & Lewine, 1988; Reuter-Lorenz & Baynes, 1992).

Il n'est donc pas assuré que l'asymétrie fonctionnelle relève d'un principe d'opposition unique. En fait, il est plutôt possible que la contribution de chaque hémisphère au fonctionnement normal varie selon les exigences comportementales des différentes situations auxquelles sont confrontés les individus (Bradshaw, 1980; Bradshaw & Nettleton, 1981; Cohen, 1982; Sergent, 1987). A l'occasion cette variation serait quantitative. A d'autres, elle serait qualitative. Cette éventualité est appuyée par le fait que l'asymétrie fonctionnelle se manifeste de différentes façons et qu'elle paraît même absente dans certains cas. Ainsi, il arrive que les deux hémisphères sous-tendent des fonctions entièrement différentes (Sergent, 1987, 1990). Sous d'autres conditions, ils participent à une même fonction de manière comparable ou différente (Sergent, 1987, 1990). Il peut également arriver qu'ils le fassent de manière hiérarchique, le traitement assumé par un hémisphère reposant alors sur le produit de l'autre (Sergent, 1987). Afin de rendre compte des différents phénomènes de latéralisation, des modèles structuraux impliquant des rapports rigides entre chaque hémisphère et la réalisation de fonctions particulières s'opposent à des modèles dynamiques où la réalisation d'une conduite ne repose pas toujours sur l'activité du même hémisphère bien qu'une organisation structurale demeure admise (Boles, 1987; Cohen, 1982). Des mécanismes d'activation et d'autres d'inhibition intra et interhémisphériques contribueraient possiblement à assurer le caractère absolu ou relatif des manifestations de l'asymétrie cérébrale (Bradshaw, 1980; Hellige, 1993; Kinsbourne, 1975; Moscovitch, 1976a,b). Chacune de ces hypothèses reçoit des appuis empiriques (cf., Sergent, 1987; Hellige, 1993).

Toutefois, aucune ne constitue une explication suffisante de l'ensemble des manifestations de la dynamique interhémisphérique (Benton, 1991; Boles, 1987; Cohen, 1982). Conséquemment, il est possible que plus d'une hypothèse doivent éventuellement être retenues pour rendre compte de l'organisation fonctionnelle du cerveau (Benton, 1991; Hellige, 1993). D'ailleurs, comme le font remarquer Bertelson (1981) et Cohen (1981), pourquoi les asymétries comportementales devraient-elles dépendre d'un seul mode d'asymétrie fonctionnelle ? Etant donné l'absence d'un mode de latéralisation fonctionnelle reconnu pour être universel (Hannay, 1986), il s'agit donc pour l'instant de découvrir le rôle joué par chacun des hémisphères cérébraux dans le contexte particulier de chaque conduite, fonction ou composante fonctionnelle. Cette situation autorise une contribution de l'hémisphère droit du droitier typique à la sémantique lexicale bien qu'elle n'en oblige pas l'existence et n'en précise pas la nature.

Origine et raisons d'une asymétrie fonctionnelle.

Même si l'hypothèse d'une symétrie fonctionnelle demeure plausible en regard de certaines conduites (Sergent, 1987), l'asymétrie fonctionnelle (quantitative et/ou qualitative) est un mode d'organisation plus souvent recherché et rapporté dans le domaine de la neuropsychologie humaine (Bryden, 1982; Sergent, 1990). D'ailleurs, Luria (1973) a fait de l'asymétrie une des règles d'organisation du cerveau en regard des fonctions intellectuelles supérieures chez l'humain. En outre, le caractère asymétrique de l'organisation cérébrale est très largement accepté en ce qui concerne le langage.

Les motifs évoqués quant à l'origine du caractère asymétrique du fonctionnement cérébral chez l'humain sont multiples. Certaines hypothèses font reposer l'asymétrie sur des bases génétiques. D'autres font appel à des éléments environnementaux. D'autres encore évoquent ces deux facteurs à la fois (Nottebohm, 1979). Ainsi, certaines asymétries morphologiques du cerveau sont parfois jugées déterminantes (Bradshaw, 1980; Geschwind & Levitsky, 1968; Goldberg & Costa, 1981; Lecours & Lhermitte, 1979; Nottebohm, 1979; Semmes, 1968). L'hypothèse d'une relation entre une évolution vers la station debout, la libération des mains, l'emploi d'outils, la gestuelle, le langage et l'hémisphère gauche est évoquée par d'autres chercheurs (Bradshaw & Rogers, 1993; Kimura, 1979; Kimura & Archibald, 1974). L'incompatibilité de certains processus cognitifs que devraient sous-tendre le cerveau (Levy, 1969; Nottebohm, 1979) de même que la nécessité d'un centre unique de contrôle (Nottebohm, 1979) servent également de prétexte à l'asymétrie fonctionnelle. Par

exemple, la nécessité d'éviter une compétition interhémisphérique quant au contrôle des structures articulatoires nécessaires à la parole est une des explications avancées (Bradshaw, 1980).

La question de l'origine ou du "pourquoi" de l'asymétrie fonctionnelle paraît être un préalable à toute recherche portant sur ce phénomène (Bertelson, 1981; Cohen, 1981; Springer & Deutsch, 1981). Assurément, une réponse à ce "pourquoi" permettrait de mieux orienter les hypothèses relatives à ses caractéristiques et manifestations (Springer & Deutsch, 1981). Toutefois, il est difficile de vérifier la valeur exacte des différentes hypothèses émises à propos des motifs sous-jacents à l'asymétrie fonctionnelle (Bryden, 1982; Kimura, 1979; Springer & Deutsch, 1981). D'ailleurs, la plupart d'entre elles ne sont que des explications émises *a posteriori* à la lumière de corrélations entre l'activité de chacun des hémisphères et des comportements particuliers (e.g., Kimura, 1979; Levy, 1969). En outre, même lorsqu'elles sont cohérentes avec des observations d'un autre ordre (e.g., ethnographiques et anthropologiques, voir Kimura, 1979), il demeure que ces dernières ont été recherchées dans le but précis de rendre compte du caractère asymétrique du fonctionnement cérébral. Dès lors, étant donné le biais favorisant largement l'hémisphère gauche en ce qui a trait aux soubassements neurobiologiques du langage, ces hypothèses peuvent difficilement servir d'arguments obligeant une contribution de l'hémisphère droit au traitement sémantique des mots chez le droitier typique.

Considérant la situation décrite au cours des derniers paragraphes, la question ayant motivé ceux-ci demeure entière: quelle raison oblige à croire que l'hémisphère droit contribuerait au traitement du sens des mots ? Or, la réponse à cette question réside essentiellement dans des faits expérimentaux et des observations rapportés par la littérature plutôt que dans des *a priori* théoriques. Historiquement, l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale découle d'observations incompatibles avec le dogme de l'exclusivité de l'hémisphère gauche pour le langage (e.g., Eisenson, 1973; Ellis & Shepherd, 1974; Gazzaniga, 1970). Celles reconnues pour avoir joué un rôle majeur proviennent de travaux entrepris auprès de sujets commissurotomisés (e.g., Gazzaniga, 1970). Ceux-ci ont montré que l'hémisphère droit anatomiquement isolé de l'hémisphère gauche était capable de comprendre des mots chez certains sujets. Ces travaux ont fait boule de neige et motivé la découverte d'autres indices favorables à une contribution de l'hémisphère droit à la composante sémantique du traitement des mots. Cependant, il existe des faits contradictoires et l'interprétation des indices rapportés est contestée. Dès lors, une question qui s'impose concerne la valeur et la signification réelles de ceux-ci. C'est à celle-ci que s'attarde le présent travail, d'abord en donnant un aperçu de ces indices, puis dans le

cadre des quatre études déjà annoncées. Toutefois, avant de passer à ces étapes, il semble opportun de s'attarder aux notions de sémantique lexicale et de contribution hémisphérique afin de mieux cerner le propos et la portée du présent travail.

La sémantique lexicale

Définir la notion de sémantique lexicale est un préalable à la constitution d'un corpus d'informations pertinent quant à une contribution de l'hémisphère droit à cette dimension du langage. Toutefois, il ne s'agit pas de fournir ici une définition précise qui ferait consensus parmi les chercheurs intéressés par la sémantique lexicale. Cette notion est associée à de multiples propositions et débats passés et actuels (Caron, 1989; Clark & Clark, 1977; Hillert, 1992; Rastier, 1991). Défendre ou soutenir une description de la sémantique lexicale comme étant celle qui serait juste dépasse largement l'objectif de ce travail. Il s'agit plus simplement de circonscrire le cadre général dans lequel ce travail aborde la notion de sémantique lexicale. Cette notion réfère ici à la composante significative des mots. Elle renvoie ainsi à deux concepts dont il faut établir les construits afin de la délimiter, même si cela ne peut être fait que de façon approximative. Ces concepts sont ceux de mot et de signification.

Le concept de mot.

Bien que d'autres unités linguistiques, telles que le morphème ou le syntagme, soient parfois considérées comme étant plus appropriées que le mot pour l'étude du fonctionnement linguistique des individus (Mounin, 1974; Keller, 1985; Lecours & Lhermitte, 1979; Rastier, 1991), celui-ci demeure généralement accepté comme étant une unité linguistique utile et pertinente à ce chapitre (Cruse, 1986; Paivio & Begg, 1981). Plus encore, la plupart des travaux traitant des capacités lexicales de l'hémisphère droit retiennent le mot comme unité d'analyse. Cependant, référer au mot comporte certains problèmes dont le plus sérieux concerne ici sa définition. Il est connu que l'élaboration d'une définition théorique du mot est difficile. Ainsi, les différentes propositions habituellement avancées dans les domaines de la linguistique et de la psycholinguistique se révèlent insatisfaisantes (Lyons, 1970; Mounin, 1974; Paivio & Begg, 1981). Bien qu'elles permettent de circonscrire certains mots au sein de l'énoncé linguistique, aucune permet de dégager toutes les unités qui correspondent à ce qui constitue intuitivement un mot, ou encore d'établir une distinction

nette entre le mot et d'autres unités linguistiques telles que le morphème ou le syntagme. Les différents systèmes de classification des unités linguistiques adoptés dans les dictionnaires témoignent de cette difficulté (pour des exemples voir Juilland, Brodin & Davidovitch, 1970). En outre, le mot peut être conçu différemment selon son niveau de représentation au sein du système linguistique ou cognitif dans lequel il s'intègre. Ainsi, au niveau le plus concret, le mot correspond à une série de sons ou de lettres alors qu'à un autre il équivaut à une unité de représentation plus abstraite désignant une classe d'items linguistiques susceptibles de se manifester sous des formes différentes (e.g., le lexème de Lyons, 1970). Il s'agit donc d'établir la nature du mot en cause selon qu'il est question d'un élément au sein de l'énoncé linguistique, c'est-à-dire d'une manifestation linguistique, ou de l'un ou l'autre niveau de représentation mentale de cet élément. Il s'agit également de distinguer le mot d'unités plus grandes ou plus petites, plus complexes ou plus simples, afin de circonscrire l'unité linguistique dont le traitement de la signification pourrait être assumé, en totalité ou en partie, par l'hémisphère droit.

Dans le cadre du présent travail qui est une réaction aux études antérieures portant sur le même sujet, la notion de mot laisse libre cours à une conception courante qui s'appuie largement sur des conventions graphiques et dont l'utilité est reconnue lorsqu'il s'agit d'étudier le langage (cf. Le Ny, 1979; Lyons, 1970; Mounin, 1974; Paivio & Begg, 1981). Le mot réfère alors à un phonème ou une série de phonèmes porteuse de sens et dont la transcription alphabétique est délimitée par des espaces et/ou des signes de ponctuation. Ce mot répond habituellement aux critères de mobilité (permutation) et d'inséparabilité (insertion) connus pour être généralement caractéristiques de l'unité empirique qu'est le mot dans une perspective fonctionnelle (Cruse, 1986; Juilland et al., 1970; Lyons, 1970; Paivio & Begg, 1981). A titre indicatif, le mot correspond alors aux formes phonologiques et orthographiques du mot grammatical de Lyons (1970). Il s'apparente à la notion de signifiant (Saussure, 1966; Le Ny, 1979). Il peut se limiter à un seul morphème ou en comprendre plusieurs.

Il est connu que face à une telle description du mot survient le problème des composés (e.g., pomme de terre) qui ne répondent pas au critère orthographique retenu mais qui se comportent néanmoins comme des mots (Cruse, 1986; Juilland et al., 1970; Lyons, 1970; Paivio & Begg, 1981). Ces items s'apparentent aux mots décrits ci-haut surtout lorsqu'ils sont suffisamment figés. L'absence d'une transparence entière de leur sens à la lumière de celui de chacun de leurs éléments contribue à ce statut (e.g., coup de feu, chemin de fer). Comme les mots, ils peuvent être reconnus comme étant directement inscrits dans le lexique (Cruse, 1986; Lyons, 1970; Paivio & Begg, 1981). Ils seraient lexicalisés. Dès lors, il n'y

a pas vraiment lieu de les distinguer des mots. Certains sont d'ailleurs répertoriés comme étant des entrées lexicales dans les dictionnaires, au même titre que les mots simples (pour des exemples voir Robert, 1973). Leurs éléments sont parfois réunis par des traits d'union à l'écrit (e.g., vesse-de-loup) bien que ce ne soit pas toujours le cas (e.g., pomme de terre). Le concept de mot se rapproche alors de celui de lexie (Mounin, 1974). Bien que non élégante et demeurant insatisfaisante sur le plan théorique, une façon simple d'en rendre compte, et surtout de tenter de l'opérationnaliser, se résume à dire que les mots sont les items du dictionnaire d'une langue (naturelle) sous leurs différentes formes. Dès lors, la sémantique lexicale concerne essentiellement la signification des items contenus dans ce dictionnaire qui est sensé témoigner d'un lexique commun aux individus partageant une même langue. Tous ces items, simples ou composés, seront dorénavant désignés par le terme de mot dans ce texte.

Le mot qui vient d'être décrit correspond à un stimulus qui peut être traité sémantiquement (pour une position semblable voir Le Ny, 1979). Il peut également être une réponse à un traitement sémantique dont il témoigne du produit. L'unique prise de position avancée quant à sa représentation mentale concerne la nature phonologique ou orthographique des éléments liés à sa structure. Malgré les imprécisions qu'elle comporte, cette façon d'aborder le mot suffit à la recherche d'indices relatifs à une contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale. Elle s'avère particulièrement appropriée en regard de la littérature susceptible d'apporter de tels indices. Ainsi, le mot n'y est jamais explicitement défini mais la description générale du mot exposée ici rend compte de tous les exemples de mots qu'elle fournit. Un point important concerne le statut des composés. Or, la position adoptée ici se révèle pertinente à l'égard des tâches de production de mots dont les consignes n'interdisent pas spécifiquement ce genre d'unités linguistiques (e.g., épreuves d'évocation lexicale et de dénomination). Bien que très peu fréquentes, il est certain que de telles unités ont été admises dans le passé lors d'études consacrées au traitement des mots par l'hémisphère droit (e.g., Brownell et al., 1990; Sugishita, 1978; Weinstein & Keller, 1963). Ces études ne seront pas écartées. La production de composés de la part des sujets qui participent au présent travail sera également acceptée bien qu'elle ne soit pas attendue, du moins dans une proportion importante. Il faut toutefois signaler que la position adoptée ici range dans une classe à part les proverbes ainsi que les expressions idiomatiques dont la signification est métaphorique ou figurée (e.g., avoir le coeur sur la main, avoir le coeur lourd, pleuvoir des clous). Le présent travail ne s'intéresse pas à ces éléments linguistiques même s'ils sont également susceptibles d'être lexicalisés (Cruse, 1986). Il comporte ainsi une part d'arbitraire qui illustre encore une fois la problématique qui entoure le statut du mot.

Le concept de signification.

Définir le mot comme une unité porteuse de sens implique une dualité mettant en cause un signe, c'est-à-dire la trace physique (sonore ou graphique) du mot à laquelle correspondrait une représentation mentale (phonologique ou orthographique), et sa signification. Cette dualité correspond à la distinction proposée par Saussure (1966) entre signifiant et signifié. La question du mot en tant que signe-stimulus ayant été abordée, il reste celle de sa signification. Une définition générale et abstraite de la signification du mot veut que celle-ci corresponde à ce que le mot représente et qui est autre que lui-même (Mounin, 1974). Il est essentiellement question ici de la signification psychologique du mot, c'est-à-dire de l'élément qui constitue la signification d'un mot dans l'esprit des individus. Ainsi décrite, la signification renvoie à de multiples questions. Que représente exactement le mot ? Sur quoi repose sa signification ? De quoi dépend-elle ? Comment la représenter ? Comment s'intègre-t-elle dans le système cognitif d'un individu, d'un groupe d'individus, dans la langue ? Comment accéder à ce qu'un mot représente ? Comment retrouver le mot sensé correspondre à ce qu'il représente ? Des réponses justes à ce genre de questions permettraient de dégager la nature exacte de la signification. Or, la littérature offre différentes réponses à chacune de ces questions, lesquelles représentent autant de propositions théoriques valables (cf. Caron, 1989; Clark & Clark, 1977; Germain & LeBlanc, 1982; Hillert, 1992; Hirsh-Pasek, Reeves & Golinkoff, 1993; Murphy, 1991; Paivio & Begg, 1981).

Les difficultés que pose la notion de signification peuvent être illustrées par un aperçu de certaines propositions offertes par la littérature. Ainsi, un premier objet de débat concerne l'existence d'une sémantique proprement linguistique pour laquelle les relations entre les mots joueraient un rôle déterminant (Lyons, 1970; Rastier, 1991; Saussure, 1966). Selon cette position la signification d'un mot dépendrait de l'existence des autres mots. En revanche, un autre courant théorique important, celui-là plus psychologique, veut que les significations reposent sur les représentations mentales et abstraites de segments du monde réel et/ou possible, sensible ou non (i.e. celui des idées et des créations intellectuelles) (Caplan, 1994; Le Ny, 1979; Murphy, 1991). La notion de concept y est centrale et ce dernier représente la partie significative du mot. Une version de ce courant fait une distinction entre la représentation de chacun des éléments du monde et le sous-ensemble de traits sémantiques caractéristiques de ces éléments lequel correspondrait à la signification d'un mot (Levelt, 1989; Murphy, 1991). Ainsi, une version encyclopédique de la

signification s'oppose à une autre où les définitions jouent un rôle déterminant (Clark & Clark, 1977). Un problème important et pour l'instant irrésolu consiste alors à spécifier les éléments qui seraient nécessaires et suffisants pour circonscrire le sens d'un mot (Clark & Clark, 1977). A ce problème s'ajoute celui de la variabilité des significations. Ainsi, la signification peut être conçue comme étant fixe ou comme une unité flexible et variable. Ce problème de variabilité ne se limite pas à la polysémie ou à la métaphore. En effet, l'hypothèse d'une sémantique propre à chaque individu peut être avancée (Murphy, 1991). Toutefois, la nécessité d'une signification commune à un groupe d'individus qui permette au mot d'assurer sa fonction dans le processus de communication oblige de concevoir une sémantique commune (Le Ny, 1979). Un autre type de variabilité relève de la dépendance de la signification à l'endroit des contextes extralinguistiques et particulièrement à l'égard du contexte linguistique (Germain & LeBlanc, 1982). Ainsi, certains postulent que la signification d'un mot repose sur le contexte qui entoure celui-ci. La signification du mot café dans les expressions tasse de café, pot de café et arbre à café, ou l'exemple du mot morceau dans morceau de musique, morceau de gâteau et morceau de bois illustre le rôle du contexte qui d'ailleurs serait particulièrement marqué dans le cas des mots dits fonctionnels (e.g., pronoms, conjonctions) (Cruse, 1986; Le Ny, 1979). Pour certains, l'étude du mot "isolé" du contexte linguistique ne serait pas pertinente puisqu'elle ne permettrait pas de rendre compte de la signification lexicale dans sa totalité (Germain & LeBlanc, 1982). Le mot isolé est alors considéré comme un artéfact (Rastier, 1991). Néanmoins, de nombreuses études s'attardent à sa signification. Le mot est alors l'unité à partir de laquelle des structures linguistiques plus complexes sont construites (Germain & LeBlanc, 1982).

Le mode de représentation de la signification constitue également un problème important. Des conceptions de la signification reposant sur des réseaux associatifs reliant mots ou concepts entre eux s'opposent à l'hypothèse de traits sémiques fondamentaux permettant la décomposition du sens en différentes primitives, ou à celle de procédures faisant appel à des opérations qui permettent, par exemple, de décider du caractère sémantiquement approprié d'un mot (Clark & Clark, 1977). Des systèmes de représentations amodales de la signification s'opposent aussi à d'autres où les modalités perceptives par lesquelles le monde est appréhendé jouent un rôle déterminant à l'égard de la composante significative des mots (Paivio & Begg, 1981). Enfin, le plus souvent, la signification est abordée comme étant strictement cognitive ou intellectuelle (Lyons, 1970; Le Ny, 1979). Or, elle peut aussi posséder une dimension affective ou refléter des attitudes (Lyons, 1970; Le Ny, 1979). L'opposition entre le sens dénotatif et le sens connotatif du mot doit alors être retenue.

Compte tenu des multiples problèmes et propositions théoriques relatives à la signification, comment aborder celle-ci dans le contexte d'une étude des rapports qu'elle entretient avec le cerveau ? Une façon de le faire, idéale, consiste à rechercher et vérifier le modèle de signification le plus juste, c'est-à-dire celui qui représente la meilleure approximation de la réalité dont il devrait rendre compte. Une telle démarche relève de la linguistique et de la psychologie du langage. Compte tenu du nombre de propositions à considérer, des différents aspects de chacune et de leur incapacité à rendre compte de tous les phénomènes sémantiques (Clark & Clark, 1977; Cruse, 1986), une telle entreprise reporterait à une date ultérieure toute investigation de la latéralisation du cerveau en regard de la sémantique lexicale. Or, il existe une littérature abondante sur ce dernier thème, laquelle n'a jamais eu un tel préalable. En outre, compte tenu du débat dont cette littérature témoigne et de l'intérêt que la neuropsychologie lui accorde, celle-ci requiert des réactions immédiates même si elles ne donnent lieu qu'à des connaissances approximatives.

Une solution alternative au problème de la signification consiste à aborder cette dernière dans une perspective essentiellement comportementale. Il s'agit alors d'étudier, et surtout de décrire, des conduites impliquant un traitement du sens des mots. Dans le contexte d'une telle approche empiriste, la sémantique lexicale est traitée de manière neutre, voire athéorique, comme cela se fait souvent dans les domaines de la neuropsychologie et de la psychologie (Hillert, 1992; Murphy, 1991). Il n'y a alors aucune adhésion à une théorie linguistique ou psychologique particulière de la signification. Conséquemment la sémantique correspond à un contenu mal défini et imprécis. C'est une boîte pratiquement noire, tendant vers le gris, à laquelle on accole une étiquette, celle de sémantique. Il en existe plusieurs exemples dans le domaine de la neuropsychologie (voir Ellis & Young, 1988; Parkin, 1996; Shallice, 1988). Des stimuli sont soumis à cette boîte et la réponse de celle-ci constitue un événement dont on tente d'isoler la composante significative des autres dimensions du mot (e.g., phonologiques, orthographiques) ou de la cognition. Cette façon de procéder postule l'existence de mécanismes ou représentations sémantiques au sein de cette boîte que l'on tente d'associer à l'organisation et/ou à l'activité de l'un ou l'autre hémisphère. Toutefois, l'objectif premier n'est pas d'identifier la nature de ces mécanismes ou représentations. Cette entreprise repose sur l'étude de conduites linguistiques pour lesquelles l'implication de la sémantique est largement acceptée. Parmi les plus fréquentes il y a la dénomination d'objets et la désignation d'objets dénommés (épreuve de compréhension). La reconnaissance entre des mots de rapports de synonymie, d'antonymie, de méronymie, d'hyponymie, d'hyperonymie, de cohyponymie, ou connotatifs est un autre type de comportement souvent étudié, tout comme les effets de contexte qui reposent sur une sensibilité à de tels rapports

(e.g., amorçage sémantique). Les comportements témoignant d'une influence probable des caractéristiques sémantiques d'un mot sur sa reconnaissance ou sa production sont également pris en considération (e.g., degré de concrétude ou d'imagerie; Schwanenflugel, 1991). La réalisation de telles conduites impliquent que les mots représentent autre chose qu'eux-mêmes. La convergence des résultats de ces conduites au sein d'une population permet de croire qu'une part de ce qui est représenté manifeste suffisamment de stabilité pour être considérée commune aux membres de cette population. Le présent travail étant une réaction à des indications fournies par la littérature neuropsychologique dont il compte vérifier la justesse, la notion de sémantique lexicale y est abordée de la même manière. Du coup, il faut préciser qu'il ne traite que de sémantique cognitive. La relation entre l'hémisphère droit et la sémantique des mots se rapportant au domaine des émotions occupe pour l'instant une place marginale au sein de la littérature. Le lecteur intéressé par cette question est invité à consulter directement quelques articles consacrés à celle-ci (Borod, 1992; Borod et al., 1992; Semenza, Pasini, Zettin, Tonin & Portolan, 1986).

L'approche retenue à l'endroit de la notion de signification s'apparente donc à celle décrite pour le mot. Elle est générale mais suffisante pour rencontrer l'objectif de ce travail. Elle est essentiellement empirique alors qu'elle tente de faire abstraction des débats théoriques entourant la notion de signification. Enfin, elle est compatible avec l'approche de la signification retenue par l'ensemble des études abordant d'une façon ou d'une autre l'éventualité d'une relation entre l'hémisphère droit et la sémantique lexicale. Traiter de contribution de l'hémisphère droit à la sémantique consiste alors à rechercher (ou vérifier) des indications montrant que des comportements reposant sur ce que le mot représente, et qui est autre que lui-même, peuvent être associés à cet hémisphère. Conformément à une position largement acceptée, ceci doit minimalement être fait en opposant la dimension sémantique du mot à sa composante structurale. Toutefois, de telles associations ne témoignent pas toutes d'une contribution. Il s'agit en fait de distinguer celles qui témoignent avant tout de compétences lexicales de celles qui suggèrent une réelle contribution de la part de l'hémisphère droit.

Compétence et contribution

Lorsqu'il s'agit d'étudier une activité cognitive par l'entremise de ses manifestations, il semble pertinent d'établir une distinction entre les notions de compétence et de performance (e.g., Hebb, 1974; Keller, 1985; Paradis, 1985). La notion de compétence, aussi désignée par le terme de potentiel, réfère aux habiletés latentes à performer ou à réaliser certains comportements, lesquelles ne se manifestent pas nécessairement dans le quotidien de tout individu qui les possède. Le concept de performance réfère quant à lui à l'actualisation d'un potentiel lors de la réalisation d'un comportement donné. Emprunté à la langue anglaise, le sens du terme performance désigne la réalisation, l'accomplissement ou l'exécution d'une tâche ou d'une conduite. La performance est donc la seule unité mesurable. Elle sert de matière aux inférences relatives à la compétence. Par exemple, Hebb (1974) réfère au *distinguo* potentiel-performance en réponse au problème de l'innéisme relatif à l'intelligence. Il introduit alors la notion d'intelligence A qui correspond au potentiel inné pour le développement d'aptitudes intellectuelles, et celle d'intelligence B qui désigne le niveau mesurable auquel parviendra ce développement.

Les notions de compétence et de performance s'avèrent également utiles lorsqu'il s'agit d'étudier les liens possibles entre des comportements et l'organisation fonctionnelle du cerveau (e.g., Harshman & Lundy, 1988). D'ailleurs, ces notions sont reprises par la littérature consacrée aux rapports possibles entre l'hémisphère droit et la sémantique lexicale (e.g., Moscovitch, 1976b; Zaidel, White, Sakurai & Banks, 1988). Toutefois, il arrive que le concept de compétence y soit opposé à celui de contribution ou de participation hémisphérique plutôt qu'à la notion de performance (Hellige, 1993; Joannette & Goulet, 1986; Levy, 1982; Patterson & Besner, 1984; Segalowitz, 1983; Zaidel, 1978a, 1978b, 1985, 1990; Zaidel et al., 1988). La compétence hémisphérique correspond alors à la capacité ou au potentiel fonctionnel d'un hémisphère. Elle relève des composantes psychologiques qui seraient liées au substrat neurobiologique d'une façon quelconque sans qu'elles soient nécessairement impliquées par la réalisation de conduites dans des conditions normales de fonctionnement. En revanche, le concept de contribution réfère à la participation effective d'un hémisphère à une conduite alors que les hémisphères ont toute latitude pour interagir, coopérer ou appuyer leur réaction sur une action intégrative si cela doit normalement être fait (pour une discussion abordant ce sujet voir Sergent, 1990). La contribution correspond alors à l'actualisation d'un potentiel hémisphérique.

Une autre notion, celle de métacontrôle, peut aider à saisir l'importance de distinguer compétence et contribution lorsqu'il est question de l'organisation fonctionnelle du cerveau. Dans le cadre d'une série de travaux menés auprès de sujets commissurotomisés, Levy (e.g., Levy, 1982; Levy & Trevarthen, 1976, 1977) a montré que les compétences fonctionnelles de chaque hémisphère ne suffisent pas pour dicter la prise en charge d'une conduite lorsque les deux hémisphères sont sollicités. Il peut même arriver que le (méta)contrôle d'une conduite soit assuré par l'hémisphère le moins compétent (Levy, 1982). Bien que différents exemples de situations de métacontrôle existent au sein de la littérature consacrée aux commissurotomisés, un seul permet d'illustrer la notion de métacontrôle en faisant directement référence au traitement sémantique de mots. Celui-ci provient d'une étude réalisée par Levy et Trevarthen (1977). La conclusion de cette étude veut qu'en dépit de ses compétences sémantiques, l'hémisphère droit du sujet commissurotomisé soit rarement responsable de la conduite d'un patient lorsque les deux hémisphères sont simultanément sollicités pour traiter des mots.

Dans le cadre du travail de Levy et Trevarthen (1977), des sujets commissurotomisés doivent désigner parmi trois dessins celui qui correspond au mot projeté visuellement. La particularité de cette expérience réside dans la projection de séries de quatre lettres construites en combinant les moitiés de trois mots de quatre lettres. Ainsi, chaque série débute par les deux premières lettres d'un mot pour se terminer avec les deux dernières lettres d'un autre mot. Les deux premières lettres de chaque série sont projetées dans l'hémichamp visuel gauche alors que les deux dernières le sont dans l'hémichamp visuel droit. Pour plus de 75% des réponses fournies par les sujets, le dessin choisi correspond à celui dont le nom débute par les lettres projetées à l'hémisphère gauche et ce, quelle que soit la main employée pour désigner l'image choisie. Ce résultat contraste avec la capacité de l'hémisphère droit pour associer un nom à l'image correspondante lorsqu'il est le seul hémisphère auquel un stimulus linguistique est adressé. L'hémisphère gauche contrôle donc la réalisation de la tâche employée par Levy et Trevarthen (1977). Même si une certaine contribution de l'hémisphère droit demeure présente, celle-ci est limitée. Ainsi, il existe une dissociation entre la capacité de l'hémisphère droit pour traiter certains mots et sa contribution effective à ce traitement lorsque les deux hémisphères sont sollicités. Pour juger de la contribution d'un hémisphère au fonctionnement normal, il ne suffit donc pas de se limiter à la description de ses compétences (Patterson & Besner, 1984).

L'étude des compétences et contributions hémisphériques repose sur celles des performances de sujets évaluées dans des conditions (quasi)expérimentales particulières. Parmi les approches méthodologiques reconnues pour permettre de vérifier l'existence d'une

relation possible entre l'hémisphère droit du droitier adulte et la sémantique lexicale, celles qui s'intéressent à l'hémisphère droit fonctionnellement isolé de son vis-à-vis renseignent d'abord sur les compétences de cet hémisphère. Il s'agit d'études qui s'attardent aux performances des hémisphères droits de patients ayant subi une hémisphérectomie gauche, une désactivation sélective de l'hémisphère gauche par injection d'un agent pharmacologique (test de WADA), ou une section des principales commissures interhémisphériques dont celle du corps calleux (sujets commissurotomisés). Bien que ces études permettent d'émettre des hypothèses quant aux contributions possibles de l'hémisphère droit, leurs résultats ne garantissent aucunement que celui-ci participe au traitement des stimuli lorsque rien n'empêche les hémisphères d'interagir. En dépit d'avis contraires (Segalowitz, 1983; Harshman & Lundy, 1988), ce serait également le cas des études qui, jusqu'à présent, ont fait appel à la présentation latéralisée de stimuli (e.g., projections de stimuli en hémichamps visuels, écoute dichotique) auprès de sujets normaux, c'est-à-dire auprès d'individus psychologiquement et neurologiquement sains (Zaidel et al., 1988). Ces études ont recours à ce type de présentation dans le but d'adresser des mots à chaque hémisphère et d'en étudier les capacités. D'une certaine manière, ces études imposent aux hémisphères de fonctionner indépendamment l'un de l'autre. Du moins, elles peuvent favoriser la prise en charge du traitement d'un stimulus par un hémisphère au détriment de l'autre par l'entremise de conditions expérimentales qui dérogent des situations vécues dans le quotidien (Hellige, 1993). Au mieux, ces études permettent de montrer que l'hémisphère droit peut procéder au traitement du sens d'un mot lorsque celui-ci lui est adressé prioritairement. Cependant elles ne permettent pas de conclure à une participation effective de cet hémisphère lorsque les moitiés gauche et droite du cerveau sont sollicitées par le même mot.

Des indications plus pertinentes quant à une contribution effective de l'hémisphère droit au traitement sémantique des mots proviennent de deux autres types d'approches. Un premier regroupe les travaux dont l'objectif est de vérifier l'existence de corrélations positives entre l'activité physiologique de l'hémisphère droit et la réalisation de la composante sémantique de comportements impliquant la compréhension ou la production de mots chez le sujet normal. Cette approche a pour prémisse que la présence d'une telle corrélation témoigne d'une participation de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale (Sergent, 1994b). Le deuxième type fournit des indications indirectes et procède par la négative. Il correspond à l'analyse des déficiences comportementales qui surviennent suite à une altération de l'activité normale de l'hémisphère droit. Il s'agit alors de circonscrire ce que le cerveau ne parvient plus à réaliser lorsque l'hémisphère droit est endommagé ou lorsque l'hémisphère gauche est théoriquement le seul à assurer le comportement à l'étude.

Les conditions propices à ce dernier type d'étude découlent d'une résection de l'hémisphère droit (hémisphérectomie droite), de la désactivation pharmacologique de celui-ci (test de Wada), ou de la section des principales commissures interhémisphériques (commissurotomie). L'interprétation des déficiences observées veut que celles-ci témoignent d'une participation de l'hémisphère droit au fonctionnement normal, laquelle serait alors entravée. Une telle inférence suppose cependant que l'intégrité de cet hémisphère et de ses rapports avec son vis-à-vis sont indispensables à la réalisation de la composante fonctionnelle étudiée. Cette dernière précision est importante car une absence de déficit fonctionnel ne signifie pas automatiquement que l'hémisphère droit ne sous-tend aucune contribution dans des conditions normales de fonctionnement. En fait, elle ne permet aucune conclusion précise à ce sujet.

En résumé, certaines approches expérimentales permettent d'obtenir des indications quant aux compétences et contributions de l'hémisphère droit tout dépendant de l'hémisphère sous observation. Il s'agit d'études intéressées par le fonctionnement isolé de chaque hémisphère: études menées auprès de commissurotomisés ou d'hémisphérectomisés et celles impliquant la désactivation sélective d'un hémisphère par injection d'un agent pharmacologique. Pour leur part, les travaux impliquant la projection latéralisée de stimuli auprès de sujets normaux renseignent surtout sur les compétences de cet hémisphère. Enfin, l'analyse de l'activité physiologique de l'hémisphère droit lors de la réalisation d'épreuves exigeant le traitement sémantique de mots, de même que celle des conséquences comportementales d'un dommage de l'hémisphère droit sont plus susceptibles d'apporter des informations pertinentes quant à la contribution de cette moitié du cerveau à la sémantique lexicale.

Indications relatives à la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale

Bien que toute indication relative aux compétences de l'hémisphère droit ne soit pas directement pertinente quant aux contributions de celui-ci, il semble souhaitable de résumer les principales compétences rapportées par la littérature et de les confronter aux observations relatives aux contributions (pour d'autres synthèses de ces indications et observations voir Baynes, 1990; Bradshaw, 1989; Code, 1987; Hannequin et al., 1988; Joannette et al., 1990; Lambert, 1982a,b; Searleman, 1977, 1983). Cette position à l'endroit des compétences repose sur deux arguments. D'abord, un sommaire de celles-ci permet d'établir le cadre

général dans lequel s'inscrivent les indications relatives aux contributions. Ensuite, s'intéresser aux compétences et contributions aide à juger de la convergence d'observations provenant de différentes sources et ainsi, de la valeur de celles-ci. Cette recherche de convergence est nécessaire parce que les différentes approches annoncées précédemment souffrent de limites méthodologiques qui sont susceptibles de compromettre la validité de chacune (Beaumont, 1983; Bogen, 1985; Boulton, Baker & Hiscock, 1990; Code, 1987; Damasio, 1988; Joannette et al., 1990). Il est généralement admis que la recherche d'indications convergentes émanant de différentes approches méthodologiques est une façon de tenter de palier à ce problème de validité (Bogen, 1985; Sergent, 1994a; Zaidel, 1983a). Néanmoins, une telle entreprise doit demeurer prudente car il est toujours possible que la convergence d'indications erronées donne lieu à de fausses conclusions qui seraient alors particulièrement difficiles à remettre en cause (Goulet & Siéroff, 1995).

Indications obtenues auprès de commissurotomisés.

En raison de l'organisation fonctionnelle des voies sensorielles et motrices, la section du corps calleux et de certaines autres commissures interhémisphériques permet d'adresser des stimuli de manière quasi-sélective à l'un ou l'autre hémisphère et de connaître la réaction de l'hémisphère ayant reçu ces stimuli (bien que cette position soit l'objet d'un large consensus et qu'elle soit retenue ici, le lecteur est invité à prendre connaissance d'une position très différente proposée par Brown, 1983). Cette situation fournit ainsi l'occasion d'étudier les performances comportementales pouvant être associées à chaque hémisphère alors que les rapports interhémisphériques sont largement réduits. Historiquement, les études entreprises auprès des commissurotomisés ont eu une influence déterminante sur la conception de l'organisation fonctionnelle du cerveau du sujet adulte. L'éloquence de leurs résultats, attribuable au statut fonctionnel du cerveau étudié, leur a permis de constituer un opposition sérieuse à l'enseignement voulant que le langage soit normalement exclusif à l'hémisphère gauche chez le droitier. Toutefois, afin de bien saisir la portée réelle de ces études, il est important de garder en mémoire deux faits majeurs. D'abord, les compétences linguistiques de l'hémisphère droit révélées par ces études reposent sur un très petit nombre de sujets (Beaumont, 1981). Deuxièmement, lorsque ces compétences existent, elles connaissent une variabilité interindividuelle importante, laquelle dépasse de beaucoup celle relevée lorsque l'hémisphère gauche du commissurotomisé est sous observation (Baynes, Tramo & Gazzaniga, 1992; Sidtis & Gazzaniga, 1983). Alors que l'hémisphère droit de certains patients manifestent des capacités de compréhension lexicales assez rudimentaires,

chez d'autres sujets il présente des capacités d'expression et de compréhension qui, dans certaines conditions, s'apparentent à celles de l'hémisphère gauche (Baynes & Gazzaniga, 1988; Gazzaniga, 1983a; Sidtis & Gazzaniga, 1983; Zaidel, 1982).

Au cours des quatre dernières décennies, l'hémisphère droit s'est révélé capable de réaliser certaines épreuves linguistiques chez une dizaine de personnes parmi près d'une cinquantaine de patients qui ont subi aux Etats-Unis une commissurotomie pour des raisons thérapeutiques et dont le comportement a pu être étudié de manière suffisamment rigoureuse (voir Gazzaniga, 1983a; Gazzaniga, Nass, Reeves & Roberts, 1984; Zaidel, 1990; pour un point de vue différent voir Myers, 1984). Même si d'autres cas de commissurotomie permettent d'aborder la question de la relation entre le langage et l'hémisphère droit de l'adulte (e.g., Faure & Blanc-Garin, 1994; Maspes, 1948), ceux-ci sont rares. L'étude de la dizaine de patients américains, et particulièrement celle de cinq d'entre eux, domine largement la littérature consacrée à cette question. Les indications rapportées ici tentent de dresser un aperçu du profil général des habilités lexicales de l'hémisphère droit de ces patients.

De manière générale, lorsque l'hémisphère droit du commissurotomisé manifeste certaines compétences linguistiques, il est capable d'associer des objets à leur nom offert au choix parmi d'autres, et vice versa (Baynes et al., 1992; Gazzaniga, Ledoux, & Wilson, 1977; Gazzaniga, Smylie, Baynes, Hirst & McCleary, 1984; Gazzaniga & Sperry, 1965, 1967; Sperry, 1968; Sperry & Gazzaniga, 1967; Zaidel, 1976, 1978a,b). Il peut établir de telles associations non seulement lorsque les stimuli linguistiques correspondent aux noms des objets, mais aussi sur la base de définitions (Gazzaniga, 1967; Gazzaniga & Sperry, 1967). En outre, il peut établir différents rapports sémantiques entre des mots. Ainsi, l'hémisphère droit sait réaliser des rapports d'opposition (e.g., ange-diable), de cohyponymie (e.g., cuiller-fourchette), de contingence (e.g., cuiller-soupe), d'hyponymie (e.g., pistolet-arme), de synonymie (e.g., bateau-navire), d'antonymie (e.g., chaud-froid), d'hyponymie (e.g., insecte-fourmi), ainsi que des rapports fonctionnels (e.g., fourmi-"crawl") et d'autres relevant des caractéristiques-attributs des objets (e.g., fourmi-petite) ou d'associations entre les choses et les professions (e.g., feuille-jardinier) (Gazzaniga, LeDoux & Wilson, 1977; Gazzaniga & Miller, 1989; Gazzaniga, Smylie et al., 1984; Sidtis & Gazzaniga, 1983; Sidtis, Volpe, Wilson, Rayport & Gazzaniga, 1981; Sugishita, 1978; Zaidel, 1982). Le traitement sémantique des mots dont l'hémisphère droit s'est montré capable concerne les noms concrets et abstraits ainsi que les verbes (Gordon, 1980; Zaidel, 1976, 1978a,b; Searleman, 1983; Sidtis et al., 1981). Cependant, lorsqu'il s'agit d'établir des associations sémantiques impliquant un concept abstrait représenté par un mot (e.g.,

crayon-communication), l'hémisphère droit peut manifester des déficiences importantes, lesquelles contrastent avec sa capacité à reconnaître des liens sémantiques entre des mots concrets et à saisir le sens de mots abstraits (Sugishita, 1978). Or, les difficultés rencontrées seraient imputables au caractère abstrait des mots employés puisque des associations sémantiques relevant de concepts abstraits peuvent être établies à partir d'images (communication: enveloppe-téléphone; Cronin-Golomb, 1986).

Parfois, le système sémantique auquel l'hémisphère droit peut accéder lui permet de tirer bénéfice du contenu sémantique d'un mot lors du traitement subséquent d'un autre mot lorsque les deux mots sont sémantiquement liés (Sidtis & Gazzaniga, 1983; Zaidel, 1983b, 1985). Il s'agit alors d'amorçage sémantique (Gagnon & Goulet, 1992; Neely, 1991). Toutefois, l'obtention d'un tel effet repose, chez certains sujets, sur une présentation orale du mot qui sert d'amorce car il est absent lorsque l'amorce est présentée visuellement (Zaidel, 1983b, 1985). Enfin, l'hypothèse de compétences sémantiques sous-tendues par l'hémisphère droit du commissurotomisé à l'égard du traitement des mots n'est pas seulement appuyée par les réussites de cet hémisphère mais elle l'est aussi par ses erreurs. Ainsi, les erreurs commises au cours de certaines épreuves de compréhension sont surtout de nature sémantique (Zaidel, 1982).

Les capacités de traitement sémantique des mots associées à l'hémisphère droit sont généralement inférieures à celles de l'hémisphère gauche (Gazzaniga, Smylie, et al., 1984; Sidtis & Gazzaniga, 1983; Zaidel, 1976, 1978a,b, 1982). Ce constat suggère que le lexique sémantique auquel l'hémisphère droit aurait accès serait plus petit que celui auquel l'hémisphère gauche aurait accès (Zaidel, 1976, 1978a,b). Il est également possible que l'hémisphère droit ait un accès plus limité à un système sémantique unique (Sidtis & Gazzaniga, 1983). Par ailleurs, en dépit d'indications contraires (Gazzaniga, 1983a; Gazzaniga, Smylie et al., 1984), le lexique sémantique accessible à partir de mots présentés visuellement serait plus petit que celui associé à la présentation auditive de mots, ou il correspondrait à un sous-ensemble de ce dernier (Zaidel, 1978b). A titre indicatif, des mots présentés oralement peuvent être compris sans que leurs formes écrites ne le soient, mais la situation inverse n'a pas pu être observée (Zaidel, 1978b). De plus, les éléments lexico-sémantiques mis en jeu semblent différer selon que les stimuli sont des mots écrits ou des mots présentés oralement (Zaidel, 1982). Ainsi, les degrés de difficulté associés à différentes catégories de mots (e.g., noms de figures géométriques, nombres, noms d'action) varient selon que les stimuli sont présentés oralement ou par écrit (Zaidel, 1982).

Le caractère dualiste du mot prend une forme particulière lorsqu'il est question des habiletés lexicales de l'hémisphère droit des sujets commissurotomisés. Il semble en effet que des mots peuvent être traités sémantiquement par cet hémisphère sans qu'il le soit phonétiquement. Ainsi, plusieurs patients, disposant d'un hémisphère droit dont certaines compétences sémantiques ont pu être documentées, se montrent pratiquement incapables de produire un mot oralement ou par écrit par l'entremise de ce même hémisphère (e.g., Baynes et al., 1992; Gazzaniga, 1983a; Sidtis et al., 1981b; Zaidel, 1990; Zaidel & Peters, 1981). Leur hémisphère droit est également pratiquement incapable de réaliser des tâches faisant appel à la structure phonologique du mot (Levy, 1983; Zaidel, 1990): 1) apparier des mots (ou des non-mots) qui riment lorsque ceux-ci sont présentés par écrit et que l'orthographe de la rime diffère (Sidtis & Gazzaniga, 1983; Zaidel, 1982, 1990; Zaidel & Peters, 1981), 2) apparier des images d'objet dont les noms sont des homonymes (Zaidel, 1978b; Zaidel & Peters, 1981) ou qui riment (Levy & Trevarthen, 1977), 3) apparier un mot écrit à une image d'objet dont le nom rime avec le mot (Zaidel, 1978b; Zaidel & Peters, 1981), 4) reconnaître qu'un son représenté visuellement par une consonne est présent dans des syllabes présentées auditivement (Zaidel, 1978b), et 5) reconnaître parmi d'autres de sonorité similaire un mot présenté auditivement en présence d'un bruit de fond (Zaidel, 1978b). Ce constat fait dire à certains que les habiletés sémantiques de l'hémisphère droit seraient plus importantes que ses capacités phonétiques ou phonologiques, ces dernières étant souvent soit très rudimentaires, soit inexistantes (Baynes & Gazzaniga, 1988; Beaumont, 1983; Coltheart, 1983; Gazzaniga 1983a; Lambert 1982a,b; Zaidel, 1978a; 1983a). Ces observations suggèrent que les mots présentés oralement seraient traités comme des formes acoustiques, des gestalt auditives alors que ceux présentés à l'écrit le seraient de manière idéographique, comme des gestalt visuelles dont les représentations atteindraient un niveau d'abstraction suffisant pour qu'ils soient reconnus sous différentes formes (Levy & Trevarthen, 1977; Sidtis et al., 1981b; Zaidel, 1978b, 1983a). En fait, l'hémisphère droit serait incapable de transpositions graphème-phonème (Levy & Trevarthen, 1977; Sidtis et al., 1981b; Zaidel, 1978b, 1983a). Il accéderait directement au sens à partir du signal visuel ou acoustique sans passer par l'intermédiaire d'une transposition en phonèmes (Zaidel, 1978b, 1983a).

L'étude des patients commissurotomisés apporte donc des informations favorables quant à un mode particulier de traitement des mots qui serait assuré par l'hémisphère droit. Cependant, d'autres observations réalisées auprès de ces mêmes sujets montrent qu'il est aucunement assuré que les compétences de cet hémisphère se traduisent par une contribution effective de ce dernier à la sémantique lexicale lors de conditions normales de fonctionnement cérébral. Ainsi, les manifestations linguistiques sous-tendues par l'hémisphère gauche isolé

sont généralement jugées intactes après une commissurotomie, c'est-à-dire qu'elles paraissent pratiquement normales ou semblables à ce qu'elles étaient avant l'opération (Baynes et al., 1992; Gazzaniga, 1967; Gazzaniga, Bogen & Sperry, 1965; Gazzaniga & Sperry, 1967; Sidtis et al., 1981a; Sperry, 1968). Des commissurotomisés dont l'hémisphère droit se montre capable de traiter sémantiquement des mots réussissent parfaitement à désigner les référents de mots, à dénommer des objets ainsi qu'à appairer sémantiquement des mots (e.g., antonymie et rapports fonctionnels) lorsque les stimuli sont exclusivement adressés à leur hémisphère gauche (Sidtis et al., 1981b; Zaidel, 1982).

En fait, la littérature consacrée aux commissurotomisés ne fournit que deux indications à l'effet que l'hémisphère droit pourrait sous-tendre une contribution particulière au traitement sémantique des mots. Ainsi, pour des épreuves exigeant l'appariement d'un mot isolé à l'image correspondante les résultats associés aux hémisphères gauches de deux patients commissurotomisés se sont avérés être inférieurs à ceux obtenus lorsque le choix de réponse était projeté en vision centrale plutôt que latéralisée (Zaidel, 1976). Toutefois, l'hypothèse d'une influence négative du mode de projection du matériel sur les résultats en vision latéralisée ne peut être exclue lorsqu'il s'agit d'expliquer ce résultat (Zaidel, 1976). Plus récemment, une batterie d'épreuves destinée à mettre en évidence certains troubles de la communication jugés caractéristiques des individus ayant souffert d'un dommage à l'hémisphère droit a été employée (Zaidel, 1990). Présentée en vision libre, cette batterie devait mettre en évidence les incapacités de l'hémisphère gauche et, conséquemment, l'apport de l'hémisphère droit à la communication verbale. Or, le seul sujet ayant manifesté les capacités intellectuelles suffisantes pour répondre à ces épreuves a effectivement manifesté certains problèmes alors qu'il devait retrouver parmi deux mots celui qui représente le sens métaphorique d'un polysème tout en rejetant un associé sémantique du sens littéral du polysème. Cette observation est similaire à celle faite auprès de cérébrolésés droits (Brownell et al., 1990). Toutefois, en dépit de ses choix erronés, le principal sujet de cette étude s'est montré sensible aux liens sémantiques présents entre le polysème et chacun des deux mots parmi lesquels il devait choisir (sens métaphorique et sens littéral). Dans l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit aux conduites lexicales, il semble donc que cette contribution ne concernerait pas à proprement parler le traitement du sens des mots. Elle se situerait plutôt à un niveau post-lexical, au moment du choix de la réponse, ou encore à un niveau métalinguistique (Zaidel, 1990; Zaidel & Kashner, 1988).

Afin de compléter cette brève revue, il semble pertinent de rappeler deux critiques souvent évoquées à l'endroit des études réalisées auprès des commissurotomisés. Chacune d'elles oblige une certaine prudence quant à la portée réelle de ces études. La première a déjà

été signalée. Elle concerne le nombre de sujets chez lesquels des compétences linguistiques sont attribuées à l'hémisphère droit. Compte tenu du nombre total de patients commissurotomisés, ces sujets représentent une minorité et pourraient être considérés comme exceptionnels (Baynes et al., 1992; Gazzaniga et al., 1984; Myers, 1984). A ce problème s'ajoute celui de la variabilité interindividuelle. L'enjeu principal concerne donc la généralisation des conclusions à l'ensemble de la population normale. Cette généralisation serait impossible selon certains (Baynes et al., 1992). Le second point implique le même enjeu. Ainsi, selon plusieurs auteurs il demeure possible que les compétences attribuées à l'hémisphère droit résultent d'une organisation fonctionnelle atypique du cerveau qui serait imputable à la présence de dommages affectant l'hémisphère gauche avant que la commissurotomie soit réalisée (e.g., Beaumont, 1981; Gazzaniga, 1983a; Levy, 1983; Myers, 1984; Searleman, 1977, 1983). Ces deux critiques ont certainement une certaine valeur théorique. Toutefois, comme rien n'est simple, leur valeur réelle demeure bien difficile à établir (pour un débat sur ces points voir Gazzaniga, 1983a,b,1984; Myers, 1984; Levy, 1983; Zaidel, 1983a). Ainsi, d'autres chercheurs reprennent l'argument d'un dysfonctionnement hémisphérique gauche pour prétendre que le nombre d'hémisphères droits manifestant certaines compétences lexicales serait bien plus important si un tel dysfonctionnement avait un impact réel sur l'organisation fonctionnelle du cerveau des patients (Gazzaniga et al., 1984). Toutefois, ce type de raisonnement peut lui aussi être remis en question si l'on considère que des dommages pré ou postopératoires affectant l'hémisphère droit peuvent entraver toute manifestation de compétences lexicales de la part de ce dernier (Myers, 1984; Sass, Spencer, Westerveld & Spencer, 1992; Zaidel, 1983a,1990). Somme toute, bien que discutable, l'étude de patients commissurotomisés révèle bien certaines indications favorables aux compétences lexicales de l'hémisphère droit de l'adulte droitier. Cependant, elle ne fournit aucun fait probant quant à une contribution de cet hémisphère droit qui serait propre à la dimension sémantique des mots.

Indications obtenues auprès d'hémisphérectomisés.

La résection de l'hémisphère gauche, ou hémisphérectomie gauche, donne l'occasion d'étudier les habiletés linguistiques de l'hémisphère droit. Pour sa part, celle de l'hémisphère droit, ou hémisphérectomie droite, fournit l'occasion d'établir des inférences quant aux éventuelles contributions de cet hémisphère dans des conditions normales de fonctionnement. Ces inférences sont établies sur la base des déficiences observées, lesquelles sont alors imputées à l'annihilation d'une large part de l'activité cérébrale

normalement assurée par l'hémisphère droit. Toutefois, comme c'est le cas pour les études entreprises auprès des commissurotomisés, les conclusions permises à partir d'observations réalisées auprès d'hémisphérectomisés connaissent certaines limites. Ainsi, une hémisphérectomie est uniquement réalisée en raison d'une pathologie majeure affectant l'hémisphère qui doit être retiré. Or l'élément pathologique, qui est le plus souvent de nature tumorale, est susceptible d'avoir occasionné une organisation fonctionnelle particulière du cerveau avant l'opération (Code, 1987; Kinsbourne, 1971; Zaidel, 1990). Conséquemment, l'hémisphère laissé seul peut avoir hérité d'un rôle inhabituel en regard du fonctionnement du cerveau normal. Par ailleurs, l'hémisphérectomie est rarement totale alors que certaines structures sous-corticales sont laissées intactes (Burklund, 1972). Souvent, il s'agit d'une partie du thalamus. Le maintien de ces structures peut donc contribuer à l'intégrité de certains comportements. Du moins, ceci est particulièrement probable dans un premier temps puisque souvent ces structures sont affectées par un phénomène de dégénérescence (Burklund, 1972). Le décours temporel du processus de récupération fonctionnelle après l'opération doit donc être pris en considération. Les capacités résiduelles observées peu de temps après une hémisphérectomie gauche ainsi que les déficiences observées peu de temps après une hémisphérectomie droite méritent alors une attention particulière puisqu'elles sont les plus susceptibles de témoigner des contributions qui étaient assumées par l'hémisphère droit avant l'opération. Toutefois, l'interprétation des déficiences pose un problème particulier. Ainsi, des facteurs post-opératoires (e.g., effet de choc, infection, dégénérescence neuronale) peuvent influencer de manière négative l'activité de l'hémisphère qui demeure présent (Burklund, 1972). Une telle influence peut également provenir du caractère bihémisphérique du phénomène pathologique justifiant l'opération (Burklund, 1972). Enfin, avant de passer aux faits, il semble important de souligner que les informations concernant le langage d'hémisphérectomisés adultes sont peu nombreuses et qu'elles ont été recueillies de manière informelle dans la plupart des cas (Zaidel, 1990).

Il est bien établi que la résection de l'hémisphère gauche entraîne des désordres linguistiques importants chez l'adulte lorsque cet hémisphère est dominant pour le langage (Smith, 1972; Burklund, 1972). A la suite d'une telle opération ce sont donc les capacités résiduelles de compréhension et d'expression linguistique qui témoignent des habiletés linguistiques de l'hémisphère droit. Parmi les cas d'hémisphérectomie gauche fréquemment repris dans la littérature (voir Code, 1987; Joannette et al., 1990; Zaidel, 1990), celui rapporté par Crockett & Estridge (1951: voir Zaidel, 1990) peut obéir à des commandes simples, distinguer la gauche de la droite et dire oui et non immédiatement après l'opération. Les deux patients décrits par Zollinger (1935, voir Joannette et al., 1990 ainsi que Zaidel, 1990) et

French, Jonhson, Brown et van Bergen (1955) manifestent quant à eux certaines habiletés de compréhension et parviennent à produire quelques mots peu de temps après l'opération. Toutefois ces deux patients souffraient d'aphasies sévères avant d'être opérés. De plus, l'un d'eux avait subi une intervention visant à réséquer un gliome au niveau pariétal de l'hémisphère gauche douze ans avant l'hémisphérectomie (French et al., 1955). La normalité de l'organisation fonctionnelle du cerveau de ces deux patients n'est donc pas assurée.

Parmi les six cas d'hémisphérectomie gauche étudiés par Burklund (1972; voir aussi le cas 9 décrit par Smith, 1972), il y en a deux qui ne manifestent aucune habileté linguistique après l'hémisphérectomie (cas 5 et 8). Pour l'un de ces patients, le caractère bilatéral du processus pathologique peut expliquer ce résultat. Un troisième patient ne pouvait comprendre que des ordres simples et rire quelques blagues en raison de troubles du langage qui l'affectaient depuis au moins une année avant l'opération. L'hémisphérectomie n'a entraîné aucun changement au niveau du langage chez ce patient. Toutefois, une infection a entraîné une perte définitive de ses habiletés linguistiques dans les heures qui ont suivi l'opération. Un tableau semblable est rapporté pour deux autres patients (cas 10 et 12). Ceux-ci ont été capables d'obéir à des ordres simples après l'opération, mais uniquement pendant quelques heures. Enfin, le dernier sujet décrit par Burklund (1972; voir aussi Smith, 1972) se distingue des autres. Celui-ci est capable de produire quelques mots après l'hémisphérectomie bien qu'il ait lui aussi plus de facilité à comprendre le langage. Une épreuve de compréhension de mots isolés révèle que ce patient possède de bonnes habiletés lexicales, lesquelles finissent par atteindre leur niveau pré-opératoire dans les mois qui suivent l'opération. Cependant, ce patient a subi une excision des circonvolutions frontales et pariétales ascendantes de l'hémisphère gauche huit mois avant l'hémisphérectomie. Conséquemment, il demeure théoriquement possible que cette intervention ait également induit, dans le cas de ce patient, une certaine réorganisation fonctionnelle du cerveau (Joanette et al., 1990).

Contrairement au bilan des habiletés résiduelles de compréhension et d'expression qui font suite à une hémisphérectomie gauche, les conséquences d'une hémisphérectomie droite sur le langage sont simples à décrire. De manière générale une résection de l'hémisphère droit entraîne aucun changement notable du langage et plus particulièrement du vocabulaire alors que les Q.I. verbaux respectent habituellement les valeurs normales (Bruell & Albee, 1962; Burklund, 1972; Gott, 1973; Mensh, Schwartz, Matarazzo & Matarazzo, 1952 voir Smith, 1972; O'Brien, 1936; Rowe, 1937; Smith, 1972; Zaidel, 1976, 1982, 1990). Un manque du mot ainsi qu'un résultat en-deçà de la normale à un test de compréhension de

mots isolés sont rapportés uniquement dans le cas du patient numéro 1 décrit par Burklund (1972). Or, cette observation a été faite quinze ans après l'opération.

En résumé, les indications obtenues auprès des sujets ayant subi une hémisphérectomie droite montrent que l'hémisphère droit n'est pas indispensable aux conduites lexicales lorsque l'organisation fonctionnelle du cerveau s'est établie de manière normale (Smith, 1972; Zaidel, 1990). Pour leur part, les capacités linguistiques résiduelles de l'hémisphère droit isolé à la suite d'une hémisphérectomie gauche sont compatibles avec certaines compétences lexicales qui seraient sous-tendues par l'hémisphère droit chez le sujet normal. Celles-ci varieraient beaucoup d'un individu à l'autre et seraient plus importantes pour les activités de compréhension que pour celles d'expression. Toutefois, en raison de plusieurs facteurs, cette interprétation demeure incertaine dans bien des cas.

Indications obtenues à la suite de la désactivation sélective d'un hémisphère par injection d'un agent pharmacologique.

Le recours à la désactivation d'un hémisphère par agent pharmacologique dans le but d'étudier la latéralisation fonctionnelle du cerveau pour le langage est une approche qui partage un problème théorique important avec les études menées auprès des commissurotomisés et hémisphérectomisés. Ainsi, cette méthode est presque toujours utilisée dans un but clinique auprès de patients souffrant d'un dommage ou d'un dysfonctionnement hémisphérique (e.g., foyer épileptogène). Conséquemment, le statut cérébral de ces patients est susceptible d'avoir occasionné une organisation fonctionnelle atypique du cerveau et certains résultats indiquent que tel est le cas (Kurthen, Helmstaedter, Linke, Hufnagel, Elger & Schramm, 1994; Loring, Meador & Lee, 1992; Rausch & Risinger, 1990). Un dommage ou dysfonctionnement de l'hémisphère gauche serait favorable à une contribution de l'hémisphère droit ce qui peut entraîner une surestimation de celle-ci. Inversement, un dommage ou dysfonctionnement de l'hémisphère droit peut occasionner une sous-évaluation de la contribution de cet hémisphère au langage chez le sujet normal.

L'éventualité d'une organisation cérébrale atypique n'est pas le seul problème que connaît cette approche, particulièrement lorsqu'il est question du fonctionnement lexico-sémantique de l'adulte. En effet, la courte durée de la désactivation hémisphérique (environ 5 minutes) ne permet qu'une étude superficielle d'un domaine fonctionnel par l'entremise d'épreuves ne contrôlant pas tous les facteurs pertinents (Beaumont, 1983; Bradshaw,

1989). Par ailleurs, différentes composantes du langage sont généralement explorées au moyen de peu d'items pour chacune en raison de ce court laps de temps. Le plus souvent un indice général du fonctionnement linguistique est établi sur la base des résultats pour l'ensemble des items employés alors qu'aucune attention particulière n'est portée sur l'une ou l'autre composante linguistique. De plus, il n'est pas toujours certain que la désactivation induite par l'agent pharmacologique concerne toutes les régions d'un hémisphère, particulièrement celles irriguées par l'artère cérébrale postérieure (Beaumont, 1983; Kurthen et al., 1994). Enfin, les travaux réalisés à l'aide de cette technique s'intéressent aux résultats de groupes de sujets dont certains n'ont pas toujours atteint l'âge adulte.

Il faut donc, ici aussi, garder à l'esprit l'existence de différentes limites méthodologiques lorsqu'il s'agit de s'attarder aux indications pertinentes à la question de la contribution de l'hémisphère droit de l'adulte droitier à la sémantique lexicale. En fait, compte tenu de l'amalgame d'épreuves habituellement employées, dont certaines exigent un traitement sémantique de mots, l'indice le plus révélateur à ce sujet réside dans la proportion de droitiers chez lesquels des troubles du langage sont décelés uniquement à la suite d'une désactivation de l'hémisphère gauche. Or, cette proportion est de l'ordre de 80 % (Kurthen et al., 1994; Loring et al., 1990). Une étude réalisée par McGlone (1984) révèle quant à elle que seule la désactivation de l'hémisphère gauche entraîne un nombre significatif d'erreurs chez des droitiers soumis à une épreuve de compréhension de phrases variant en terme de complexité syntaxique (version modifiée du Token Test de DeRenzi & Vignolo, 1962).

Abstraction faite des limites qu'imposent les caractéristiques des sujets examinés, les observations précédentes suggèrent que l'hémisphère droit ne sous-tendrait aucune contribution à la sémantique lexicale chez la majorité des droitiers. Du moins, il ne sous-tendrait aucune contribution qui soit indispensable, car la désactivation de l'hémisphère droit ne permet pas de conclure quant à une contribution qui serait non essentielle et par conséquent insoupçonnée lorsque l'hémisphère gauche ne peut qu'agir seul. En fait, l'absence d'indice probant quant à une contribution sous-tendue par l'hémisphère droit n'empêche pas que celui-ci puisse sous-tendre certaines compétences à l'endroit du traitement sémantique des mots. Le fait qu'une désactivation de l'hémisphère gauche n'annihile pas totalement la compréhension d'ordres verbaux en témoigne (McGlone, 1984; Wada & Rasmussen, 1960). Une étude consacrée spécifiquement au traitement sémantique des mots apporte des résultats qui vont dans le même sens. Ainsi, Hart, Lesser, Fisher, Schwerdt, Bryan et Gordon (1991) rapportent que la détection de la présence d'un lien sémantique entre des images et des mots (2 paires comprenant un lien; 2 paires sans lien) demeure possible chez 58% de leurs sujets droitiers après la désactivation de l'hémisphère

gauche. Cependant, plutôt que d'attribuer ce résultat aux compétences de l'hémisphère droit, ces auteurs privilégient l'hypothèse que certaines zones temporo-pariétales de l'hémisphère gauche soient peu ou pas affectées par la manipulation pharmacologique. Ces zones assureraient alors le maintien de certaines activités sémantiques. Fait à noter, la désactivation de l'hémisphère droit n'empêche aucunement la lecture des mots, la dénomination des images et la reconnaissance de rapports sémantiques entre mots et images d'objet dans le cadre de cette étude (Hart et al., 1991). En définitive, la désactivation pharmacologique de l'un ou l'autre hémisphère apporte peu d'indices favorables à l'hémisphère droit de l'ensemble des droitiers. Néanmoins, il demeure possible que l'hémisphère droit de certains individus puisse sous-tendre certaines activités d'ordre lexico-sémantique, voire même y contribuer dans des conditions normales de fonctionnement.

Indications obtenues suite à la présentation latéralisée de stimuli auprès de sujets normaux.

La présentation latéralisée de stimuli faisant appel à un traitement linguistique de la part de sujets dont le cerveau ne présente aucune pathologie, c'est-à-dire de sujets normaux, donne généralement lieu à des taux de réussite plus grands et/ou des réponses plus rapides en hémichamp visuel droit (hémisphère gauche) qu'en hémichamp visuel gauche (hémisphère droit) chez le droitier (Beaumont, 1982; Boles, 1989; Bradshaw, 1990). Selon l'interprétation neuropsychologique qui en est habituellement faite, cette observation témoigne de la supériorité de l'hémisphère gauche en ce qui concerne le traitement du langage (Beaumont, 1982; Efron, 1990). Cependant, elle ne discrédite aucunement l'éventualité que l'hémisphère droit sous-tende certaines habiletés linguistiques (Segalowitz, 1983; Zaidel & Schweiger, 1984). D'ailleurs, des études qui ont eu recours à une présentation latéralisée de stimuli permettent de croire que l'hémisphère droit du droitier serait capable de traiter la structure orthographique des mots (Bub & Lewine, 1988; Chiarello, 1988b). Cet hémisphère aurait semble-t-il accès à un certain niveau de représentation des mots où ceux-ci seraient regroupés ou liés selon certaines caractéristiques orthographiques et acoustiques (Chiarello, 1985, 1988b). Toutefois, il serait essentiellement dépourvu de compétences phonologiques et incapable d'établir des correspondances entre graphèmes et phonèmes bien que la démonstration empirique de ces incompétences soit discutable (Abernethy & Coney, 1990; Chiarello, 1985, 1988b; Patterson & Besner, 1984; Rabinowicz & Moscovitch, 1984; Zaidel & Schweiger, 1984).

En ce qui concerne la composante sémantique des mots, la présentation latéralisée de stimuli auprès de sujets normaux apporte de nombreux indices favorables à l'hémisphère droit. Toutefois, là-encore, des données contradictoires sont rapportées. La presque totalité des indications pertinentes à ce sujet proviennent d'études reposant sur la projection de mots en hémichamps visuels (pour une description de cette technique de présentation latéralisée de stimuli et de son rationnel voir Beaumont, 1983; Bradshaw, 1989, 1990; Young, 1982). Il suffit donc de revoir celles-ci afin d'obtenir un aperçu qui soit représentatif de la situation. Ces indications peuvent être regroupées selon qu'elles se rapportent à la sensibilité de l'hémisphère droit à la concrétude (ou imagerie) des mots, à l'amorçage sémantique ou qu'elles témoignent des capacités de cet hémisphère pour porter des jugements sur la présence de liens sémantiques. Mais avant de faire la synthèse de ces indications, il paraît souhaitable de s'attarder un peu plus sur le critère qui permet de croire à l'existence de telles capacités lorsque des stimuli sont projetés en vision latéralisée.

Le critère. Compte tenu de l'avantage classique de l'hémisphère gauche ainsi que de l'intégrité totale des hémisphères et des commissures cérébrales chez le sujet normal, la vérification de capacités sémantiques sous-tendues par l'hémisphère droit repose sur la recherche d'un patron de résultats particulier à cet hémisphère droit. Celui-ci doit être compatible avec l'hypothèse d'un traitement direct de la composante sémantique des mots au niveau de l'hémisphère droit tout en minimisant l'éventualité d'un transfert de l'information vers l'hémisphère gauche afin d'y être traitée. Une telle démonstration repose sur différents critères (Zaidel, 1983b, 1986). Toutefois, les indications rapportées par la littérature répondent presque exclusivement à un seul de ceux-ci (Zaidel, 1983b; 1986). Ce critère correspond à un effet d'interaction entre le lieu de présentation des mots (l'hémichamp visuel droit en opposition à l'hémichamp visuel gauche) et différentes caractéristiques sémantiques associées à ceux-ci ou à leur traitement. La présence de cette interaction indique que les différences observables entre les deux hémisphères varient selon les caractéristiques sémantiques des mots ou du traitement sémantique imposé à ces derniers. Elle témoigne d'un mode de traitement différent selon l'hémisphère en cause. Du moins cette interprétation est juste dans la mesure où un postulat important est accepté malgré le fait que certains en doutent (Lambert & Beaumont, 1981). Selon celui-ci, le corps calleux n'exerce pas un transfert sélectif de l'information qui serait fondé sur des paramètres sémantiques (Ellis & Shepherd, 1974; Zaidel, 1986). La logique sous-jacente à l'interprétation proposée veut que si l'hémisphère gauche était le seul capable de traiter sémantiquement des mots, la supériorité de celui-ci ne devrait pas être affectée par les caractéristiques sémantiques des stimuli à traiter ou la nature du traitement conditionné par la tâche (Ellis et Shepherd, 1974; Zaidel, 1986).

La concrétude et l'imageabilité des mots. Le degré de concrétude des mots et le caractère imageable de ceux-ci sont deux paramètres sémantiques qui ont permis d'obtenir l'interaction critique. Généralement, la forme que prend cette dernière veut que la supériorité de l'hémisphère gauche soit en relation inverse avec le degré de concrétude et/ou d'imageabilité des mots. Ceci est rapporté par plusieurs études menées auprès de sujets soumis à une tâche de décision lexicale ou qui doivent rapporter oralement ou par écrit des mots présentés dans chacun des hémichamps visuels (Bub & Lewine, 1988; Day, 1977, 1979; Ellis & Shepherd, 1974; Hines, 1976, 1977; Marcel & Patterson, 1978; Restatter, Dell, McGuire & Loren, 1987; Young & Ellis, 1985). Cette interaction a également été rapportée alors que des mots étaient présentés dans des conditions d'écoute dichotique (McFarland, McFarland, Bain & Ashton, 1978). Toutefois, d'autres études faisant appel à des tâches comparables ne sont pas parvenues à la mettre en évidence que ce soit à la suite de projections en champ visuel divisé (Boles, 1983; Bruyer & Racquez, 1985; Eviatar et al., 1990; Howell & Bryden, 1987; Lambert & Beaumont, 1983; McMullen & Bryden, 1987; Oreinstein & Meighan, 1976; Saffran, Bogyo, Schwartz & Marin, 1980; Schmuller & Goodman, 1979; Shanon, 1979a, b) ou en condition d'écoute dichotique (Borkowski, Spreen & Stutz, 1965 voir Bradshaw, 1980). Pour leur part, Bruyer et Strypstein (1985) rapportent une interaction qui serait théoriquement compatible avec une certaine compétence de la part de l'hémisphère droit pour le traitement de la dimension imageable des mots. Cependant, dans cette étude, l'hémisphère droit reconnaît plus rapidement les mots peu imageables que les mots imageables. Or, ce résultat va à l'encontre de la tendance habituellement rapportée comme étant favorable à l'idée que cet hémisphère sous-tende une activité sémantique quelconque à l'égard des mots.

L'amorçage sémantique. Malgré la controverse décrite au paragraphe précédent, certaines études ayant recours à la projection visuelle de stimuli montrent que l'hémisphère droit peut tirer bénéfice de ses habiletés sémantiques dans des situations d'amorçage sémantique (pour une présentation et une discussion de l'amorçage voir Neely, 1991). C'est donc dire que la projection d'un mot appelé amorce peut influencer les résultats associés à l'hémisphère droit lors du traitement subséquent ou parallèle d'un autre mot nommé cible, alors qu'il existe ou non un lien sémantique entre les deux mots. La méthode de l'amorçage a déjà été évoquée précédemment dans ce texte lorsqu'il était question des commissurotomisés. Toutefois, compte tenu de la teneur des indications obtenues auprès des sujets normaux, il semble souhaitable d'en préciser le contenu. Ainsi, lorsqu'un lien sémantique est présent, l'influence de l'amorce se traduit par un bénéfice, c'est-à-dire par une réduction du nombre d'erreurs ou des temps de réponse se rapportant au traitement de la

cible, ou encore par une augmentation de la capacité de détection de cette cible. En l'absence d'un lien sémantique entre un mot-amorce et un mot-cible, l'influence de l'amorce peut nuire au traitement de la cible et donner ainsi lieu à un coût (e.g., augmentation du temps de réponse). Les bénéfices et les coûts attribuables à l'amorçage sont établis relativement aux mesures enregistrées dans des conditions dites neutres. Lors de celles-ci, l'item qui sert d'amorce est soit dépourvu de sens ou absent. Lorsqu'il n'y pas de situation neutres ou que le caractère neutre de celle-ci est discutable, seul un effet général d'amorçage peut être mesuré en opposant les paires amorce-cible comportant un lien sémantique à celles qui n'en comportent pas (coûts + bénéfices). Par ailleurs, quand il est question d'effets d'amorçage, il convient de distinguer des effets automatiques de ceux dits volontaires, conscients ou contrôlés. Théoriquement les premiers reposent simplement sur l'activation des représentations sémantiques présentes en mémoire et sur celles de leurs relations. Ils donnent essentiellement lieu à des bénéfices bien que la présence de coûts soit occasionnellement rapportée. Les seconds témoignent pour leur part de la reconnaissance objective du lien sémantique et de son usage dans l'intention de faciliter la réalisation de la tâche principale qui, le plus souvent, en est une de décision lexicale portant sur les mots servant de cibles. Ces effets se manifestent par des bénéfices et des coûts, ces derniers leur étant caractéristiques. Les premiers sont donc plus appropriés pour juger de l'existence de compétences proprement lexicales ou sémantiques puisque les seconds peuvent témoigner de processus post-lexicaux, stratégiques et non exclusifs au domaine du langage. Enfin, l'observation d'effets d'amorçage différents selon l'hémisphère en cause, laquelle peut dépendre du caractère automatique ou contrôlé de l'amorçage, témoigne de l'interaction critique qui permet de vérifier l'existence de compétences sémantiques sous-tendues par l'hémisphère droit.

Certaines études fondées sur le principe de l'amorçage associent l'hémisphère droit à un mode de traitement particulier des mots concrets. Ainsi, Zaidel (1983b) rapporte que cet hémisphère manifeste des effets de facilitation importants en présence d'amorces sémantiquement liées à des mots-cibles à référents concrets, et des effets d'inhibition importants en présence d'amorces qui ne sont pas sémantiquement reliées aux cibles. En revanche, dans cette étude, l'hémisphère gauche ne manifeste aucune inhibition et un faible effet de facilitation. Pour leur part, Walker et Ceci (1985) constatent que les paires amorce-cible qui entretiennent un lien sémantique de type catégoriel (e.g., pluie-neige; même catégorie sémantique) donnent lieu à un effet d'amorçage uniquement lorsqu'elles sont prioritairement adressées à l'hémisphère droit. Des paires de mots que les auteurs qualifient de syntaxiques, et qui se rapportent à des liens sémantiques de nature syntagmatiques (e.g.,

chien-aboyer), donnent lieu quant à elles à des effets d'amorçage comparables pour les deux hémisphères. Contrastant quelque peu avec les observations de Walker et Ceci (1985), Heeschen (1979) constate que l'effet de facilitation sémantique associée à l'hémisphère droit est essentiellement fondée sur une sensibilité au degré ou force d'association des mots tel qu'établi à partir des fréquences d'association. En contrepartie, l'influence de la nature des liens sémantiques qui unissent les mots sur l'effet d'amorçage ne se manifeste que pour les stimuli adressés à l'hémisphère gauche. Dans l'étude de Heeschen (1979), ces liens sont de deux types: catégoriels (e.g., aigle-vautour) ou ils reposent sur la co-occurrence d' "objets" dans un même contexte situationnel (e.g., bébé-berceau; soif-bière). Enfin, Deloche, Seron, Scius et Segui (1987) ont recours à une épreuve de décision lexicale mettant en cause des homographes précédés par des amorces associées au sens peu imageable ou très imageable des cibles. Ces auteurs rapportent un effet d'amorçage supérieur de la part de l'hémisphère gauche uniquement lorsque les amorces sont peu imageables (i.e. associées au sens peu imageable de l'homographe). Le caractère automatique ou contrôlé de l'amorçage n'étant pas assuré dans le cadre de ces quatre études, les résultats de celles-ci autorisent deux conclusions entre lesquelles il est difficile de trancher. D'une part, il est plausible que chaque hémisphère sous-tende un lexique distinct et/ou un système d'activations sémantiques qui lui seraient propres (Zaidel, 1983b). Celui associé à l'hémisphère droit impliquerait essentiellement des mots concrets (Deloche et al., 1987). D'autre part, il est possible que les sujets fassent usage de stratégies différentes selon le lieu de projection des stimuli. Dans cette perspective, l'effet d'amorçage observé reposerait sur des mécanismes post-lexicaux dont le caractère proprement linguistique ne serait pas assuré.

Afin de pouvoir juger de la valeur de chacune des interprétations précédentes il est nécessaire de s'en remettre à des travaux où des conditions expérimentales jugées théoriquement appropriées sont mises en place afin de favoriser le caractère automatique ou contrôlé des effets d'amorçage à l'étude. Un premier constat réalisé lors de tels travaux veut que les effets d'amorçage contrôlé associés à l'hémisphère gauche soient plus importants que ceux associés à l'hémisphère droit (Chiarello, 1985), particulièrement lorsque les amorces ont des référents abstraits; les mots-cibles sont alors maintenus concrets (Chiarello, Senehi & Nuding, 1987). En revanche, l'effet d'amorçage relevé lorsque la situation favorise les processus automatiques est parfois plus important pour l'hémisphère droit (Chiarello, 1985) ou ne témoigne d'aucune différence interhémisphérique à d'autres occasions (Chiarello et al., 1987). Ainsi, la supériorité de l'hémisphère gauche serait liée aux situations où le droitier doit volontairement référer aux relations sémantiques qu'entretiennent les mots (Chiarello, 1985), particulièrement lorsque ceux-ci sont abstraits. Une interprétation plus poussée de ce

phénomène veut que l'asymétrie fréquemment observée quant au traitement des mots abstraits relève du niveau post-lexical (Chiarello et al., 1987). L'hémisphère droit sous-tendrait alors un système de représentations sémantiques qui lui permettrait d'assurer une activation automatique de certaines composantes sémantiques des mots que ceux-ci soient concrets ou abstraits. Il est possible que ce système soit plus circonscrit que celui auquel l'hémisphère gauche a accès puisqu'un effet d'amorçage automatique plus important a été associé à l'hémisphère droit (Chiarello, 1985). Cependant, celui-ci n'est pas toujours observé.

Une autre explication avancée, afin d'expliquer les différents effets d'amorçage automatique associés à l'hémisphère droit, réside dans la nature du lien qu'entretiennent les amorces et les cibles. Ainsi, un phénomène d'asymétrie favorisant l'hémisphère droit est mis en évidence lorsque les paires de mots employées sont établies sur l'appartenance des items à une même catégorie sémantique sans que ceux-ci entretiennent une forte association selon les normes obtenues à partir d'épreuves de production de mots associés (e.g., cheval-tigre; Chiarello, 1985; Walker & Ceci, 1985). Or, ce phénomène n'apparaît pas lorsque les items sont des associés mais que leur appartenance catégorielle n'est pas un facteur contrôlé (e.g., policier-prison; Chiarello et al., 1987). S'appuyant sur cette différence méthodologique, Chiarello, Burgess, Richards et Pollock (1990) réalisent une expérience où les effets d'amorçage automatique ne témoignent d'aucune asymétrie fonctionnelle lorsque le lien présent dans un couple amorce-cible implique un double rapport: associatif et catégoriel (e.g., infirmière-docteur). En revanche, un effet d'amorçage automatique plus important est associé à l'hémisphère droit lorsque la relation sémantique est uniquement établie sur l'appartenance à une même catégorie (e.g., chevreuil-pony). Confrontés à ce résultat, les auteurs attribuent à chaque hémisphère des modes de fonctionnement sémantique différents. Ainsi, l'hémisphère gauche permettrait une sélection rapide du sens précis d'un mot (ici l'amorce) ce qui expliquerait l'asymétrie observée lorsque les amorces et les cibles n'entretiennent pas un chevauchement sémantique suffisamment important (cf. lien établi uniquement sur appartenance catégorielle). Pour sa part, l'hémisphère droit entretiendrait une activation sémantique plus diffuse laquelle connaîtrait un développement temporel différent et serait maintenue plus longtemps.

Malgré les résultats rapportés par Chiarello et al. (1990), l'hypothèse d'une activation sémantique diffuse ne signifie pas nécessairement qu'elle soit de nature catégorielle. D'ailleurs, Abemethy et Coney (1990, 1996) ont récemment été incapables d'obtenir un effet d'amorçage automatique en hémichamp visuel gauche à l'aide de paires de mots construites uniquement sur la base d'un lien d'appartenance catégorielle. Après avoir constaté qu'un tel

effet pouvait être associé à l'hémisphère gauche, ces auteurs concluent que seul cet hémisphère sous-tend un système sémantique incorporant l'information catégorielle. Néanmoins, l'opposition entre une activation sélective et une autre plus diffuse conserve une certaine valeur lorsqu'il s'agit de rendre compte de l'asymétrie fonctionnelle observée sous d'autres conditions. Ainsi, dans l'étude réalisée par Burgess et Simpson (1988), la condition d'amorçage automatique révèle un hémisphère droit exclusivement sensible aux liens sémantiques rattachés au sens dominant d'homographes alors que son vis-à-vis de gauche se montre sensible aux sens dominant et secondaire des homographes. En situation d'amorçage contrôlé, la sensibilité au sens dominant décline au niveau de l'hémisphère droit alors qu'elle est maintenue au niveau de l'hémisphère gauche. Toutefois, l'hémisphère droit se montre alors sensible au sens secondaire de l'homographe pendant que ce sens secondaire est inhibé au niveau de l'hémisphère gauche.

Les études faisant appel à l'amorçage suggèrent non seulement que l'hémisphère gauche jouerait un rôle particulier en regard de la sélection du sens précis d'un mot mais aussi qu'il veillerait à intégrer l'information sémantique de manière à assurer la compréhension définitive d'un mot (Chiarello, 1991). Cette hypothèse est appuyée par l'observation d'un phénomène d'additivité sémantique exclusif à l'hémisphère gauche (Chiarello, Richards & Pollock, 1992). Un tel phénomène veut que l'effet d'amorçage contrôlé induit à partir de mots qui ont pour caractéristique d'être associés et d'appartenir à une même catégorie sémantique soit plus grand que celui réalisé à partir de paires établies uniquement sur la base de l'association entre mots ou sur l'appartenance à une même catégorie sémantique. Pour sa part, l'hémisphère droit veillerait surtout au maintien des associations sémantiques secondaires de manière à ce qu'elles demeurent disponibles dans l'éventualité où la compréhension d'un mot dépendrait de celles-ci (Burgess & Simpson, 1988; Chiarello, 1991). Toutefois, ce rôle ne l'empêche pas de manifester un certain traitement contrôlé du sens des mots comme en témoignent les phénomènes d'inhibition et de facilitation occasionnellement observés dans des conditions d'amorçage contrôlé (Chiarello et al., 1992).

Les jugements sémantiques. La technique de l'amorçage n'est pas la seule à révéler des indications favorables à une activation contrôlée de la composante sémantique des mots qui serait sous-tendue par l'hémisphère droit. En effet, le recours à des tâches exigeant la reconnaissance explicite de liens sémantiques entre des mots fournit également des résultats qui sont dans l'ensemble favorables à cette hypothèse. Ainsi, dans des tâches impliquant des rapports d'hyponymie (e.g. chien-animal) ou de synonymie, la projection de mots abstraits ou peu imageables donne lieu à une supériorité de l'hémichamp visuel droit qui disparaît en

présence de mots concrets ou imageables (Day, 1977; Rodel, Dudley & Bourdeau, 1983). Selon d'autres données, l'hémisphère droit serait non seulement sensible aux rapports d'hyponymie entre mots concrets, mais il serait également capable d'établir des rapports de cohyponymie (e.g., chien-vache) (Urcuioli, Klein & Day, 1981). Il serait même mieux apte que son vis-à-vis de gauche pour traiter certains rapports sémantiques. Ainsi, l'étude réalisée par Drews (1987) révèle que les rapports intraconceptuels sont mieux reconnus que les rapports interconceptuels lorsque les stimuli sont projetés en hémichamp visuel droit. Or, cette relation est inversée lorsque les stimuli sont d'abord adressés à l'hémisphère droit. Dans cette étude, les rapports intraconceptuels sont fondés sur un système de classification logique où l'analyse des contenus sémantiques joue un rôle important alors que les relations interconceptuelles, auxquelles l'hémisphère droit est particulièrement sensible, reposent sur la contiguïté des objets à l'intérieur d'événements ou de scènes. Toutefois, la proposition faite par Drews (1987) est remise en cause par Abernethy et Coney (1993) qui observent un effet d'amorçage interconceptuel plus important et se développant plus rapidement au niveau de l'hémisphère gauche qu'à celui de l'hémisphère droit.

Enfin, il semble que la distance sémantique entre deux mots ait une influence sur les manifestations de l'asymétrie fonctionnelle lorsque les sujets doivent juger de l'existence d'un lien sémantique (Rodel, Landis & Regard, 1989; Rodel, Cook, Regard & Landis, 1992). Ainsi, la reconnaissance d'un lien sémantique est plus fréquente pour les stimuli projetés en hémichamp visuel gauche lorsque deux mots entretiennent un rapport sémantique distant ou inexistant, alors qu'elle est plus fréquente en hémichamp visuel droit lorsque les stimuli entretiennent un rapport étroit (cette observation est à rapprocher de celle faite par Heeschen, 1979). Dans une des deux expériences ayant mené à cette observation (Rodel et al., 1992), les auteurs de l'étude sont seuls juges du caractère distant des éléments et certains de ceux-ci entretiennent des liens sémantiques qui sont qualifiés de métaphoriques (e.g., automne-âge; lumière-naissance). Lors de la seconde expérience, la distance sémantique qui existe entre les items des paires de mots employées est établie après l'expérimentation par les sujets à qui l'on présente les stimuli en vision libre. Cette démarche donne ainsi lieu à l'identification d'associations distantes ainsi qu'à celle de paires ne contenant aucune association. Ce dernier point est important puisque l'interprétation proposée veut que les hémisphères sous-tendent des activités sémantiques qualitativement distinctes. Un mécanisme d'inhibition interhémisphérique veillerait à ce qu'il en soit ainsi (voir Cook & Beech, 1990). Cependant, cette interprétation faite en termes de compétences proprement sémantiques comporte une part d'incertitude. En effet, il paraît difficile d'attribuer aux

compétences sémantiques de l'hémisphère droit la reconnaissance de liens sémantiques qui n'existent pas (Joanette et al., 1990).

Somme toute, de nombreuses études impliquant la projection latéralisée de mots auprès de sujets normaux sont favorables à l'idée que l'hémisphère droit de l'adulte droitier soit suffisamment compétent pour assumer un certain traitement sémantique des mots. Les capacités de cet hémisphère seraient particulièrement manifestes en ce qui concerne le traitement des mots concrets et l'activation automatique d'un certain système sémantique. Il n'est pas exclu que l'hémisphère droit puisse également traiter des mots abstraits et qu'il soit capable d'un certain traitement contrôlé de l'information sémantique. De plus, le système sémantique sous-tendu par l'hémisphère droit ou auquel ce dernier aurait accès permet d'établir entre des mots des liens sémantiques de même nature que ceux réalisés par l'entremise de l'hémisphère gauche. Cependant, ces études ne renseignent pas quant à l'intégration des activités sémantiques sous-tendues par les deux hémisphères. Cette intégration est au coeur des rapports qu'entretiennent le cerveau et le comportement dans des circonstances de fonctionnement normal. Or, le problème de l'intégration est particulièrement important à résoudre compte tenu de l'existence de différences interhémisphériques d'ordre quantitative ou qualitative. En fait, comment concilier ces différences ? Ont-elles une implication quelconque en situation normale ? Une façon d'en juger consiste à vérifier que les compétences de l'hémisphère droit se traduisent par une contribution effective de cet hémisphère au traitement sémantique des mots.

Indications provenant d'enregistrements de l'activité physiologique du cerveau du sujet normal

Au cours des dernières années, l'étude de l'activité physiologique de chaque hémisphère lors de la réalisation de comportements particuliers a connu un intérêt accru de la part des chercheurs préoccupés par l'organisation fonctionnelle du cerveau. Ce type d'étude est réalisé par l'entremise de différents outils dont la tomographie computerisée par émission de photon unique, l'imagerie par résonance magnétique, la tomographie par émission de positons, la magnéto-encéphalographie et l'enregistrement des potentiels évoqués. Dans l'ensemble, les travaux réalisés avec ce genre d'outils confirment l'exclusivité ou à tout le moins la forte prédominance de l'hémisphère gauche en ce qui concerne le traitement de la structure linguistique des mots (phonologie, orthographe, transposition graphèmes-phonèmes) (e.g., Démonet, Price, Wise & Frackowiak, 1994a,b; Démonet, Wise &

Frakowiack, 1993; Habib et al., 1996; Howard, Patterson, Wise, Brown, Friston, Weller & Frackowiak, 1992; Knopman, Rubens, Klassen & Meyer, 1982; Shaywitz, Pugh et al., 1995; Warkentin, Risberg, Nilsson, Karlson & Graae, 1991). En ce qui concerne la sémantique lexicale, le principal débat entretenu par ce type d'étude au cours des dernières années porte sur la localisation des régions cérébrales qui assumeraient le traitement sémantique des mots au sein de l'hémisphère gauche (e.g., Fiez, Raichle, Balota, Tallal & Petersen, 1996; Shaywitz, Pugh, et al., 1995). L'élément central de ce débat porte sur la contribution respective de certaines aires préfrontales de l'hémisphère gauche en opposition à celle de régions temporales de ce même hémisphère (Mazoyer, 1994; Posner, Petersen, Fox & Raichle, 1988; Petersen, Fox, Posner, Mintun & Raichle, 1988; Shayitz, Pugh, et al., 1995; Wise, Chollet, Hadar, Friston, Hoffner & Frackowiak, 1991). Cet intérêt pour l'hémisphère gauche témoigne du peu d'importance accordée à l'hémisphère droit relativement à cette dimension du langage. Il est d'ailleurs probable qu'une telle attitude soit fondée puisqu'à différentes occasions des auteurs signalent clairement n'avoir observé aucune activité au niveau de l'hémisphère droit qui pourrait être associée au traitement sémantique de mots (Klein, Zatorre, Milner, Meyer & Evans, 1995; Wise et al., 1991). Néanmoins, il existe çà et là quelques indications à l'effet que l'hémisphère droit pourrait lui aussi avoir son mot à dire lorsqu'il s'agit de traiter le sens des mots. Il va sans dire que ces indications sont pratiquement marginales compte tenu de l'importance accordée à l'hémisphère gauche.

Les activations cérébrales localisées au niveau de l'hémisphère droit et qui sont susceptibles d'être associées à la composante sémantique de certaines tâches occupent différents sites. Il n'y aurait donc pas une structure de cet hémisphère qui serait particulièrement dédiée à toutes activités relevant de la sémantique lexicale. Ainsi, la réalisation de la composante sémantique d'une tâche exigeant de repérer des noms de petits animaux précédés d'un qualificatif positif (e.g., gentille souris en opposition à horrible guêpe ou superbe éléphant) est associée à une activation très distribuée au niveau du cortex de l'hémisphère gauche mais qui est accompagnée d'une activation du cortex pariétal inférieur droit (Démonet et al., 1994a). Dans une autre étude du même type, l'activité de l'hémisphère gauche demeure aussi importante mais elle est accompagnée cette fois par une discrète activation de la partie supérieure du lobe temporal de l'hémisphère droit (voir Démonet et al., 1993). La détection de mots désignant des éléments vivants (e.g., animaux en opposition à moyens de transport) donne lieu quant à elle à une activation significative du noyau amygdalien gauche qui, toutefois, serait accompagnée d'une certaine activité de l'amygdale droite (Bastiaanse, Stowe & Holstege, 1995). Une activité des zones frontales

inférieures des deux hémisphères qui s'ajoute à celle de la région temporale postérieure de l'hémisphère gauche a pour sa part été associée à la réalisation d'une épreuve de fluence lexicale sur la base de critères sémantiques (e.g., produire des noms de mammifères; Shaywitz, Pugh et al., 1995). Or, la zone frontale inférieure de l'hémisphère droit serait également impliquée par la génération de verbes sémantiquement associés à des noms (McCarthy, Blamire, Rothman, Gruetter & Shulman, 1993).

Les études consacrées à l'activité cérébrale apportent aussi des informations quant à l'organisation fonctionnelle du cerveau pour le traitement des mots concrets et abstraits. Ces informations présentent donc un intérêt particulier compte tenu des indications qui ont déjà été présentées à ce sujet dans le cadre de cette synthèse. Toutefois, elles sont peu favorables à l'hypothèse d'une contribution sous-tendue par l'hémisphère droit. Par exemple, Wise, Hadar, Howard & Patterson (1991) rapportent que la lecture et la répétition de mots concrets ou abstraits sont accompagnées d'une activation particulière de la partie postérieure de la zone supérieure du lobe temporal de l'hémisphère gauche. En outre, dans le cadre d'un travail où les zones frontales sont les seules étudiées, Desmond et al. (1995) concluent à une activation cérébrale limitée à l'hémisphère gauche lorsque les sujets doivent juger du caractère concret ou abstrait de mots. Bien que cette conclusion ait été établie sur la base de données obtenues auprès de sujets épileptiques, elle a comme intérêt de témoigner de l'organisation fonctionnelle du cerveau de trois sujets dont l'hémisphère gauche avait préalablement été reconnu dominant pour le langage à la suite de l'anesthésie sélective des hémisphères. Par ailleurs, deux de ces sujets avaient subi une résection temporale gauche alors que le troisième présentait un foyer épileptique au niveau de l'hémisphère gauche. Cette situation était donc propice à une plus grande implication de l'hémisphère droit lors d'épreuves linguistiques. Néanmoins, un seul de ces sujets présente un signe d'activité au niveau de l'hémisphère droit lors de la réalisation de l'épreuve. Dans l'ensemble, les observations précédentes sont donc peu favorables à des manifestations d'asymétries fonctionnelles différentes selon le degré de concrétude des mots. Mais ceci ne veut pas nécessairement dire qu'une telle contribution est impossible puisque Goldenberg, Podreka, Steiner et Willmes (1987) constatent que l'apprentissage de mots concrets a pour particularité d'être accompagnée d'une activation du lobe occipital de l'hémisphère droit.

L'étude de l'activité cérébrale représente un intérêt certain pour la neuropsychologie. Toutefois, il est connu que ce type d'étude comporte de nombreuses limites et difficultés qui obligent plusieurs réserves à l'endroit des informations recueillies (Beaumont, 1983; Code, 1987; Démonet et al., 1993; Sergent, 1994b). Mis à part les difficultés techniques, un des problèmes importants concerne l'interprétation des phénomènes d'activation cérébrale qui

sont enregistrés. Plus précisément il relève de l'identification exacte de la composante fonctionnelle à laquelle on associe une activité cérébrale circonscrite. Par exemple, lorsque l'une ou l'autre technique d'imagerie cérébrale est employée (e.g., tomographie par émission de positons) une source de difficultés réside dans le choix de la tâche ou de la situation de contrôle qui sert de point de référence à l'interprétation psychologique de l'activité cérébrale enregistrée dans le contexte de la situation expérimentale. A l'occasion, certaines caractéristiques des tâches auxquelles sont soumis les sujets peuvent avoir un effet indésirable et artéfactuel. Ainsi, il est arrivé qu'une activation enregistrée au niveau de l'hémisphère droit lors de la réalisation d'une tâche retenue pour sa composante sémantique soit en fait attribuable au rythme de présentation des stimuli (Mazoyer, 1994). Une activation peut également témoigner d'exigences particulières en termes d'effort, de ressources ou d'attention plutôt que d'une activité linguistique précise (Parks et al., 1988). Il est également possible qu'elle se limite à accompagner d'autres activations sans correspondre à une contribution directe à la conduite étudiée (Bogen, 1985). Un autre exemple de problème réside dans la nature exacte de l'activité physiologique sous-jacente à une activation cérébrale. Une telle activation résulte d'une activité synaptique de nature excitatrice ou inhibitrice. Conséquemment, il est théoriquement plausible qu'une activation enregistrée au niveau de l'hémisphère droit lors d'une conduite linguistique témoigne simplement de la mise en branle d'un processus d'inhibition qui empêcherait toute contribution active de la part de cet hémisphère (Bradshaw, 1989). Il peut également arriver que certaines activations ne puissent pas être enregistrées ou qu'elles disparaissent à la suite de la routinisation d'une conduite. Leur ampleur pourrait aussi varier selon les aptitudes des sujets pour réaliser une tâche donnée (Parks et al., 1988). Ces différents problèmes, jumelés à l'importance que l'étude des activations cérébrales accorde à l'hémisphère gauche, font en sorte que ce type d'étude est peu convaincant quant à une éventuelle contribution de l'hémisphère droit du droitier adulte au traitement de la dimension sémantique des mots. Du moins, il semble clair qu'il y a un décalage important entre les conclusions qu'il permet à ce sujet et, par exemple, le potentiel sémantique attribué à l'hémisphère droit des sujets commissurotomisés.

Indications obtenues auprès de personnes dont l'hémisphère droit a subi une lésion

Les problèmes d'interprétation neuropsychologique ne sont pas propres à l'étude des activations cérébrales. Au cours des pages précédentes il a été établi que les autres sources

d'indications abordées ici peuvent également souffrir de ce type de problème. Or, l'étude des conséquences comportementales d'un dommage à l'hémisphère droit n'y échappe pas. L'observation d'un déficit sémantique affectant le traitement des mots suite à une lésion de cet hémisphère constitue un indice quant à une possible contribution de celui-ci au traitement sémantique des mots lors de conditions de fonctionnement normal. Ce type d'interprétation est classique en neuropsychologie. Sa logique est simple: si normalement l'hémisphère droit contribue à un type de traitement, une altération appropriée du fonctionnement de cet hémisphère affectera ce traitement (Goulet & Siéroff, 1995; Hier & Kaplan, 1980). Toutefois, ce raisonnement pourrait s'avérer insuffisant, voire faux. Pour qu'un tel raisonnement soit entièrement juste, il faut que la contribution sous-tendue par l'hémisphère droit soit indispensable. Une absence de déficit comportemental à la suite d'une lésion cérébrale ne signifie aucunement que la zone atteinte n'apporte normalement aucune contribution à la conduite étudiée. D'autre part, il est théoriquement possible qu'un déficit observé suite à un dommage à l'hémisphère droit résulte d'une réorganisation fonctionnelle d'éléments nerveux autres que l'hémisphère droit plutôt que de la perte d'une contribution normalement sous-tendue par cet hémisphère. Dans le même ordre d'idée, il est aussi possible que le déficit observé découle d'un effet à distance. L'origine de ce dernier serait la lésion structurale mais la présence de cette lésion se traduirait par un dysfonctionnement, c'est-à-dire une lésion fonctionnelle de l'hémisphère demeuré sain (Goulet & Siéroff, 1995). Cet effet à distance peut lui-même être interprété de différentes façons. Ainsi, il peut témoigner d'une réduction des ressources nécessaires au bon fonctionnement des aires cérébrales dont l'intégrité est préservée. La notion de ressources réfère ici au niveau d'activation de base du substrat cérébral ou à un niveau d'activation plus spécifique mais aucunement à un système de représentations cérébrales des faits mentaux ou d'algorithmes permettant de traiter des stimuli ou de fournir des réponses. Une autre interprétation de l'effet à distance serait que la zone lésée induise un bruit neuronal ou un phénomène d'inhibition active qui entraverait le bon fonctionnement des zones intègres (Moscovitch, 1981; Searleman, 1977, 1983). Conformément à ces deux interprétations, un trouble du traitement de la composante sémantique des mots consécutif à une lésion de l'hémisphère droit ne témoignerait pas d'une contribution de nature linguistique ou sémantique qui serait propre à cet hémisphère. Enfin, conformément à la notion de diaschisis proposée par Monakov (voir Mourgue, 1921), l'effet à distance peut signifier que la zone atteinte fait partie d'un système fonctionnel dont l'intégrité est nécessaire au fonctionnement normal. La zone atteinte contribuerait donc à ce fonctionnement lors de conditions normales. Ces problèmes d'interprétation ne représentent qu'une partie des difficultés auxquelles doit faire face le chercheur qui tente d'étudier le fonctionnement cérébral par l'entremise de la méthode

anatomo-clinique (Beaumont, 1983; Joannette et al., 1990). Il convient de les garder à l'esprit en prenant connaissance des indications que cette méthode a permis d'obtenir relativement à la contribution de l'hémisphère droit du droitier adulte à la sémantique lexicale.

Les renseignements recueillis auprès de cérébrolésés droits peuvent être regroupés en quatre ensembles selon les tâches employées pour les obtenir. Un premier ensemble concerne les indications recueillies lors d'épreuves de complèvement de phrases et de dénomination dans le cadre desquelles des mots cibles, uniques et précis, sont attendus en guise de réponses. Un second groupe de renseignements relève d'épreuves de disponibilité lexicale aussi désigné par les étiquettes de fluence verbale ou de fluence lexicale. Un troisième rassemble les informations obtenues à l'aide d'épreuves de compréhension de mots isolés. Ces épreuves exigent que des mots soient appariés correctement aux objets qu'ils désignent. Enfin, le quatrième ensemble d'informations concerne les résultats de patients soumis à des tâches de jugement ou d'amorçage sémantique. La réalisation de ces tâches repose sur la reconnaissance ou l'activation d'une relation sémantique entre des mots.

Complèvement de phrases et dénomination. Eisenson (1962, 1973) et Critchley (1962) sont parmi les premiers à avoir abordé de manière rigoureuse l'étude des difficultés qu'une lésion de l'hémisphère droit peut entraîner au niveau du langage. Un fait jugé important par Eisenson (1973) réside dans la difficulté que les cérébrolésés droits manifestent lorsqu'ils doivent compléter des phrases en produisant les mots les plus appropriés. Cette difficulté se présente également lorsque les patients doivent retrouver le mot approprié parmi d'autres. Les résultats obtenus par les cérébrolésés droits dans ces deux conditions sont alors légèrement mais statistiquement inférieurs à ceux de sujets ne souffrant d'aucun dommage cérébral. Par ailleurs, Eisenson (1962, 1973) signale que les difficultés des cérébrolésés sont plus grandes lorsque la cible est un mot abstrait en comparaison avec les phrases exigeant un mot concret. Selon lui, ces observations indiquent que l'hémisphère droit est essentiel pour conceptualiser le monde et conséquemment au langage puisque ce dernier sert à communiquer des concepts (Eisenson, 1962). La participation de cet hémisphère serait particulièrement importante en ce qui a trait aux dimensions abstraites du langage ainsi qu'en regard des situations exigeant que les individus s'adaptent ou se conforment à un cadre linguistique préétabli (Eisenson, 1962, 1973). Les difficultés des patients à l'endroit des mots abstraits et la conclusion qu'en tire Eisenson contrastent avec la sensibilité particulière de l'hémisphère droit à l'endroit des mots concrets rapportée à la suite d'études menées auprès de sujets normaux (voir précédemment). Cela mis à part, il est intéressant de

constater que le travail d'Eisenson était précurseur d'une hypothèse qui est aujourd'hui fréquemment avancée quant à l'existence d'une relation entre l'hémisphère droit et les dimensions pragmatiques de la communication (voir à ce sujet Hannequin et al., 1988 ou Joanette et al., 1990).

L'apport d'Eisenson à la problématique entourant la contribution de l'hémisphère droit au langage ne s'arrête pas là. Ainsi, malgré le lien direct que ces observations lui permettent d'établir entre l'hémisphère droit et le langage, ce clinicien-chercheur (Eisenson, 1973) propose d'autres interprétations qui témoignent bien d'un des éléments fondamentaux de cette problématique: le caractère proprement linguistique de la contribution sous-tendue par l'hémisphère droit (pour une discussion à ce sujet voir aussi Joanette et al., 1990). Une des interprétations alternatives qu'il évoque veut que l'hémisphère droit contribue indifféremment à toutes les fonctions intellectuelles. Une lésion réduirait alors l'ampleur de cette contribution. Selon lui, il est également possible que cet hémisphère sous-tende une contribution au fonctionnement intellectuel qu'il aurait en commun avec toutes les autres structures cérébrales. Dans ces conditions, toute lésion cérébrale entraînerait une réduction de l'activité intellectuelle qui se répercuterait sur le langage de manière moins spécifique que l'aphasie. A cet effet, il semble pertinent de noter que Nonoa et Ardila (1987) attribuent à des facteurs extra-linguistiques (e.g., troubles de l'attention, difficulté pour élaborer une intention ou une idée) les difficultés notées lors d'une épreuve de complétion de phrases présentées à des sujets souffrant d'un dommage des régions préfrontales de l'hémisphère droit.

Critchley (voir Eisenson, 1962) préconisait quant à lui une contribution de l'hémisphère droit aux aspects supérieurs ou superordinaires du langage avec laquelle Eisenson n'était pas en désaccord. Une de ses observations susceptible d'être associée au domaine de la sémantique concerne les difficultés que connaissent les cérébrolésés droits pour retrouver certains mots lorsqu'ils veulent s'exprimer (Critchley, 1962). D'ailleurs, cette observation est d'une certaine manière corroborée par de nombreux chercheurs qui rapportent l'existence de troubles de dénomination d'objets chez ces patients (Diggs & Basili, 1987; Ellis, Hiram, Cardno & Kay, 1991; Joanette et al., 1983; Gainotti, Caltagirone & Miceli, 1983; Myers & Brookshire, 1995; Weinstein, 1964; Weinstein & Keller, 1963). Parfois, ces troubles paraissent légers et sont attribués à la présence d'un dommage cérébral suffisant pour perturber tout comportement plutôt qu'à une perturbation proprement linguistique (McKenna & Parry, 1994). Néanmoins, certains concluent à la présence d'un déficit sémantique après avoir constaté que les erreurs commises semblent le plus souvent entretenir un rapport avec la signification des mots attendue (e.g., poire-pomme; Gainotti et

al., 1983). Un tel déficit serait présent chez l'ensemble des cérébrolésés droits mais il serait plus marqué chez les patients qui souffrent d'une détérioration intellectuelle générale (Gainotti et al., 1983). Pour leur part, Weinstein (1964) de même que Weinstein et Keller (1963) notent que les troubles de dénomination affectent surtout les patients qui manifestent divers désordres neuropsychologiques (désorientation temporo-spatiale, anosognosie, hémiparésie). De plus, la plupart des erreurs commises portent sur des objets liés au milieu hospitalier ou qui rappellent les incapacités des sujets (e.g., aiguille, chaise roulante). Ces erreurs correspondent à des mots désignant des objets qui présentent des similarités visuelles ou fonctionnelles avec les stimuli. Selon les auteurs de ces observations, celles-ci suggèrent que la production d'un mot pour désigner un objet repose sur les valeurs de l'individu et sur la nature des rapports qu'il a avec son environnement. Le mot aurait ainsi une sémantique sociale. C'est cette dernière qui serait en cause à la suite d'une lésion de l'hémisphère droit chez le droitier (Weinstein, 1964; Weinstein & Keller, 1963). Cette interprétation repose sur la nature des objets les plus difficiles à dénommer. Toutefois, la description de ces erreurs commises est également compatible avec l'influence d'un désordre visuo-perceptif.

Contrastant avec les indications précédentes, plusieurs chercheurs ne sont pas parvenus à observer une présence significative de troubles de dénomination auprès des cérébrolésés droits (Newcombe, Oldfield, Ratcliff & Windfield, 1971; Oldfield, 1966a; Vallar, Papagno & Cappa, 1988; Varley, 1991; Wilkins & Moscovitch, 1978). Il est aussi arrivé que seul un petit nombre de cérébrolésés droits (environ 10%) manifeste des troubles de dénomination significatifs lors de tâches de dénomination d'images ou réalisée à partir de définitions (Cappa, Papagno & Vallar, 1990; Coughlan & Warrington, 1978). A l'occasion, des auteurs notent que les erreurs de dénomination des cérébrolésés droits sont essentiellement des persévérations de réponses déjà fournies (Marcie, Hécaen, Dubois & Angelergues, 1965). Les auteurs qui attribuent à des problèmes de perception visuelle les difficultés des cérébrolésés droits lors d'épreuves de dénomination d'illustration d'objets sont plus nombreux (Bergego, Deloche, Pradat-Diehl, Robineau & Lauriot-Prévost, 1993; Kirshner, Casey, Kelly & Webb, 1987; Oldfield, 1966b). L'existence d'une corrélation avec la présence d'une hémiparésie a également été signalée (Myers & Brookshire, 1995). Celle-ci a été relevée en présence de problèmes de dénomination qui se manifestaient à l'endroit d'objets présentés individuellement mais qui s'accroissaient lorsque les sujets devaient produire un hyperonyme désignant un groupe d'objets. Une analyse des erreurs a permis d'attribuer ces difficultés à un trouble de la reconnaissance des objets lorsque ceux-ci sont présentés individuellement. La difficulté à produire un hyperonyme est imputée quant

à elle à un trouble au niveau de l'intégration de l'information permettant d'arriver à une interprétation d'ensemble. Cette hypothèse explicative est appuyée par les conduites erronées des patients qui consistent principalement à dénommer chacun des objets présentés plutôt qu'à produire le nom de la catégorie à laquelle ils appartiennent.

En dépit d'indications favorables à une contribution de l'hémisphère à sémantique lexicale, il existe donc une certaine controverse quant aux difficultés que connaîtraient les cérébrolésés droits lorsqu'ils doivent produire des mots-cibles précis. Même en acceptant que de telles difficultés existent, la nature proprement linguistique ou sémantique de celles-ci est une hypothèse qui ne reçoit pas l'assentiment général.

Fluence lexicale. Il existe deux principaux types d'épreuves de fluence verbale qui permettent d'obtenir des informations quant aux capacités linguistiques de patients souffrant d'un dommage cérébral: les orthographiques et les sémantiques. Les épreuves du premier type exigent de produire à l'intérieur d'une période de temps limitée le plus grand nombre de mots différents qui respectent un critère orthographique. Le temps alloué varie habituellement entre 30 secondes et deux minutes. Le critère le plus souvent employé correspond à la première lettre des mots à produire. Bien que la contrainte de cette tâche soit orthographique, il est fort probable que la réalisation de celle-ci bénéficie des habiletés phonologiques des individus, particulièrement lorsque la production de mots se fait oralement. Cette tâche concerne donc avant tout la structure des mots plutôt que leur sens (Christensen & Guilford, 1963; Guilford, 1972). Cette situation est inversée pour l'autre type d'épreuves de fluence verbale qui exige la production de mots sur la base de critères sémantiques (e.g., noms d'animaux). Les deux types d'épreuves étant pratiquement semblables en ce qui concernent leurs autres exigences, seules les unités à produire les distinguent: des formes lexicales ou des mots porteurs de sens (voir Guilford, 1972). Il devient alors théoriquement possible d'isoler la composante sémantique d'une épreuve de fluence lexicale en l'opposant à une épreuve de fluence impliquant un critère orthographique (première lettre). Dès lors, l'emploi de ces deux types de tâches auprès de cérébrolésés droits permet d'établir des inférences quant au lien qu'entretiendrait l'hémisphère droit et la composante sémantique associée à la production de mots.

Des études réalisées auprès de cérébrolésés droits n'ont eu recours qu'à des tâches de fluence reposant sur des critères orthographiques. Certaines d'entre elles indiquent que les

cérébrolésés droits obtiennent des résultats comparables à ceux de sujets normaux (Bentin & Gordon, 1979; Cavalli, De Renzi, Faglioni & Vitale, 1981; Milner, 1964). Dans d'autres études les sujets souffrant d'un dommage à l'hémisphère droit obtiennent des résultats qui sont significativement inférieurs à ceux de sujets normaux (e.g., Albert & Sandson, 1986; Bolter, Long & Wagner, 1983; Bruyer & Tuyumbu, 1980; Perret, 1974; Ramier & Hécaen, 1970; Schneiderman & Saddy, 1988). Parfois, il ne s'agit que de quelques patients (38%; Benton, 1968). Selon différentes indications, les déficiences des cérébrolésés droits seraient plus importantes chez les sujets qui présentent une lésion frontale (Bornstein, 1986; Bruyer & Tuyumbu, 1980; Miceli, Caltagirone, Gainotti, Masullo & Silveri, 1981; Pendleton, Heaton, Lehman & Hulihan, 1982; Perret, 1974; Ramier & Hécaen, 1970). Lorsque c'est le cas, ces déficiences sont attribuées à un trouble de l'initiative, à une aspontanéité (Ramier & Hécaen, 1970), ou à une difficulté à se conformer à des exigences qui ne sont pas familières (produire des mots débutant par une lettre plutôt qu'en référant à leur sens; Perret, 1974). Or, de telles explications ne peuvent pas être écartées lorsque le dommage cérébral affecte d'autres régions de l'hémisphère droit. Elles sont également pertinentes lorsque les critères de production sont d'ordre sémantique puisque les deux types de tâches partagent les facteurs mis en cause par ces explications.

Des observations qui s'opposent les unes aux autres sont également rapportées quand les critères de production sont sémantiques. Ainsi, ayant recours à ce type de critère, Newcombe (1969) n'observe aucune réduction de la production de mots attribuable à une lésion de l'hémisphère droit quel que soit son siège. Ce n'est pas le cas dans l'étude réalisée par Boller (1968) qui, toutefois, attribue le déficit observé aux conséquences nonspécifiques de toute lésion cérébrale. Selon lui, les facteurs en cause ne sont pas d'ordre linguistique mais ils relèvent plutôt d'un ordre supérieur et se rapportent, par exemple, à l'intelligence ou à l'énergie mentale disponible. Pour sa part, Grossman (1981) n'observe pas de réduction quantitative de la production qui puisse être associée à la présence d'une lésion de l'hémisphère droit. Cependant, il constate l'existence de différences qualitatives entre la production des cérébrolésés droits et celles des cérébrolésés gauches et des sujets normaux. Ces différences concernent le regroupement des mots au moment de la production. Ainsi, une série de mots produits peut constituer un sous-ensemble sémantique (e.g., oiseaux de proie pour le critère noms d'oiseaux). Or, de telles séries sont peu nombreuses chez les cérébrolésés gauches et les éléments qu'elles comportent ont plusieurs traits sémantiques communs. En revanche, les cérébrolésés droits produisent un grand nombre de séries mais leurs éléments ont peu d'attributs sémantiques communs. Les productions des sujets normaux se situent entre ces deux extrêmes. La démonstration d'un patron de résultats

particulier aux cérébrolésés droits est compatible avec l'hypothèse d'une contribution particulière de l'hémisphère droit à la dimension sémantique des mots. Toutefois, il demeure théoriquement plausible que les différents patrons observés soient dus à d'autres facteurs ou à la combinaison de ceux-ci. Le nombre de mots produits, qui est significativement réduit chez les cérébrolésés gauches, et les conséquences non spécifiques d'un dommage cérébral qui peuvent varier selon l'impact fonctionnel d'une lésion doivent être pris en considération à ce sujet.

Somme toute, les résultats précédents permettent difficilement de dégager une dissociation qui soit compatible avec l'idée que l'hémisphère droit du droitier contribue spécifiquement à la sémantique lexicale. Une façon de vérifier l'existence d'une telle dissociation consisterait à soumettre un même groupe de patients aux deux types d'épreuves et de comparer les résultats obtenus. Cette démarche a été réalisée dans le cadre de deux des études qui font l'objet du présent travail. Elles seront donc présentées plus loin dans ce texte.

Compréhension de mots. Les épreuves de compréhension dont il est essentiellement question ici exigent simplement l'appariement d'un mot avec l'illustration de l'objet ou de la scène qu'il désigne. Les mots peuvent être présentés oralement ou visuellement. Habituellement, la réponse correcte doit être retrouvée parmi des éléments distracteurs qui peuvent entretenir des rapports phonologiques ou sémantiques avec la cible, ou encore ne pas y être reliés. L'emploi de distracteurs partageant certaines similarités acoustiques avec l'item cible permet d'apprécier les capacités phonologiques des sujets. A l'occasion, la dimension phonologique des capacités de réception des sujets est également étudiée à l'aide de tâches exigeant de juger du caractère identique ou différent de syllabes ou de mots présentés oralement (e.g., Gainotti, Caltagirone, Miceli & Masullo, 1981). L'usage de distracteurs sémantiques vise à mettre à l'épreuve les capacités sémantiques des sujets.

Le recours aux épreuves de compréhension donne lieu à un consensus quant à l'absence de trouble phonologique chez les cérébrolésés droits (Cappa et al., 1990; Lesser, 1974; Gainotti, Caltagirone & Miceli, 1979, 1983; Gainotti et al., 1981; Vallar et al., 1988). En revanche, plusieurs auteurs (Bryan, 1988; Lesser, 1974; Gainotti et al., 1979, 1981, 1983) rapportent que ces patients commettent significativement plus d'erreurs que les sujets neurologiquement sains lorsqu'ils sont confrontés à des distracteurs sémantiques. Des

résultats allant dans le même sens sont également rapportés par Chieffi, Carlomagni, Silveri & Gainotti (1989) de même que par Vallar et al. (1988). Toutefois, ces auteurs ne fournissent aucune précision quant à la valeur statistique de leur observation. Par ailleurs, la pertinence de ces observations n'est pas toujours assurée. Ainsi, Lesser (1974) ne peut exclure la présence de lésions bilatérales chez tous ces sujets. De plus, aucune information n'est fournie quant à la proportion de droitiers qui participent à cette étude.

D'autres raisons obligent également à conserver une certaine prudence vis-à-vis l'interprétation des troubles de compréhension lexicale observée auprès des cérébrolésés droits. Ainsi, sans rejeter définitivement la thèse selon laquelle l'hémisphère droit soutiendrait des capacités qui seraient spécifiquement de nature sémantique, Gainotti et al. (1979, 1983) soulignent le rôle important que joueraient des facteurs non sémantiques ou linguistiques à l'égard de la production d'erreurs de compréhension de nature sémantique chez les cérébrolésés droits. A cet effet, Lesser (1974) avance l'hypothèse que les problèmes qu'elle rapporte résultent d'un examen partiel du choix de réponse de la part des patients. Pour une raison inexpliquée, les cérébrolésés droits qui participent à son étude se contenteraient d'approximations plutôt que de la réponse la plus juste à certaines occasions. Un exemple de stimuli employés par Lesser (1974) peut aider à mieux comprendre cette hypothèse explicative. Ainsi, pour le mot papier, les sujets doivent choisir parmi les illustrations suivantes: une plume, un crayon, des feuilles de papier et l'image d'une personne qui écrit. La dernière illustration pourrait donc constituer une réponse relativement appropriée puisqu'écrire implique l'utilisation de papier.

Pour leur part, Gainotti et ses collaborateurs (Gainotti et al., 1979, 1983; Gainotti, Caltagirone, Miceli et Masullo, 1981) constatent que la différence entre cérébrolésés droits et sujets normaux est marquée lorsque la lésion cérébrale est accompagnée de signes de détérioration intellectuelle générale, alors qu'elle est faible (présentation orale des mots) ou absente (présentation écrite) lorsque les sujets expérimentaux ne manifestent pas de détérioration intellectuelle. Cependant, ces chercheurs italiens n'excluent pas la possibilité que certains de ces derniers sujets souffrent également d'une détérioration intellectuelle générale bien qu'elle n'ait pas été détectée (Gainotti et al., 1981). L'éventualité de troubles visuo-perceptifs ou d'une hémiparésie gauche sont également des explications plausibles (Gainotti et al., 1979, 1981) pour rendre compte de la production anormale d'erreurs sémantiques des cérébrolésés droits. Ainsi, Gainotti et al. (1979) rapportent qu'il n'y a plus de différence significative entre sujets expérimentaux et témoins quant au nombre d'erreurs sémantiques commises lorsqu'ils éliminent les essais où l'image cible est présentée dans l'hémi-espace gauche de la carte contenant le choix de réponse. Sans vérifier spécifiquement

l'influence d'une hémiparésie, Chieffi et al. (1989) appuient l'idée que des troubles visuo-perceptifs contribuent aux échecs des cérébrolésés droits. Ces auteurs rapportent une différence plus marquée entre cérébrolésés droits et sujets normaux lorsque les items qui servent de distracteurs entretiennent tous des similarités visuelles avec la cible en comparaison avec la situation où les distracteurs sont sémantiquement associés aux cibles.

Coughlan et Warrington (1978) ne croient pas non plus que les troubles de compréhension des cérébrolésés droits soient spécifiquement de nature linguistique ou qu'ils concernent de manière particulière le sens des mots. Ils proposent plutôt d'attribuer ces troubles à une désorganisation cognitive d'ordre supérieur à laquelle toute épreuve de langage serait sensible si elle présente un degré de difficulté suffisant. Ces auteurs appuient leur conclusion sur le patron de résultats qu'obtiennent des cérébrolésés droits soumis à différentes épreuves axées sur le langage. Ainsi, ils observent que leurs patients obtiennent des résultats normaux lors d'épreuves de répétition de mots, de dénomination, de définition et de discrimination de phonèmes. En revanche, ils notent une conduite déficiente de la part de leurs sujets lors de tâches qu'ils jugent relativement plus difficiles impliquant la compréhension de mots, celle de phrases dont la complexité de la structure varie ainsi qu'au test des matrices progressives de Raven.

Contrairement aux travaux précédents, Bishop et Byng (1984) ne parviennent pas à observer de troubles de compréhension de nature sémantique auprès de leur échantillon de cérébrolésés droits. En fait, le nombre d'erreurs commises par ces patients est statistiquement comparable à celui des sujets normaux dans le cadre d'une tâche comprenant des distracteurs sémantiques et visuels (objets présentant des similarités visuelles avec les objets cibles). Toutefois, il demeure possible que cette tâche ne soit pas suffisamment sensible pour détecter la présence de troubles sémantiques chez les cérébrolésés droits (Joanette et al., 1990). De plus, Code (1987) fait remarquer qu'au moment de l'étude de Bishop et Byng (1984), les patients participant à celle-ci avaient subi une lésion cérébrale d'origine balistique au moins 35 ans auparavant, alors qu'ils étaient de jeunes soldats. Selon Code (1987), il est donc fort probable que les dommages cérébraux soient moins importants chez ces patients que ceux observables chez les sujets d'autres études où l'étiologie de la lésion est de nature vasculaire ou tumorale (e.g., Gainotti et al., 1979). Il est également probable que ces patients aient connu une meilleure récupération fonctionnelle en raison de leur âge au moment de l'atteinte cérébrale et du nombre d'années passées depuis celle-ci (Code, 1987).

Jugements sémantiques: Bien que plusieurs observations réalisées auprès de sujets commissurotomisés ou normaux indiquent que l'hémisphère droit détient les compétences nécessaires pour reconnaître et établir différents rapports sémantiques entre des mots, il n'est pas certain que ces compétences se traduisent par une contribution qui serait altérée à la suite d'une lésion de l'hémisphère droit. Ainsi, le recours à des épreuves de jugement sémantique révèle qu'une telle lésion n'affecte pas la sensibilité des individus à la synonymie (Coughlan & Warrington, 1978; Goulet & Joanette, 1988). La réalisation de rapports d'antonymie ne semble pas non plus affectée par une lésion de l'hémisphère droit, du moins lorsque les analyses concernent le nombre d'essais où de tels liens sont reconnus (Gardner, Silverman, Wapner & Zurif, 1978; Varley, 1991). Toutefois, la situation diffère quelque peu lorsque les conduites des sujets à l'égard des rapports d'antonymie sont soumises à une analyse qualitative. Ainsi, malgré les bons résultats des cérébrolésés droits, Gardner et al. (1978) signalent la présence de différences quant à la nature des erreurs commises par les cérébrolésés droits et celles d'individus normaux. Par exemple, les cérébrolésés droits manifestent à l'occasion de certaines épreuves une plus grande attirance à l'endroit des termes synonymes. Ces auteurs notent également que les cérébrolésés droits obtiennent de meilleurs résultats en présence de rapports d'antonymie conventionnels (canoniques) ou ayant pu faire l'objet d'un surapprentissage. Lorsque les rapports d'opposition sont moins familiers ou standard, ces sujets ont plus de difficulté à rejeter une réponse plausible. Gardner et al. (1978) ne savent pas à quel facteur il faut attribuer ces difficultés. Ils évoquent trois possibilités: 1) une déficience générale de la puissance conceptuelle, 2) une faiblesse au niveau des capacités d'imagerie spatiale permettant d'établir des rapports d'opposition ou enfin 3) un problème d'ordre strictement linguistique.

Des indications plus probantes quant à une contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale résident dans le nombre statistiquement anormal d'erreurs commises par les cérébrolésés droits lorsqu'ils doivent reconnaître des cohyponymes (Chiarello & Church, 1986; Gagnon, Goulet & Joanette, 1994). Selon Chiarello et Church (1986), il est raisonnable d'attribuer ces difficultés à un trouble qui concernerait spécifiquement la sémantique lexicale puisque les patients se comportent normalement lorsqu'ils doivent reconnaître l'existence de rimes dans des conditions expérimentales similaires à celles employées pour mettre à l'épreuve leurs habiletés sémantiques. Ces auteurs excluent ainsi l'éventualité d'une déficience intellectuelle générale ou d'un trouble au niveau de la perception des stimuli qui serait susceptible de rendre compte de la déficience observée. Cependant Gagnon et al. (1994) notent que cette déficience contraste avec la sensibilité que

manifestent les cérébrolésés droits à l'amorçage sémantique. Cette sensibilité est similaire à celle de sujets normaux lorsque l'amorçage repose sur un lien de cohyponymie (Gagnon et al., 1994). Cette équipe de chercheurs suggère d'attribuer les difficultés sémantiques des cérébrolésés droits aux exigences des tâches de jugement plutôt qu'à un trouble relevant directement des représentations sémantiques ou de leur organisation. Ces exigences peuvent se faire auprès des ressources attentionnelles ou des algorithmes cognitifs nécessaires à la réalisation de la tâche après que la dimension sémantique des mots ait été activée. Selon cette dernière hypothèse les problèmes sémantiques des patients seraient d'ordre post-lexical ou post-sémantique.

L'étude des conséquences d'une lésion de l'hémisphère droit sur le traitement de la composante métaphorique des mots donne lieu à des observations similaires à celles qui viennent d'être résumées au sujet de la cohyponymie. Dans le cadre d'une étude exigeant l'appariement de mots sur la base de leur similarité sémantique, Brownell et al. (1984) constatent que les cérébrolésés droits favorisent les relations établies sur la dénotation des mots, ici l'antonymie, alors que les cérébrolésés gauches favorisent les liens relevant du sens métaphorique des mots (e.g., froid-détestable). Les sujets normaux adoptent pour leur part une attitude intermédiaire. Bien que cette observation soit un peu étrange compte tenu de la sensibilité des cérébrolésés à la synonymie (Coughlan & Warrington, 1978; Gardner et al., 1978; Goulet et Joanne, 1988), elle demeure compatible avec l'idée que l'hémisphère droit sous-tende un système sémantique particulier qui serait axé sur la métaphore. Toutefois, Brownell et al. (1984) eux-mêmes ne peuvent écarter une autre explication. Selon celle-ci, leurs résultats témoigneraient d'une préférence ou d'une attitude des patients à l'endroit de certains appariements de mots plutôt que d'un désordre purement sémantique. Cette interprétation est particulièrement pertinente lorsque les conditions expérimentales de cette étude sont prises en considération. Ainsi, la tâche employée exige que les sujets indentifient les deux mots dont les significations sont les plus comparables parmi trois mots qui peuvent entretenir des liens sémantiques différents. Conséquemment, accepter un type de lien oblige automatiquement à en rejeter un autre. Les résultats associés à chaque type de lien sémantique ne sont donc pas indépendants les uns des autres. Il n'est pas certain non plus qu'ils peuvent témoigner de la non reconnaissance des liens les moins fréquemment choisis. Enfin, cette non indépendance des observations cause un problème important à l'analyse statistique de type paramétrique (Anova) qui a été réalisée pour analyser les résultats.

Afin de valider leurs observations, Brownell et ses collègues (Brownell et al., 1990) réalisent une seconde étude où cette-fois les sujets doivent établir des liens sémantiques particuliers. Cette étude met en cause deux types de polysèmes qui diffèrent selon qu'un de

leurs sens est métaphorique (e.g., chaud-affectueux) ou non (e.g., volume-livre). Comme c'était le cas lors de la première étude, chaque polysème est présenté à l'intérieur d'une triade de mots. La tâche des sujets consiste à retrouver le polysème et son synonyme alors que l'item distracteur est sémantiquement associé au sens premier du polysème (e.g., volume-livre-stéréo). Dans ces conditions, les cérébrolésés droits obtiennent de meilleurs résultats que des cérébrolésés gauches lorsque le polysème n'a pas de sens métaphorique mais cette différence entre ces deux groupes est inversée quand le synonyme du polysème correspond au sens métaphorique de ce dernier. A première vue, cette interaction croisée est favorable à une hypothèse voulant que l'hémisphère droit du droitier sous-tende une contribution particulière au traitement de la dimension métaphorique des polysèmes. Mais voilà, les cérébrolésés gauches qui participent à cette étude sont tous aphasiques et leurs résultats ne sont pas affectés par la nature des polysèmes. Il est donc possible d'attribuer leur conduite à un facteur qui les distingue des cérébrolésés droits mais qui n'est pas nécessairement spécifique à la composante sémantique (e.g., trouble de lecture). Ce facteur pourrait même affecter toute manifestation d'une déficience sémantique si les facteurs appropriés ne sont pas contrôlés. Afin de comparer correctement les résultats de deux groupes de sujets, ceux-ci doivent être en tous points comparables sauf en ce qui a trait aux variables à l'étude (McCarthy & Warrington, 1990). Cette exigence représente une contrainte sérieuse à l'étude de la latéralisation du cerveau pour le langage tel qu'elle peut être réalisée auprès de personnes victimes d'un dommage cérébral. L'interaction rapportée par Brownell et al. (1990) permet donc de dissocier la dimension métaphorique-non-métaphorique des mots d'une autre composante du langage, mais n'autorise pas à établir une association particulière entre cette dimension et l'hémisphère droit. Par ailleurs, comme c'est le cas pour le traitement de la cohyponymie, les cérébrolésés droits manifestent des effets d'amorçage automatique et contrôlé équivalents à ceux observés auprès de sujets normaux (et de cérébrolésés gauches) lorsque ceux-ci reposent sur le sens métaphorique des mots (Tompkins, 1990). Les difficultés des cérébrolésés droits seraient donc, en quelque sorte, particulières aux épreuves de jugements sémantiques. Il est donc possible qu'elles relèvent surtout d'exigences autres que sémantiques.

Il semble raisonnable d'affirmer que les cérébrolésés droits manifestent certaines difficultés lorsqu'ils doivent réaliser des tâches lexicales comportant entre autre chose une composante sémantique. Toutefois, l'interprétation de ces difficultés représente un problème majeur. D'une part, il n'est pas certain que cette interprétation puisse être restreinte au domaine de la sémantique lexicale. D'autre part, la plupart des indications favorables à l'hémisphère droit correspondent à de simples dissociations fonctionnelles (voir Jones, 1983

ainsi que Shallice, 1988). Elles n'assurent donc pas que les difficultés observées soient strictement imputables à une altération du fonctionnement de l'hémisphère droit. Un effet à distance ou une réduction des ressources dites attentionnelles sont des exemples d'explications tout aussi valables. En fait, la recherche d'une double dissociation fonctionnelle auprès de cérébrolésés droits et de cérébrolésés gauches serait plus appropriée pour vérifier l'existence d'une contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale. Toutefois, comme il a déjà été souligné, l'obtention d'une double dissociation théoriquement significative pose des problèmes particuliers compte tenu des différents problèmes linguistiques qui affectent les personnes souffrant d'un dommage à l'hémisphère gauche.

Quatre études de la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale

La nature des résultats, faits, observations et interprétations qui viennent d'être présentés varie beaucoup selon l'approche prise en considération afin d'obtenir des informations quant aux compétences et/ou contributions qu'entreprendrait l'hémisphère droit de l'adulte droitier à l'endroit de la sémantique lexicale. Dans l'ensemble, les travaux réalisés auprès des sujets ayant subi l'anesthésie sélective d'un hémisphère ou une hémisphérectomie sont relativement peu favorables à l'existence de compétences et n'appuient pratiquement pas celle d'une contribution. Une bilan comparable peut être fait quant aux travaux consacrés à l'étude de l'activation cérébrale chez le sujet normal s'ils sont considérés dans leur ensemble. Les études menées auprès des patients commissurotomisés et celles reposant sur la projection latéralisée de stimuli auprès du sujet normal sont pour leur part plus favorables à l'idée que l'hémisphère droit puisse sous-tendre certaines compétences se rapportant à la sémantique lexicale. Cependant, elles ne permettent pas vraiment de supposer que ces compétences se traduisent par de véritables contributions de l'hémisphère droit qui seraient spécifiques au traitement de la dimension sémantique des mots dans des conditions de fonctionnement normales. D'ailleurs, l'hémisphère gauche du commissurotomisé ne manifeste pas de troubles linguistiques remarquables, ce qui constitue un obstacle à la thèse de telles contributions (Baynes, 1990). En fait, ce sont les études menées auprès de cérébrolésés droits qui sont surtout favorables à une telle contribution. Cette contribution pourrait même être considérée comme nécessaire au traitement sémantique des mots dans certaines conditions. Dans l'ensemble, il existe donc des indications favorables tant à l'existence de compétences que de contributions lexico-sémantiques sous-

tendues par l'hémisphère droit mais ces dernières semblent parfois être très restreintes alors qu'à d'autres moments elles seraient importantes.

A un autre niveau d'analyse, plusieurs des faits rapportés au cours des pages précédentes suggèrent que les compétences et contributions de l'hémisphère droit à l'égard de la sémantique varient également d'un individu à l'autre (e.g., études réalisées chez les hémisphérectomisés ou les commissurotomisés). Cette variabilité interindividuelle n'est pas propre au traitement sémantique des mots puisqu'elle est signalée pour d'autres dimensions du langage (Baynes, 1990; Joannette, Goulet & Daoust, 1991). D'ailleurs, Baynes (1990) en fait un élément majeur à considérer lorsqu'il est question de la contribution de l'hémisphère droit au langage chez le droitier. Cette variabilité remet en question la possibilité de généraliser à l'ensemble des adultes droitiers l'idée que l'hémisphère droit contribue spécifiquement au traitement sémantique des mots. Toutefois, il demeure possible que des facteurs autres que l'organisation fonctionnelle du cerveau normal puissent aussi rendre compte de cette variabilité. Le statut pathologique du cerveau des sujets qui participent à plusieurs des études énumérées précédemment est un exemple de ces facteurs. Leur importance n'a cependant pas encore été établie. Ainsi, l'influence d'un foyer épileptique sur l'asymétrie fonctionnelle avant une commissurotomie est le sujet d'un débat important dont l'issue est encore inconnue (Gazzaniga, 1983a,b; Levy, 1983; Zaidel, 1983a). Le ou les sites lésionnels à l'origine des troubles du langage des cérébrolésés droits ne sont pas non plus identifiés (Tompkins, 1995; Whitaker & Kahn, 1994). Dans la mesure où seule la dimension linguistique est en cause, les indications rapportées suggèrent également que la contribution éventuelle de l'hémisphère droit au traitement des mots serait plus importante pour la dimension sémantique de ceux-ci que pour leurs aspects plus formels (e.g., phonologiques).

Au tableau proposé dans les deux derniers paragraphes, il faut ajouter qu'il existe de multiples controverses quant aux compétences et contributions de l'hémisphère droit de l'adulte droitier. Il est clair que des résultats défavorables s'opposent souvent à des indications favorables. De plus, les différentes approches méthodologiques dont il a été question souffrent d'un important problème de validité puisqu'il n'est pas assuré qu'elles fournissent des indications quant au fonctionnement réel du cerveau normal. Controverses et validité restreinte sont des obstacles importants à la proposition d'une solution au problème de l'asymétrie fonctionnelle relative à la sémantique lexicale. Ils justifient à eux seuls la réalisation de nombreux travaux traitant de cette question. Puisque la thèse d'une contribution de l'hémisphère droit de l'adulte droitier à la sémantique lexicale découle avant

tout d'une induction qui repose sur des faits qui sont souvent discutables, il paraît pertinent de vouloir vérifier ces faits. C'est dans cette perspective que les quatre études qui constituent la démarche expérimentale de ce travail ont été réalisées. Ces études s'inscrivent dans le cadre général des indications et informations rapportées au cours des pages précédentes. Il faut souligner qu'en raison du moment où elles ont été réalisées, il peut arriver qu'elles ne tiennent pas compte de toutes les informations contenues dans ce cadre (e.g., indications provenant de l'étude de l'activité physiologique du cerveau). Cependant, cela ne met aucunement en cause leur pertinence.

Les quatre études présentées dans les pages qui suivent s'intéressent aux capacités lexico-sémantiques des cérébrolésés droits. Malgré les différents problèmes qu'elle comporte, l'étude des conséquences d'une lésion de l'hémisphère droit demeure une méthode généralement jugée appropriée pour mettre à l'épreuve l'hypothèse d'une contribution de cet hémisphère à la dimension sémantique des mots. En outre, les cérébrolésés droits sont les sujets qui ont permis d'obtenir les données les plus probantes quant à l'existence d'une telle contribution. Les conduites de ces sujets lors d'épreuves de fluence lexicale sont ici le sujet de deux études. La première (Joanette & Goulet, 1986) s'appuie principalement sur deux points. D'une part, elle relève de la controverse qui existe quant aux difficultés que connaîtraient les cérébrolésés droits soumis à de telles épreuves. D'autre part, elle repose sur le postulat d'une implication plus importante de l'hémisphère droit à l'endroit de la composante sémantique des mots qu'en regard de leur composante formelle ou structurale. Comme en témoigne les pages précédentes, plusieurs indices appuient ce postulat. Son objectif est donc de vérifier l'existence chez les cérébrolésés droits de troubles de fluence lexicale plus importants lorsque les critères se rapportent à la dimension sémantique des mots en comparaison à la situation où les critères employés impliquent surtout la structure linguistique des items qui doivent être produits. Afin d'apporter plus d'assurance quant à une contribution qui serait spécifique à la fois à l'hémisphère droit et à la dimension sémantique des tâches, deux autres facteurs sont pris en considération: l'étiologie lésionnelle et le caractère frontal ou non frontal de la lésion. Il s'agit alors de s'intéresser à des sujets pour lesquels la lésion serait confinée à l'hémisphère droit et d'associer les résultats obtenus à la présence d'une lésion de cet hémisphère plutôt qu'aux dimensions autres que sémantiques des conséquences comportementales d'une lésion frontale (e.g., aspontanéité, adynamisme).

Les résultats de la première étude appuient l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit qui serait plus marquée pour la composante sémantique des mots. Ainsi, les cérébrolésés droits produisent un nombre significativement plus petit de mots en

comparaison avec des sujets normaux uniquement lorsque les critères employés font principalement appel au traitement de la dimension sémantique des mots. Cependant, cette étude comporte certaines conditions expérimentales qui pourraient être responsables de ces résultats. La dissociation observée serait alors attribuable à ces conditions plutôt qu'à la dimension sémantique des tâches. Une de ces conditions réside dans le fait que la production de mots sur la base de critères orthographiques est toujours exigée avant celle qui s'appuie sur des critères sémantiques. Il est donc théoriquement possible que la moindre performance des cérébrolésés droits en présence de critères sémantiques résulte d'un effet de fatigue. L'autre condition réside dans le fait que les critères sémantiques employés permettent aux sujets normaux de produire plus de mots que les critères orthographiques. Or, il est connu que le degré de productivité des critères influence la sensibilité des épreuves de fluence lexicale à la présence d'un dommage cérébral (Bolter et al., 1983; Borkowsky, Benton & Spreen, 1967). Cette critique à l'égard des conditions expérimentales constitue la principale motivation de la deuxième étude présentée ici (Goulet et al., soumis). L'objectif de celle-ci est de valider les observations faites au cours de la première étude mais en tenant compte cette fois de l'ordre de présentation des critères de production et du degré de productivité de ces derniers.

Une autre dissociation qui paraît importante lorsqu'il est question d'un rapport possible entre l'hémisphère droit et la sémantique lexicale repose sur le caractère concret ou imageable des mots qui pourraient être traités par cet hémisphère. L'affirmation voulant que les compétences lexicales de l'hémisphère droit se limitent aux mots concrets est largement diffusée dans le domaine de la neuropsychologie (Code, 1987; Lambert, 1982b; Joannette et al., 1990). Ses principaux appuis proviennent d'études réalisées auprès de sujets normaux (voir précédemment la section consacrée à la projection latéralisée de stimuli). Elle constitue d'ailleurs un élément majeur pour rendre compte de la conduite des patients qui souffrent de dyslexie profonde à la suite d'une lésion de l'hémisphère gauche (Coltheart, 1983). Bien que la mémorisation de mots puisse aller au-delà de la simple compréhension de ceux-ci, il est pertinent de souligner ici que des études traitant des troubles de mémoire chez les cérébrolésés ont montré que les individus souffrant d'une lésion de l'hémisphère droit ont plus de difficultés à l'égard des mots concrets qu'à celui des mots abstraits (Jones-Gotman & Milner, 1978; Villardita, Grioli & Quattropiani, 1988). Cette observation est également compatible avec l'existence de ressources particulières au traitement des mots concrets qui seraient sous-tendues par l'hémisphère droit. Toutefois, cette prédilection pour les mots concrets est un sujet de controverse. De plus, elle est en contradiction avec les résultats d'Eisenson (1962, 1973) qui sont parmi les premiers à avoir stimulé la recherche sur le

thème de la contribution de l'hémisphère droit au langage. L'observation d'Eisenson (1962, 1973) voulait que les cérébrolésés droits aient plus de difficulté à produire des mots abstraits que des mots concrets afin de compléter des phrases. S'appuyant principalement sur cette apparente contradiction, la troisième étude présentée ici a pour objectif principal de vérifier la position d'Eisenson (Goulet et al., 1994). De manière secondaire, cette étude tente d'apporter des indications quant aux caractéristiques des sujets cérébrolésés droits qui sont particulièrement déficients lorsqu'ils doivent compléter des phrases. Ce second objectif constitue une réaction au constat d'une certaine variabilité interindividuelle quant aux compétences de l'hémisphère droit de même qu'en ce qui concerne les conséquences d'un dommage de l'hémisphère droit sur le langage.

Enfin, la quatrième étude (Rainville et al., 1995) s'appuie également sur la relation particulière qui existerait selon plusieurs entre l'hémisphère droit et le traitement des mots concrets. L'objectif principal de cette étude est d'éprouver cette relation mais cette fois par l'entremise d'épreuves de décision lexicale et de jugement sémantique. Cette étude a aussi pour objectif de tenter de vérifier que l'hémisphère droit sous-tend une contribution qui lui est propre à l'égard du traitement des mots concrets. Comme en témoigne les pages précédentes, tant en raison des résultats obtenus que des limites de chacune des approches présentées, les indications les plus probantes quant à une telle contribution proviennent d'études réalisées auprès de cérébrolésés droits. Or, les observations recueillies à ce sujet n'exigent pas une explication qui ferait appel à une contribution de l'hémisphère droit spécifique à la sémantique lexicale. La plupart de ces observations concernent des phénomènes de dissociation simple. Un effet à distance affectant l'hémisphère gauche est alors une alternative valable pour rendre compte de ce type de dissociation. Un tel effet est d'ailleurs évoqué par certains dans le but d'affirmer qu'il n'existe aucune preuve que l'hémisphère droit contribue au traitement des mots (Moscovitch, 1981; Searleman, 1983). Une façon de répondre à cette objection consiste à rechercher une double dissociation anatomo-fonctionnelle. C'est ce que cette troisième étude tente, en dépit des difficultés que cela comporte (e.g., choix du groupe de patients à opposer aux cérébrolésés droits). La double dissociation recherchée s'appuie, d'une part, sur la proposition de compétences exclusives au traitement des mots concrets au sein de l'hémisphère droit et, d'autre part, sur l'existence de troubles du langage qui sont généralement plus marquées pour les mots abstraits que pour les mots concrets à la suite d'une lésion de l'hémisphère gauche chez l'adulte droitier (e.g., Duffy, 1994; Franklin, 1989; Goodglass, Graves & Landis, 1980; Landis, Graves & Goodglass, 1982).

Première étude

NOTE

CRITERION-SPECIFIC REDUCTION OF VERBAL FLUENCY IN RIGHT BRAIN-DAMAGED RIGHT-HANDERS

YVES JOANETTE*†‡ and PIERRE GOULET*§

*Laboratoire Théophile-Alajouanine, C.H. Côte-des-Neiges, Montréal, Canada; †Faculté de Médecine and
§Département de Psychologie, Université de Montréal, Canada

(Accepted 18 August 1986)

Abstract—Thirty-five vascular right brain-damaged (RBD) and 20 control (C) subjects were submitted to a verbal fluency task for which acceptability criteria were either semantic or formal. Results showed (a) that subjects with a vascular lesion limited to the right hemisphere do show a statistically significant reduction of verbal fluency as compared to controls, (b) that this reduction in verbal fluency is only present when the criterion is semantic, and (c) that such a reduction is independent from the frontal or non-frontal topography of the lesion. These results tend to agree with the general conception of a—non-exclusive—right-hemisphere contribution to lexico-semantic processing, and more specifically to its semantic aspects.

VERBAL fluency was first introduced as a means of evaluating overall productivity [11, 18] in brain-lesioned subjects, particularly in patients with frontal lobe lesions showing lack of spontaneity or initiative [9]. Fluency has been shown to be more reduced in subjects with left- in contrast to right-hemisphere lesions [15], and more so when the lesion is frontal [12, 15]. Since verbal fluency requires the evocation of lexical items, it also permits exploration of lexico-semantic processing. In this context, the nature of the criterion used to elicit lexical items becomes particularly crucial, since the kind of lexicon exploration induced by formal criterion is most probably not the same as the one induced by a semantic one. One interesting aspect in this respect is the performance of right brain-damaged (RBD) subjects on a verbal fluency task which explores the supposed contribution of the right hemisphere to lexico-semantic processing.

On the one hand, a certain number of studies did report RBD right-handers to show a reduction in verbal fluency as compared to normal controls using a formal criterion, i.e. words beginning with a given letter [3, 4, 6, 14, 15], despite contradictory results by BENTON [1]. Thus, even though it appears, at first glance, that RBD subjects would tend to exhibit a reduction in formal criterion-based verbal fluency, most of these studies were conducted in such a manner that it is not possible to state whether such a reduction is the expression of the lesion being in the right hemisphere or, alternatively, because the lesion is frontal [6, 15] or that the nature of the lesion (e.g. a tumor) could have been associated with left-hemisphere dysfunction [3, 4, 14].

On the other hand, studies using a semantic criterion are very contradictory. Thus, BOLLER [2] found RBD right-handers to perform worse than controls on such a task, whereas GROSSMAN [8] did not find such a difference. Moreover, the exact meaning of these two studies is complicated not only by the fact that BOLLER [2] gives no indication on the etiology of the lesion, but also that criteria used do not appear to be comparable in the two studies, i.e. a broad semantic criterion in the first one (animal names) versus a much narrower one in the second study (e.g., bird names).

Thus, it is difficult to know whether or not verbal fluency is indeed affected in right-handers with a lesion limited to one or the other part of the right-hemisphere. In this context, one must consider current knowledge about the right-hemisphere contribution to lexico-semantic processing which tends to emphasize its contribution to properly semantic rather than formal aspects [5]. For instance, not only is the presence of a right-hemisphere lesion essentially associated with semantic rather than formal deficits in some auditory verbal comprehension tasks [10], but the right-hemisphere is thought to be a possible source of semantic paralexias characterizing deep dyslexia [7,

‡Address for correspondence: Yves Joanette, Ph.D., Laboratoire Théophile-Alajouanine, CHCN, 4565, Ch. de la Reine-Marie, Montréal, Qc, Canada H3W 1W5.

16]. Thus, if verbal fluency is indeed reduced in RBD right-handers, and given both the hypothesized semantic contribution of the right-hemisphere and the fact that nature of the criterion used in a verbal fluency task reflects different lexical exploration, it is legitimate to hypothesize that RBD-subjects will show a greater reduction in verbal fluency when the criterion will be semantic than when it will be formal. The goal of the present study is to verify this hypothesis while, at the same time, controlling for both (a) restrictiveness of the right-hemisphere dysfunctioning by including only patients with vascular etiology and (b) the frontal character of the lesion.

METHOD

Subjects

Subjects were 55 French-speaking adult right-handers, i.e. having obtained at least +80 on the Edinburgh Handedness Inventory [13]. Thirty-five of these subjects had suffered unique unilateral vascular lesion to the right-hemisphere (RBD-subjects). The other 20 subjects, although ill and hospitalized, had no central nervous disease (C-subjects).

There was no significant difference between RBD- and C-subjects as to mean age (57.1 and 56.8 respectively for C- and RBD-subjects; $t(53)=0.09$, n.s.), male/female ratio (13/7 and 24/11 respectively for C- and RBD-subjects; corrected Chi-Square = 0.0, d.f. = 1, n.s.), presence/absence of a familial history of left-handedness or ambidexterity (6/14 and 9/26 respectively for C- and RBD-subjects; corrected Chi-Square = 0.0, d.f. = 1, n.s.), mean number of years of school attendance (8.3 and 8.8 years respectively for C- and RBD-subjects; $t(53)=0.5$, n.s.) and presence/absence of second language abilities (8/12 and 22/13 respectively for C- and RBD-subjects; corrected Chi-Square = 1.84, d.f. = 1, n.s.).

Verbal fluency task and procedure

Subjects were required to orally produce the greatest possible number of words, within a 2 min period, respecting one of the following four criteria: two formal and two semantic:

- formal criteria: words beginning with letters "B" and "R";
- semantic criteria: words belonging to the semantic class whose superordinate is either "ANIMAL" or "FURNITURE".

Each criterion was explained to the subjects, and the same two examples were provided in all cases. All subjects had to produce words according to all four criteria independently. Subjects were instructed to produce items which were different from the examples provided, without repeating any item and not using proper nouns. If a subject ceased producing items, the examiner encouraged the subject to produce more only once. All subjects' productions were tape-recorded and afterwards were broadly transcribed for analysis. Only "Acceptable" items were thereafter analyzed, i.e. items defined as the first occurrence of a French lexical item which accorded with the given criteria.

RESULTS

For both formal and semantic criteria, acceptable items produced according to either one of the two criteria,—"B" and "R" for formal and "Animal" and "Furniture" for semantic—were summed up. This summation reduced the experimental design to a two-factor experiment with repeated measures on one factor; the between-subjects factor—group (G)—opposed C- to RBD-subjects whereas the within-subject factor—criterion (C)—opposed performances on the formal and the semantic criteria.

The assumptions under which the usual *F* tests in a repeated-measure factorial experiment are valid were checked. First, data distributions for each criterion within each group of subjects were not found to deviate significantly from the normal distribution, with means and variances equal to the observed ones. The results of Kolmogorov-Smirnov tests [17] are shown in Table 1. Secondly, Hartley test [19] was used to check the homogeneity of the subjects-within-group as well as criterion \times subjects-within-group sources of variation [$F_{\max}(2,34)=1.85$ and 1.72 respectively; $P>0.05$]. Finally, covariance matrices for each of the two groups were not significantly different [Box test, $\chi^2(3)=4.18$, $P>0.20$] and the data did not contradict the hypothesis of compound symmetry of the pooled covariance matrix [$\chi^2(1)=3.63$, $P>0.05$; WINER [19]].

The ANOVA results, given in Table 2, show a significant $G \times C$ interaction effect. Furthermore, main effects of factors G and C are also significant: on the one hand, C-subjects had higher scores than RBD-subjects and, on the other hand, more acceptable items were produced on the basis of a semantic rather than a formal criterion. A simple main effects analysis (see Table 3) reveals the nature of the $G \times C$ interaction; it shows RBD-subjects to differ significantly from C-subjects only for semantic criteria.

Afterwards, RBD subjects were divided into two groups according to positive evidence* of the presence (RBDf,

*Subjects for whom no positive evidences were available were excluded.

Table 1. Means and S.D. of the scores for each criterion within each group and levels of significance of the Kolmogorov-Smirnov test for the goodness-of-fit of the data to normal distributions with same mean and S.D.

Group	Criterion	Mean	S.D.	K-S <i>P</i>
C	Formal	24.5	13.1	0.37
	Semantic	43.2	7.9	0.34
RBD	Formal	20.0	11.3	0.82
	Semantic	32.5	10.5	0.65

Table 2. Analysis of variance for the two-factor—group and criterion—experiment with repeated measures on criterion factor (20 C-subjects and 35 RBD-subjects)

Source of variation	SS	d.f.	MS	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Between subjects</i>					
G(group)	1460.60	1	1460.60	7.76	0.007
Subjects within G	9978.08	53	188.27		
<i>Within subjects</i>					
C(criterion)	6082.95	1	6082.95	122.79	0.000
G × C	236.24	1	236.24	4.77	0.033
C × subjects within G	2625.82	53	49.54		

Table 3. Results of the simple main effects analysis. Note that MS within cell is the average of MS (subjects within group) and MS (C × subjects within group). The degrees of freedom of the *F* test using MS within cell as denominator are respectively 1 and 79 (according to WINER [19]).

Simple main effect	SS	d.f.	MS	<i>F</i>
Criterion for group C	3515.63	1	3515.63	71.0*
Criterion for group RBD	2803.56	1	2803.56	56.6*
Crit. × subjects within groups	2625.82	53	49.54	
Groups for formal criteria	261.01	1	261.01	2.20 (n.s.)
Groups for semantic criteria	1435.82	1	1435.82	12.08*
Within-cell source of variation			118.90	

* = $P < 0.01$.

$n = 15$) or absence (RBDnf, $n = 10$) of an anterior lesion. Resulting sub-groups were not significantly different according to mean age [$t(23) = 1.81$, $P = 0.08$], male/female ratio (corrected Chi-Square = 0.0, d.f. = 1, $P = 1.0$), presence/absence of a familial history of left-handedness or ambidexterity (corrected Chi-Square = 0.0, d.f. = 1, $P = 1.0$), mean number of years of school attendance [$t(23) = 0.63$, $P = 0.54$] and presence/absence of second language abilities (corrected Chi-Square = 10.17, d.f. = 1, $P = 0.68$). Table 4 contains the mean scores and the standard deviations for RBDf and RBDnf groups as well as the ANOVA table associated with these results. It must be noted that, here again, the assumptions under which the usual *F* tests in a repeated-measure factorial experiment are valid were checked and yielded similar results to those obtained for the comparisons between C- and RBD-subjects. The only effect that remains significant in this analysis is the criterion effect (semantic better than formal). Thus, verbal fluency scores do not significantly discriminate RBDf from RBDnf subjects.

DISCUSSION

The hypothesis being tested in this study was supported by the present results. Indeed, not only do right-handers with lesions limited to the right hemisphere evidence lowered performance on a verbal fluency task, but this

Table 4. Upper: mean scores and standard deviations for each criteria within each subgroup of RBD-subjects, namely RBDf and RBDnf. Lower: Analysis of variance for the two-factor—RBD subgroups and criteria—experiment with repeated measures on criterion factor

Group	Criterion	Mean	S.D.
RBDf <i>n</i> = 15	Formal	21.2	12.7
	Semantic	34.3	8.9
RBDnf <i>n</i> = 10	Formal	19.2	13.0
	Semantic	32.3	16.2

Source of variation	SS	d.f.	MS	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Between subjects</i>					
G (group)	47.20	1	47.20	0.19	0.67
Subjects within groups	5867.12	23	255.09		
<i>Within subjects</i>					
C (criterion)	2054.08	1	2045.08	34.24	0.00
G × C	0.003	1	0.003	0.00	0.99
C × Subjects within groups	1374.92	23	60.00		

reduction is present only when the criterion is semantic, not when it is formal. Moreover, such a reduction in verbal fluency can not be attributed to a mere lack of initiative since (a) it is criterion-specific and (b) not dependent upon the frontal or non-frontal nature of the lesion.

Given what has been stated previously, it may be that in those studies using formal criteria and claiming a lowered verbal fluency in RBD right-handers [3, 4, 6, 14, 15], subjects had more than a right hemisphere dysfunction because the nature of the lesion's etiology was not controlled for. However, our results, as far as semantic criteria are concerned, do not agree with those of GROSSMAN [8]. This might be due to the fact that GROSSMAN [8] used semantic criteria corresponding to much narrower semantic fields. Since such a restrictive criterion is probably much less productive, it could have resulted into a ceiling effect in normal control subjects, thus masking an eventual difference between normal control and RBD-subjects.

Our results tend to support the current conception of a possible contribution of the right-hemisphere to semantic aspects of lexico-semantic processing [5]. In the present task, this contribution appears to be specific to properly semantic aspects and not to depend upon the general lack of initiation that may be associated with some right-hemisphere lesion, particularly frontal ones. Of course, our results do not allow us to claim that such a contribution is exclusive to the right-hemisphere, nor would we like to advance such an hypothesis. On the contrary, given that both formal and semantic aspects of lexico-semantic processing can be affected in left brain-damaged (LBD), it could be hypothesized that while the integrity of both left and right hemisphere seem to be necessary for properly semantic aspects, the integrity of the left hemisphere appears as a sufficient condition for formal aspects of lexico-semantic processing. However, even if both LBD and RBD subjects do indeed show reduced verbal fluency when the criterion is semantic, it would be necessary to qualitatively compare each group's production in order to assess eventual differences in exploration strategies. Already, GROSSMAN's [8] results seem to indicate the existence of such differences. On the other hand, still other parameters would have to be either controlled for or examined in future studies, namely the "productivity" of the criteria used. Indeed, both formal (consider letters "B" and "Z") and semantic (consider "Animal" vs "Flower") criteria can be considered on a continuum from the least to the most productive. Even though some authors did examine this aspect as far as formal criteria are concerned [4], it should be taken into account for both formal and semantic criteria. Be that as it may, the present results still strongly support the hypothesis that the right "non-dominant" hemisphere is important for semantic aspects of lexico-semantic processing.

Acknowledgements—Yves Joannette is Scholar of the Conseil de recherches médicales du Canada. The authors wish to thank François Dehaut for the data analyses as well as Jack Ryalls for having reviewed the manuscript. This research was supported by Program Grant PG-28 of the Conseil de recherches médicales du Canada as well as partly by grants from the Fonds de la recherche en santé du Québec and Fonds de recherche et de développement de l'Université de Montréal.

REFERENCES

1. BENTON, A. L. Differential behavioral effects in frontal lobe disease. *Neuropsychologia* 6, 53-60, 1968.
2. BOLLER, F. Latent aphasia: Right and left "nonaphasic" brain-damaged patients compared. *Cortex* 4, 245-256, 1968.
3. BOLTER, J. F., LONG, C. J. and WAGNER, M. The utility of the Thurstone word fluency test in identifying cortical damage. *Clin. Neuropsychol.* 5, 77-82, 1983.
4. BORKOWSKI, J. G., BENTON, A. L. and SPREEN, O. Word fluency and brain damage. *Neuropsychologia* 5, 135-140, 1967.
5. BRADSHAW, J. L. and NETTLETON, N. C. *Human Cerebral Asymmetry*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1983.
6. BRUYER, R. and TUYUMBU, B. Fluence verbale et lésion du cortex cérébral: performances et types d'erreurs. *L'Encéphale* 6, 287-297, 1980.
7. COLTHEART, M. Deep dyslexia: a right hemisphere hypothesis. In *Deep Dyslexia*, M. COLTHEART, K. PATTERSON and J. MARSHALL (Editors), pp. 326-380. Routledge & Kegan Paul, London, 1980.
8. GROSSMAN, M. A bird is a bird is a bird: making reference within and without superordinate categories. *Brain Lang.* 12, 313-331, 1981.
9. HÉCAEN, H. and ALBERT, M. *Human Neuropsychology*. Wiley & Son, New York, 1978.
10. LESSER, R. Verbal comprehension in aphasia: an English version of three Italian tests. *Cortex* 10, 247-263, 1974.
11. LEZAK, M. *Neuropsychological Assessment*. Oxford University Press, New York, 1983.
12. MILNER, B. Some effects of frontal lobectomy in man. In *The Frontal Granular Cortex and Behavior*, J. M. WARREN and K. AKERT (Editors), pp. 313-331. McGraw-Hill, New York, 1964.
13. OLDFIELD, O. D. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia* 9, 97-113, 1971.
14. PERRET, E. The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behaviour. *Neuropsychologia* 12, 323-330, 1974.
15. RAMIER, A. and HÉCAEN, H. Rôle respectif des atteintes frontales et de la latéralisation lésionnelle dans les déficits de la "fluence verbale". *Rev. Neurol.* 123, 17-22, 1970.
16. SAFFRAN, E. M., BOGYO, L. C., SCHWARTZ, M. and MARIN, O. Does deep dyslexia reflect right-hemisphere reading? In *Deep Dyslexia*, M. COLTHEART, K. PATTERSON and J. MARSHALL (Editors), pp. 381-406. Routledge & Kegan Paul, London, 1980.
17. SIEGEL, S. *Nonparametric statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill, New York, 1956.
18. THURSTONE, L. *Primary Mental Abilities*. University of Chicago Press, Chicago, 1938.
19. WINER, B. J. *Statistical Principles in Experimental Design*. McGraw-Hill, New York, 1971.

Deuxième étude

Word fluency after a right-hemisphere lesion

Pierre Goulet¹, Yves Joanette^{1,2}, Lyne Sabourin¹, Francine Giroux¹

1. Laboratoire Théophile-Alajouanine, Centre de recherche du Centre hospitalier Côte-des-Neiges

2. École d'orthophonie et d'audiologie, Faculté de médecine, Université de Montréal

Submitted for publication

Address: Pierre Goulet
Centre de recherche
Centre hospitalier Côte-des-Neiges
4565 chemin Queen Mary
Montréal, Québec
Canada
H3W 1W5
E-mail: gouletp@ere.umontreal.ca
Fax: (514) 340-3548

Running head: Word fluency

Acknowledgments. This research was supported by the Conseil de recherche médicale du Canada, grant no. 95030P-29554-CFCL-18141.

Abstract- In *Neuropsychologia* 1986, Joannette and Goulet [22] reported that right-handed patients suffering from a right-hemisphere stroke were more impaired on semantic than on orthographic criteria when they were submitted to a word fluency task. The interpretation of this dissociation was that the right hemisphere would subtend a contribution particular to lexical-semantics in the right handers. The goal of the research here reported was to challenge this dissociation with the help a word fluency task similar to that used in the prior study. However, in contrast with this study, the production criteria were presented randomly and their level of productivity was a controlled factor. In these conditions, the semantic-orthographic dissociation was not replicated.

Key words: language, lateralisation, lexical-semantics,

In the 1986 issue of *Neuropsychologia*, Joannette and Goulet [22] reported a dissociation that was successfully reproduced by Laine [24] two years later and which was congruent with a contribution of the right hemisphere to language in right-handers. According to this dissociation, a right-hemisphere vascular lesion in normal adults had an influential effect on word fluency when the subjects had to orally produce as many words as possible given specific semantic criteria (names of items pertaining to a given semantic category; e.g., animals) but not when orthographic criteria were used (words beginning with a given letter). For Joannette and Goulet [22], these results were consistent with a contribution of the right hemisphere to language that would be greater for lexical-semantics than for the so-called formal aspects of the linguistic function (e.g., phonology). With regard to the latter dimension of linguistic functioning, the integrity of the left hemisphere was considered to be sufficient for most right-handers to perform normally [22]. This interpretation was supported by similar dissociations characterizing word comprehension disabilities found in right-brain-damaged patients [e.g., 15,16,26] and the linguistic capacities of the right hemisphere of split-brain subjects [e.g., 27,28,45,46]. It was also congruent with the right-hemisphere hypothesis offered by some authors [13,31] for the semantically-based reading capacities in deep dyslexia. In all cases, there was an underlying assumption that the lexical-semantic representations or processes were not exclusive to the left hemisphere. However, as acknowledged by Joannette and Goulet [22] as well as by Laine [24], for empirical and methodological reasons, their studies had to be reconsidered before a definitive conclusion could be made.

Among the empirical facts that go against the reported dissociation, there are reports of word fluency decrements in right-brain-damaged patients for orthographic criteria [1,2,3,6,8,9,20,38,39,40,41,44]. Other studies [5,10,19,32] contradict the orthographic-semantic dissociation as reported because they failed to find that right-brain-damaged subjects produced a smaller number of words than normals when semantic criteria were used. There

are also some PET studies in healthy individuals that cast doubts on the reported dissociation since they associated orthographically-based word-fluency performance with particular patterns of metabolic activation localizable over the right hemisphere [4,14,37]. In light of such findings, the exact influence of potential candidates such as data analysis, subject characteristics and the word-fluency tasks used on the dissociation first reported by Joannette and Goulet [22] had to be further investigated. Hence, the present research was concerned with the role of two task parameters: the associative productivity of the criteria used and the administration of the task. Subject characteristics and data analysis were kept similar to those described in Joannette and Goulet [22].

Associative productivity (or word productivity) is an empirically founded concept derived from the behavioral notion of meaning according to which the meaningfulness of a stimulus is proportional to the number of its conditioned responses [7,33]. In the past, this concept has been operationalized by the number of verbal responses associated with a verbal stimulus [7,33,35]. In doing so, associative productivity has been proven to be influential in memory tasks, learning tests, and with respect to word recognition [36]. This concept has also been shown to be relevant with regard to the sensitivity of word fluency tasks to brain injuries by Borkowsky et al. [7] and Bolter et al. [6].

In Borkowsky et al. [7], the most productive letters of the word-fluency task used were more sensitive to brain lesions than the less productive letters in individuals with relatively low verbal IQ (verbal WAIS IQ < 90). One explanation offered for this finding was that even healthy people of modest IQ can make only few associations to less productive letters [7]. The authors thus speculated about the presence of a ceiling effect in control subjects. In contrast, a lesion effect was statistically significant only for the less productive letters among the high verbal IQ subjects (verbal WAIS IQ >100). According to Borkowsky et al. [7], this might be due to the fact that less productive letters make significant demands on associative

fluency while automatized responses are minimized. Implicitly, these authors suggest that associations that are more automatic than effortful play a greater role for easy-letters than difficult-letters, thus reducing the sensitivity of the former to a brain lesion in high-VIQ patients. Moreover, if one considers the period of time given for production (60 sec.) as a limiting factor, it seems possible that easy letters induce a ceiling effect in highly performing subjects [11] which may affect their sensitivity to brain injuries. Such a possibility is supported in Borkowsky et al. [7] since the benefits associated with a high verbal IQ tended to be greater for letters with small productivity levels than for highly productive letters.

Whereas Borkowsky et al. [7] used eight letters of varying productivity levels, the task administered by Bolter et al. [6] was limited to the letters S and C, the letter S being more productive than the letter C according to the former authors. In addition, the productivity of the letter C was lowered by the introduction of two constraints. First, each subject had four minutes to produce C-words whereas five minutes were allowed for producing S-words. Second, words beginning with the letter C had to be four-letter words. Bolter et al. [6] failed to find a statistically reliable difference in word fluency between the brain-damaged subjects and their IQ-matched controls for this letter when the site of the brain lesion was not taken into account. In contrast, the low IQ brain-damaged patients (verbal WAIS IQ <100) performed poorer than their IQ-matched controls for the highly productive criterion but, again, such a difference was not found among the high IQ subjects (verbal WAIS IQ \geq 100). When the performances of the right-hemisphere lesioned patients were analyzed separately, the high IQ patients still performed normally but the low IQ patients were deficient for both criteria. This deficit tended to be more pronounced for the highly productive letter S than for the letter C, but this trend has not been submitted to statistical analyses.

The two preceeding studies provide convergent information regarding the sensitivity of highly productive criteria to a cerebral lesion in patients with low verbal IQs. They are not

congruent with regard to the productivity level of the criteria that are the most sensitive to a brain lesion in high VIQ patients. Borkowsky et al. [7] favoured the criteria with low productivity levels, whereas Bolter et al. [6] failed to find any word fluency deficiency among high verbal IQ patients. One may speculate about the reasons for this controversy. However, beyond speculations, these studies strongly suggest that any potential influence of the productivity level of the production criteria must be taken into account when studying the word fluency abilities of brain injured subjects of varying IQs. Such a requirement seems particularly important when one contrasts orthographic criteria to semantic criteria with the aim of drawing conclusions about the specificity of the semantic incapacities of the patients. For instance, in Joannette and Goulet [22] and Laine [24], the influence of the productivity level of the criteria used might have been confounded with the orthographic-semantic factor since the semantic criteria were more productive than the orthographic criteria.

The sequence according to which the word-fluency criteria were presented to each subject is another methodological factor that might have been confounded with the orthographic-semantic opposition. In Laine [24], as well as in Joannette and Goulet [22; see 21], the orthographic criteria were presented first and, subsequently, followed by the semantic criteria. Consequently, the possible influence of sequencing should be ruled out before accepting the orthographic-semantic dissociation reported by Joannette and Goulet [22]. One of the most relevant factors that can be at the origin of a possible effect of sequencing lies in the particular fatigability that may affect some brain-damaged individuals [29].

In order to test the orthographic-semantic dissociation reported by Joannette and Goulet [22] and by Laine [24], the present study attempted to discard the possible influence of the associative productivity of the criteria and that of an unbalanced sequencing of the criteria. Empirically, this was done by selecting semantic and orthographic word-fluency criteria of similar productivity levels, and by randomizing the administration of the criteria for each

subject. Additionally, production criteria with different productivity levels were included in order to develop a task that was as sensitive as possible to any word fluency deficits in a group of right-brain-damaged patients selected independent of their VIQs.

METHOD

Subjects

This study included fifteen right-hemisphere stroke patients (9 females and 6 males) who had experienced a first right cerebrovascular accident 34 to 156 days before testing ($M = 74.8$, $SD = 32.6$). All of them were french-speaking right-handers (>80% on the Edinburgh Handedness Inventory) [34] and they were hospitalized at the time of testing. Their ages ranged from 43 to 80 years ($M = 58.8$, $SD = 9.5$) and they averaged 8.4 years ($SD = 2.8$) of formal education. Each right hemisphere patient was matched with a healthy control subject according to gender (9 females and 6 males), age (± 4 yrs; mean age of the controls: 58.3 yrs, $SD = 9.5$) and education (± 2 yrs with one exception at 4 yrs; mean value for the controls: 8.8 yrs, $SD = 3.7$). Consequently, no statistically relevant differences were found between the two groups on these variables. Normal controls who volunteered in this experiment were also hospitalized but for non neurological reasons (time elapsed since admission at the hospital: $M = 31.3$ days, $SD = 17.4$). None of the 30 subjects had a past history of a neurological or psychiatric illness other than the acquired brain lesion for the brain-damaged subjects.

Procedure

Both right brain-injured and normal subjects were submitted to twelve word fluency criteria. The semantic criteria were animals, clothes, sports, vegetables, tools and weapons. The orthographic criteria were the letters P, M, T, V, L and N. These criteria were selected among 10 semantic criteria and 10 orthographic criteria according to their associative productivity level as determined in healthy adults (age range: 42 to 63 yrs; education: $M = 10.3$) who participated in a pilot study. In this pilot study, the subjects were requested to produce as many words as possible respecting each criterion (semantic and words beginning by a given letter). Repetitions, proper nouns and numbers were prohibited. Two minutes were allocated for each criterion. None of the subjects who participated in this pilot-study were included in the comparisons with the brain-damaged individuals. According to the number of words produced by the pilot-subjects, the two most productive and the two least productive criteria of each type (semantic and orthographic) were selected. Among each criteria type, two criteria which were moderately productive were also selected in such a way that the productivity level of the orthographic criteria was roughly similar to that of the semantic criteria. The mean number of words produced for the semantic criteria was 18.3 ($SD = 6.7$) whereas it was 18.8 ($SD = 4.2$) for the orthographic criteria when averaged over the six criteria of each type for each subject. The mean productivity level of the two criteria types did not differ statistically ($t(1,14) = 0.37, p > .05$).

At the time of the experiment proper, the twelve criteria were presented in a randomized fashion that differed for each subject. The only constraint for this randomization was that a criterion never followed or preceded another criterion of the same type (orthographic or semantic). The instructions provided were similar to that used in the pilot-study. The only difference was that two production criteria not included in the test material were used to illustrate the task. For each criterion, the words produced by the subjects were tape-recorded and then transcribed by the experimenter after the experiment.

RESULTS

The number of acceptable words (i.e. respecting the criteria and the instructions) was averaged over the six criteria of each type for each subject. Table 1 presents the mean number of acceptable words produced by the right-brain-damaged patients and their respective controls for the orthographic and semantic criteria. As shown in this Table, the right-brain-damaged subjects produced, as a group, a smaller number of acceptable words than the controls on both types of criteria. A two-factor (group X criteria type) analysis of variance (ANOVA) with criteria types as a within-subject factor revealed that this group effect was statistically reliable ($F(1,28) = 4.65, p < .05$). Moreover, in spite of the tendency for the semantic criteria to be more productive than the orthographic criteria, no statistically significant difference was found regarding criteria types ($F(1,28) = 2.61, p > .05$). This result is congruent with the selection procedure of the criteria which was based on the pilot study. The difference between the brain-injured subjects and the control group also tended to be larger for the orthographic criteria than for the semantic criteria. This trend went counter to the dissociation reported by Joannette and Goulet. However, no statistically significant interaction was found between the two independent variables ($F(1,28) = 0.47, p > .05$).

Table 1
Mean number of acceptable words (standard deviations) produced by the right brain damaged patients (RBDs) and the control subjects on the six semantic criteria and the six orthographic criteria.

Groups	Criteria	
	Orthographic	Semantic
RBDs	10.62 (3.83)	12.71 (3.52)
Controls	14.69 (7.57)	15.53 (4.13)

The examination of individual scores was congruent with the preceeding results thus supporting the generalization of the latter, especially with regard to the peculiar sensitivity of the semantic criteria to a right hemisphere lesion. The difference between each subject's score for the semantic criteria and that for the orthographic criteria served as an index, at the individual level, for the interaction investigated in this study. These "semantic minus orthographic" scores ranged from -11.67 to 11.00 in the control group whereas they ranged from -3.00 to 11.67 in the patients. The scores of the right-brain-damaged subjects thus remained in the limits of the semantic-orthographic differences found among the control subjects. Moreover, in each group, five out of the 15 subjects produced a smaller number of acceptable words on the orthographic criteria than on the semantic criteria whereas the reverse situation was present among the other subjects. Accordingly, none of the right-brain-damaged subjects presented a "semantic minus orthographic" index suggesting an outstanding, or "abnormal", performance on one type of criteria relative to that observed for the other type of criteria.

DISCUSSION

This study aimed to reproduce the semantic-orthographic dissociation reported by Joannette and Goulet [22] and by Laine [24] in a word fluency task while controlling for the productivity levels of the production criteria and randomizing the administration of the production criteria. It was expected (a) that the right hemisphere stroke patients submitted to semantic and orthographic criteria of similar productivity levels would produce a smaller number of acceptable words than subjects without any brain damage, and (b) that this group difference would be greater for the semantic criteria than for the orthographic criteria. Supported by other findings reported in the literature [e.g., 15,16,26; see also 23] such a pattern of performance would have been consistent with a particular role played by the right hemisphere with regard to lexical-semantic functioning in right-handers. However, this study failed to reproduce the dissociation that supported the proposition made by Joannette and Goulet [22]. Contrary to what was expected, the right-brain-damaged individuals who took part in this study showed greater word fluency decrements for the orthographic criteria than for the semantic criteria, although this trend was not statistically relevant.

The relevance of referring to alternative explanations proposed in the literature for the language impairments that may follow a right hemisphere lesion is emphasized by the results of this study. For instance, word fluency impairments could be attributable to distant effects affecting the left hemisphere [18,25,42]. The linguistic function is then postulated as being exclusively sustained by the left hemisphere in most right handers. According to Boller [5], the lower performance of right-brain-damaged subjects on a word-fluency task is "a non-specific consequence of a cerebral lesion rather than as a specific language deficit". This author refers to some kind of aspecific effects that follow any brain lesion. Greater fatigability in the brain-damaged individuals or reduced attention are potential expressions of the non-specific effects of a brain lesion. Boller [5] adds that a word fluency task may

challenge the language skills at a level where they are strongly connected with higher mental processes that are not exclusively linguistic. Similar remarks have been made by Chiarello [12], Goulet and Joanette [17] and Moscovitch [31], with regard to other linguistic tasks that were shown to be impaired after a right-hemisphere lesion. For instance, deficits found on verbal tasks like sentence completion tasks or semantic judgment tasks may not be purely linguistic. Accordingly, it remains possible that the right hemisphere sustains non linguistic contributions to verbal activities like production on a word-fluency task. If so, the contribution of this hemisphere to word-fluency would not be specific to the semantic criteria although this contribution could vary from one criteria to another according to the cognitive requirements associated with each criterion. The associative productivity of the criteria would reflect these requirements. More indications regarding the cognitive component to which the right hemisphere may contribute could also be found in future investigations of what is called fluency. Fluency seems to be somewhat independent from the verbal components of the cognitive system although linguistic activities may rely on it [30,40]. Moreover, fluency would be symmetrically represented in both hemispheres [40,43].

This study shows that the integrity of the right hemisphere is necessary to perform normally on a word fluency task. However, the exact reasons for this finding remain unknown. The study here reported failed to provide evidence that the right hemisphere sustains in the typical right-hander a contribution which could be characterized as properly semantic with regard to the processing of words. Hence, a linguistic contribution of this hemisphere to the communication activities of the normal right-handers seems questionable.

References

1. Adamovich, B.L.B. and Henderson, J.A. Can we learn more from word fluency measures with aphasic, right brain injured and closed head trauma patients? *Clinical aphasiology* 14, 124-131, 1984
2. Albert, M.L. and Sandson, J. Perseveration in aphasia. *Cortex* 22, 103-115, 1986.

3. Benton, A.L. Differential behavioral effects in frontal lobe disease. *Neuropsychologia* 6, 53-60, 1968.
4. Boivin, M.J., Giordani, B., Berent, S., Amato, D.A., Lehtinen, S., Koeppe, R.A., Buchtel, H.A., Foster, N.L. and Kuhl, D.E. Verbal fluency and positron emission tomographic mapping of regional cerebral glucose metabolism. *Cortex* 28, 231-239, 1992.
5. Boller, F. Latent aphasia: right and left "non aphasic" brain-damaged patients compared. *Cortex* 4, 245-256, 1968.
6. Bolter, J.F., Long, C.J. and Wagner, M. The utility of the Thurstone word fluency test in identifying cortical damage. *Clinical neuropsychology* 5, 77-82, 1983.
7. Borkowsky, J.G., Benton, A.L. and Spreen, O. Word fluency and brain damage. *Neuropsychologia* 5, 135-140, 1967.
8. Bornstein, R.A. Contribution of various neuropsychological measures to detection of frontal lobe impairment. *The international journal of clinical neuropsychology* 3, 18-22, 1986.
9. Bruyer, R. and Tuyumbu, B. Fluence verbale et lésions du cortex cérébral: performances et types d'erreurs. *L'encéphale* 6, 287-297, 1980.
10. Cappa, S.F., Papagno, C. and Vallar, G. Language and verbal memory after right hemispheric stroke: a clinical CT-scan study. *Neuropsychologia* 28, 503-509, 1990.
11. Cauthen, N.R. Verbal fluency: normative data. *Journal of clinical psychology* 34, 126-129, 1978.
12. Chiarello, C. Interpretation of word meanings by the cerebral hemispheres: one is not enough. In *The psychology of word meanings*, P.J. Schwanenflugel (Editor), pp. 251-278, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1991.
13. Coltheart, M. (1980). Deep dyslexia: a right hemisphere hypothesis. In M. Coltheart, K. Patterson & J. Marshall (eds.) *Deep dyslexia* (pp. 326-380). London: Routledge & Kegan Paul.
14. Frith, C.D., Friston, K.J., Liddle, P.F. and Frackowiak, R.S.J. A PET study of word finding. *Neuropsychologia* 29, 1137-1148, 1991. .
15. Gainotti, G., Caltagirone, C. and Miceli, G. Semantic disorders of auditory language comprehension in right-brain-damaged patients. *Journal of psycholinguistic research* 8, 13-20, 1979.
16. Gainotti, G., Caltagirone, C., Miceli, G. and Masullo, C. Selective impairment of semantic-lexical discrimination in right-brain-damaged patients. In *Cognitive processing in the right hemisphere*, E. Perecman (Editor), pp. 149-167. Academic press, New York, 1981.
17. Goulet, P. and Joannette, Y. Sentence completion task in right-brain-damaged right-handers: Eisenson's study revisited. *Brain and language*, 46, 257-277, 1994.

18. Goulet, P. and Siéroff, E. L'impact des méthodes de recherche en neuropsychologie humaine et son illustration par l'étude des effets à distance. *Revue de neuropsychologie* 5, 129-160, 1995.
19. Grossman, M. A bird is a bird is a bird: making reference within and without superordinate categories. *Brain and language* 12, 313-331, 1981.
20. Howell, R.A., Saling, M.M., Bradley, D.C. and Berkovic, S.F. Interictal language fluency in temporal lobe epilepsy. *Cortex* 30, 469-478, 1994.
21. Joannette, Y. *Contribution à l'étude anatomo-clinique des troubles du langage dans les lésions cérébrales droites du droitier*. Université de Montréal, Montréal, 1981.
22. Joannette, Y. and Goulet, P. Criterion-specific reduction of verbal fluency in right brain-damaged right-handers. *Neuropsychologia* 24, 875-879, 1986.
23. Joannette, Y., Goulet, P. and Hannequin, D. *Right hemisphere and verbal communication*, Springer-Verlag, New York, 1990.
24. Laine, M. Correlates of word fluency performance. In *Proceedings of the 3rd finnish conference of neurolinguistics, Joensuu 1987*, P. Koivuselkä-Sallinen and L. Sarajärvi (Editors), pp. 43-61. University of Joensuu, Joensuu, 1988.
25. Lambert, A.J. Right hemisphere language ability: 1. Clinical evidence. *Current psychological reviews* 2, 77-94, 1982.
26. Lesser, R. Verbal comprehension in aphasia: an English version of three Italian tests. *Cortex* 10, 247-263, 1974.
27. Levy, J. Lateral differences in the human brain in cognition and behavioral control. In *Cerebral correlates of conscious experience*, P.A. Buser and A. Rougel-Buser (Editors), pp. 285-298. Elsevier, Amsterdam, 1978.
28. Levy, J. and Trevarthen, C. Perceptual, semantic and phonetic aspects of elementary language processes in split-brain patients. *Brain* 100, 105-118, 1977.
29. Lezak, M. *Neuropsychological assessment*. Oxford University press, New York, 1983.
30. Miller, E. Verbal fluency as a function of a measure of verbal intelligence and in relation to different type of cerebral pathology. *Journal of clinical psychology* 23, 53-57, 1984.
31. Moscovitch, M. Right-hemisphere language. *Topics in language disorders* 1, 41-61, 1981.
32. Newcombe, F. Selective deficits after focal cerebral injury. In *Hemisphere function in the human brain*, S.J. Dimond and J.G. Beaumont (Editors), pp.311-334. Wiley, New York, 1974.
33. Noble, C.E. An analysis of meaning. *Psychological review* 59, 421-430, 1952.
34. Oldfield, O.D. The assessment and analysis of handedness: the Edinburg inventory. *Neuropsychologia* 9, 97-113, 1971.

35. Paivio, A. and Begg, I. *Psychology of language*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1981.
36. Paivio, A. and O'Neill, B.J. Visual recognition thresholds and dimensions of word meaning. *Perception & psychophysics* 8, 273-275, 1970.
37. Parks, R.W., Loewenstein, D.A., Dodrill, K.L., Barker, W.W., Yoshii, F., Chang, J.Y., Emran, A., Apicella, A., Sheramata, W.A. and Duara, R. Cerebral metabolic effects of a verbal fluency test: a PET scan study. *Journal of Clinical and experimental neuropsychology* 10, 565-575, 1988.
38. Pendleton, M.G., Heaton, R.K., Lehman, R.A.W. and Hulihan, D. Diagnostic utility of the Thurstone word fluency test in neuropsychological evaluations. *Journal of clinical neuropsychology* 4, 307-317, 1982.
39. Perret, E. The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behaviour. *Neuropsychologia* 12, 323-330, 1974.
40. Ramier, A.-M. and Hécaen, H. Rôle respectif des atteintes frontales et de la latéralisation lésionnelle dans les déficits de la "fluence verbale". *Revue neurologique* 123, 17-22, 1970.
41. Schneiderman, E.I. and Saddy, J.D. A linguistic deficit resulting from right-hemisphere damage. *Brain and language* 34, 38-53, 1988.
42. Searleman, A. A review of right hemisphere linguistic capabilities. *Psychological bulletin* 84, 503-528, 1977.
43. Sergent, J. L'asymétrie fonctionnelle du cerveau. In *Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement (2nd edition)*, M.I. Botez (Editor), pp. 271-279. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 1996.
44. Wertz, R.T., Dronkers, N.F. and Shubitowski, Y. Discriminant function analysis of performance by normals and left hemisphere, right hemisphere, and bilaterally brain damaged patients on a word fluency measure. *Clinical aphasiology* 16, 257-266, 1986.
45. Zaidel, E. Lexical organization in the right hemisphere. In *Cerebral correlates of conscious experience*, P.A. Buser and A. Rougel-Buser (Editors), pp. 177-197. Elsevier, Amsterdam, 1978.
46. Zaidel, E. Auditory language comprehension in the right hemisphere following cerebral commissurotomy and hemispherectomy: a comparison with child language and aphasia. In *Language acquisition and language breakdown*, A. Caramazza and E.B. Zurif (Editors), pp. 229-275. Johns Hopkins University press, Baltimore, 1978.

Troisième étude

Sentence Completion Task in Right-Brain-Damaged Right-Handers: Eisenson's Study Revisited

PIERRE GOULET AND YVES JOANETTE

Laboratoire Théophile-Alajouanine, C.H. Côte-des-Neiges, Montréal, Canada H3W 1W5; and Ecole d'orthophonie et d'audiologie, Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, Canada H3C 3J7

This study investigated Eisenson's claim (Eisenson, 1962, 1973) that right-brain-damaged right-handers (RBDs) are impaired on a sentence completion task especially when they have to look for abstract words. Five sentences to be completed with concrete nouns and five sentences asking for abstract nouns were presented to 34 right-brain-damaged patients and to 19 normal control subjects. RBDs' performance differed from that of normals on both types of sentences when expected words were considered as the only acceptable answers, but was judged defective only for the sentences to be completed with abstract nouns when both expected words and adequate words were accepted. Moreover, of the RBDs, only 50% performed less well than 95% of the control subjects under this last condition. Factors such as age, education, and lesion site failed to characterize this subgroup of RBDs. © 1994 Academic Press, Inc.

One of the first systematic studies of the linguistic abilities of right-brain-damaged subjects (RBDs) is that of Jon Eisenson (1959). A major finding of this study was that right-hemisphere damage is associated with a decrement of sentence completion score especially when the task involved the production of abstract words. This finding has been interpreted as indicating that, in right-handers, the right hemisphere normally contributes to language and more particularly to the processing of abstract language formulations requiring adjustments from the individual (Eisenson, 1962).

Many reviews of the right hemisphere's linguistic capabilities (Bradshaw & Nettleton, 1983; Code, 1987; Hannequin, Goulet, & Joannette, 1988; Lambert, 1982; Millar & Whitaker, 1983; Searleman, 1977) refer to Eisenson's finding which may suggest that a right-hemisphere lesion has

This research was supported by Program Grant PG-28 of the Conseil de recherches médicales du Canada. Address reprint requests to Pierre Goulet, Lab. Th.-Alajouanine, Centre de Recherche du CHCN, 4565 ch. Reine-Marie, Montréal (Québec), Canada. H3W 1W5.

more consequences on the processing of abstract words than on the processing of concrete words. However, this kind of interpretation has to be questioned for at least three main reasons. First, Eisenson's study has never been replicated. Second, such interpretation appears to contradict somewhat the neuropsychological literature devoted to the contribution of the right hemisphere to lexical-semantics. Third, it was not clear whether the performance of RBDs, as described by Eisenson (1959, 1962, 1973), was really deficient or might be considered as a by-product of the task used.

Results coming from visual half-field studies suggest that if the right hemisphere of right-handers sustains some lexical-semantic capacities, those capacities pertain to the processing of concrete-imageable words, or they are more important for these words than for abstract words (Code, 1987; Joannette, Goulet, & Hannequin, 1990). In accordance with the visual half-field literature, a classical interpretation of the residual capacity to read concrete words in deep dyslexia following a left-hemisphere lesion suggests that residual reading is sustained by the right hemisphere (Coltheart, 1980; Kremin, 1984; Saffran, Bogyo, Schwartz, & Marin, 1980). If one admits that the processing of words sustained by the right hemisphere in right-handers is exclusive to the more concrete ones, then it becomes plausible that the processing of concrete words will be more impaired than that of abstract words after a right-hemisphere lesion.

Many studies have shown that RBDs were impaired when processing concrete words in semantic judgment tasks (e.g., Chiarello & Church, 1986; Gagnon, Goulet, & Joannette, 1989), in word-comprehension tasks (Gainotti, Caltagirone, & Miceli, 1979, 1983; Gainotti, Caltagirone, Miceli, & Masullo, 1981; Lesser, 1974), and in word-naming tasks (e.g., Joannette & Goulet, 1986; Laine & Niemi, 1988). Some other studies (Brownell, Potter, & Michelow, 1984; Brownell, Simpson, Bihle, Potter, & Gardner, 1990) have suggested that the processing of abstract words could be also impaired in RBDs. However, with the exception of the study of Eisenson (1959, 1962, 1973), only Jones-Gotman (1979) and Jones-Gotman and Milner (1978) have studied word concreteness as an influential factor in RBDs' performance. Moreover, these two studies investigated RBDs' memory problems rather than the capacity of these patients to process words.

In agreement with a right hemisphere's contribution exclusively to the processing of concrete words, Jones-Gotman and Milner (1978) showed that RBDs had more problems with concrete words than abstract words in memory tasks involving imagery strategies. In their first memory task, Jones-Gotman and Milner (1978; experiment 1) asked right temporal-lesioned subjects to use visual imagery as a mnemonic aid in order to facilitate the learning of pairs of concrete words. They found that the

patients recalled fewer words than normal controls. In their second experiment, subjects had to learn pairs of abstract words without any instruction about a possible mnemonic aid under one condition or with the explicit suggestion to use meaningful sentences as mnemonic aids under a second condition. In contrast with the results of their first experiment, Jones-Gotman and Milner (1978) reported that there was no statistically reliable difference in the number of words correctly recalled by the RBDs compared to those recalled by the normal control group. However, despite the concreteness effect showed by these authors, it was impossible to dissociate this eventual effect from that of the mnemonic strategy used by the subjects. Moreover, this concreteness effect contradicts Eisen-son's observations.

In a second study, Jones-Gotman (1979) used an incidental learning task including lists of concrete and abstract words. Incidental learning was chosen to better control the mnemonic strategy involved. Under one condition the subjects were instructed to visualize the concept associated to each word, and under another condition they had to pronounce the words. Jones-Gotman (1979) reported no statistically reliable difference between right-brain-damaged patients and normal controls according to the number of words immediately recalled whatever the nature of the words or what the subjects had to do with those words. However, she found that, after a 2-hr delay, the number of words recalled by RBDs was inferior to that of normal controls when concrete words or abstract words had to be visualized, whereas the patients performed at a normal level when they had to pronounce the two types of words. Thus, the deficit for the right-brain-damaged patients was specific to the visualizing conditions (Jones-Gotman, 1979). Additionally, the fact that immediate recall was normal but delayed recall impaired when words were visualized suggests that RBDs' difficulties lie in the use of the imagery system in relation to memory processes rather than at the level of word processing.

According to our knowledge, Warrington (1981) is the only author having published a case study in which concrete words were reported as being more difficult to process than abstract words after a focal lesion in a right-hander. However, in that case, the lesion did not concern the right hemisphere but rather the left hemisphere. In summary, pieces of evidence suggesting that the contribution of the right hemisphere to the processing of words is more important for the concrete words than for the abstract words are relatively poor. Empirical supports of Eisen-son's finding are also lacking.

Another reason for reconsidering Eisen-son's original study comes from Millar and Whitaker's (1983) criticism of the absence of detailed information with regard to the exact nature of the RBDs' difficulties in sentence completion. These authors claimed that it is not known whether RBDs provided acceptable answers which were rejected on the basis of the

scoring procedure or unquestionably unacceptable answers. This criticism raises the question of the nature of the unacceptable responses provided by RBDs. Although RBDs' performance differed from normals in the Eisenson's study, the question remains as to whether their performance was linguistically and/or contextually appropriate? Stated differently the question is: Was RBDs' performance really defective? Such a question focuses on the actual cognitive handicap of the patients suffering from a right-hemisphere lesion. Eisenson's results provided no answer to this question as they related only to the global mean number of errors, without any error-type analysis. Moreover, according to Millar and Whitaker (1983), what Eisenson (1973) termed abstract words were in many cases closed-class words (or function words), while most of the concrete words were open-class words, namely nouns and verbs. Thus, it remains equivocal whether RBDs have indeed a greater difficulty in producing abstract words than concrete words when submitted to a sentence completion task.

The goal of the present study was threefold. First, to investigate whether the difference between RBDs and normals on a sentence completion task is more prominent for sentences requiring abstract nouns. Second, to determine whether RBDs' performance on such task are truly inadequate. It is with this aim that a more qualitative analysis of RBDs performance was carried out. This analysis also provided some clues with respect to the nature of the RBDs' sentence completion difficulties. Finally, this study aimed at providing some clues to the characteristics of those right-brain-damaged patients who have such difficulties, if any. Contradictions found in the literature regarding the presence of linguistic deficits as a consequence of right-hemisphere lesions suggest that not all RBDs are affected by such deficits (Bloise & Tompkins, 1993; Joanette, Goulet, & Daoust, 1991; Joanette, Goulet, & Hannequin, in press; Myers, 1984). However, what proportion of RBDs, and who, among these patients, do show such deficits remain to be specified.

METHOD

Subjects

Fifty-three subjects participated in this study. Nineteen subjects had no central nervous system disease (Controls: Cs) and 34 others had suffered damage due to a vascular lesion restricted to the right hemisphere (RBDs). These subjects came from a larger sample of individuals participating in a general study devoted to the contribution of the right hemisphere to different components of verbal communication (e.g., naming, discourse). The original sample included 62 subjects (20 normals and 42 RBDs). Of these 62 subjects, 1 control and 2 RBDs were not submitted to the sentence completion task. Results obtained from 2 RBDs were excluded since the etiology of their lesion was not vascular. The scores of 4 other RBDs were not included since these subjects did not complete all parts of the protocol of the original investigation; it is important to note that these performances failed

to significantly affect the means reported when they were merged with the scores of the subjects retained according to the present sampling procedure.

All subjects were French-speaking right-handed hospitalized patients without previous history of psychiatric problems. There was no significant difference between RBDs and Cs with regard to age ($M = 57$ years), handedness ($\geq + 80$ on the Edinburgh Handedness Inventory; Oldfield, 1971), male/female ratio (1.9), familial left-handedness (yes/no ratio: 0.4), schooling ($M = 8.6$ years), and second language abilities (yes/no ratio: 1.1).

Lateralization of right-brain lesions was determined on the basis of neurological exams. Thirty-one RBDs have also been submitted to at least one of the following paraclinical examinations: electroencephalogram (17 subjects), cerebral arteriography (3 subjects), gamma encephalography (15 subjects), and CT-scan (23 subjects). Lesioned sites were localized in 24 RBDs. None of the RBDs were aphasic.

Material and Procedure

Ten French sentences printed on a card were visually presented to each subject (see Appendix). Each sentence was originally typed on a single line with a blank, usually in a final position and never in the left half of the sentence. This blank was to be filled in by an expected noun. The missing nouns varied according to concreteness and imageability. The concrete-imageable words were: *arbre* (tree), *chaise* (chair), *couteau* (knife), *fenêtre* (window), and *lampe* (lamp). The abstract words were: *amour* (love), *confort* (comfort), *fatigue* (fatigue), *justice* (justice), and *plaisir* (pleasure). The concrete nouns were comparable to the abstract nouns with respect to their word frequencies (Baudot, 1970; Juilland, Brodin, & Davidovitch, 1970). However, the coefficient of usage (Juilland et al., 1970) was higher for the abstract words than for the more concrete-imageable nouns. This difference was attributable to the words *plaisir* and *amour* which had a coefficient of usage of 89.34 and 144.62, respectively, whereas for the other abstract and concrete words, the value of this coefficient ranged from 4.45 to 42.02. In summary, two kinds of sentences were used: "concrete sentences," to be filled in by concrete-imageable words, and "abstract sentences" requiring the production of abstract words. Concrete and abstract sentences were presented alternatively. The task began with a concrete sentence and ended with an abstract one. The 10 sentences were presented in the same order to all subjects. The subjects were asked to "read each sentence aloud and complete each sentence with the word that was omitted." They answered verbally.

Scoring Procedure

Correct answers were defined as the verbalization of the expected words to be found in the original sentences (e.g., "The butcher cuts the meat with a *knife*"). The nature of the expected nouns was first determined by the two authors of the present study who judged these nouns as the more appropriate ones. Subjects' responses were scored according to these expected nouns. When more than one answer was provided for a sentence, the most adequate one was kept for classification (this happened eight times). The prominent nature of the expected nouns was then verified according to the answers produced by the subjects of the control group.

Responses differing from the expected nouns were classified by four independent judges who were unaware of the nature of the subjects (i.e., RBDs vs. Cs). This classification was undertaken according to the eight categories of responses presented in Table 1. The concreteness of the unexpected answers was also considered in a second step. Finally, the performance of each subject was later revised, with adequate answers as well as expected answers considered as correct responses. An adequate answer was an unexpected word which is semantically and syntactically acceptable considering the rest of the sentence, makes sense, and respects the sentence's syntactic structure.

TABLE I
Categories of Unexpected Answers

Abbreviation	Definition
AA	Adequate or acceptable, even though unexpected, answer; e.g., "The butcher cuts the meat with a (<i>slicer</i>)."
IAW1	Inadequate answer at the word level, type 1: an unacceptable and unexpected lexical item without any relation either to the expected item or to any other word in the sentence; e.g., "The butcher cuts the meat with a (<i>mountain</i>)."
IAW2	Inadequate answer at the word level, type 2: an unacceptable and unexpected lexical item which bears no relation with the expected item but which relates either formally (IAW2f) or semantically (IAW2s) to one or the other words in the sentence; e.g., (IAW2f) "The butcher cuts the meat with a (<i>meat loaf</i>)."
IAW3	Inadequate answer at the word level, type 3: an unacceptable and unexpected lexical item which represents a verbal semantic paraphasia bearing on the expected item; e.g., "The butcher cuts the meat with a (<i>spoon</i>)."
IAS	Inadequate answer at the "sentence level" only: an expected or acceptable lexical item for which there is a sentence-level problem, that is a nonrespect of the constraints imposed by the article preceding the blank to be filled in by the missing word. The error can bear on the gender or number agreement as well as on the first letter of the missing word for the sentences Nos. 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10; e.g., "The butcher cuts the meat with (a) (<i>slicers</i>)."
IAS1	Inadequate answer at the sentence level bearing on a IAW1-type answer; e.g., "The butcher cuts the meat with (a) (<i>mountains</i>)."
IAS2	Inadequate answer at the sentence level bearing on a IAW2-type answer (either IAW2f or s); e.g., (f) "The butcher cuts the meat with (a) (<i>meat loafs</i>)."
IAS3	Inadequate answer at the sentence level bearing on a IAW3-type answer; e.g., "The butcher cuts the meat with (a) (<i>spoons</i>)."

RESULTS

The first part of this section describes the scores obtained by Cs and RBDs when expected answers were considered as correct as well as when both acceptable and expected answers were judged to be correct. The second part concerns the qualitative aspects of the "unexpected" responses given by the subjects. To investigate whether RBDs were more concrete than normals, the substitution of abstract words by concrete ones (and vice versa) was considered. Then, the analysis of the inadequate answers served as cues for a better description of RBDs difficulties. Finally, the last part is devoted to the description of those RBDs who had difficulties completing the abstract sentences with expected or acceptable words. Special attention is given to these subjects since they were those actually impaired among RBDs subjects.

Sentence Completion Scores

Answers given by the control subjects confirmed the predicted nature of the "expected" words in all but one of the sentences. Indeed, for each sentence, the expected word was the most frequently produced. The sole exception concerned sentence number 8: "Pour faire respecter leurs droits, ils ont eu recours à la" (Free translation: "In order to assert their rights, they appealed to the"). Normal subjects preferred to complete this sentence with the words "law" (42%) or "police" (26%) instead of the noun expected by the experimenters: "justice" (16%).

None of the subjects, RBDs or normals, reported word-finding problems. Absence of response occurred only four times in three RBDs. These four "nonresponses" were not included in the analysis of the unexpected answers. Unexpected responses were unanimously classified by the four judges in 91.13% of the cases. The remaining 8.87% were classified after agreement between three of the four judges. Only one unexpected response could not be classified according to the categorization system used since it was not a word.

Figure 1 shows that, for each type of sentence (concrete and abstract), RBDs scored lower than Cs and that, for both groups of subjects, the mean number of concrete sentences completed with an expected word was superior to that observed for the abstract sentences. The difference found between the two groups of subjects appeared greater when abstract words were expected than when concrete words were expected. The results of an ANOVA confirmed significant main effects of the group ($F(1,51) = 7.21, p < .01$) and type of sentence ($F(1,51) = 86.69, p < .001$) factors. The interaction between these two factors failed to be statistically significant ($F(1,51) = 0.575, p = .45$). Thus the RBDs' performance differed from that of control subjects when expected words were specific. This difference was not affected by the nature of the word required by each type of sentence.

Results yielded by the application of the strict scoring procedure might have been influenced by the lack of congruity between the most frequent answer given by normal subjects for the "abstract" sentence No. 8 and that expected by the experimenters. In order to account for this possibility, and in order to validate the preceding results, scores were revised considering the most frequent answer "law" as the expected one for sentence No. 8. According to this scoring, normals' and RBDs' mean performance increased a little. However, results of the ANOVA did not change. There was a main effect of group ($F(1,51) = 6.92, p < .02$) and type of sentence ($F(1,51) = 63.43, p < .001$). The interaction remained statistically nonsignificant ($F(1,51) = 0.99, p = .33$).

When both expected and acceptable answers were considered together as "correct," the results showed an extreme deviance from the normal

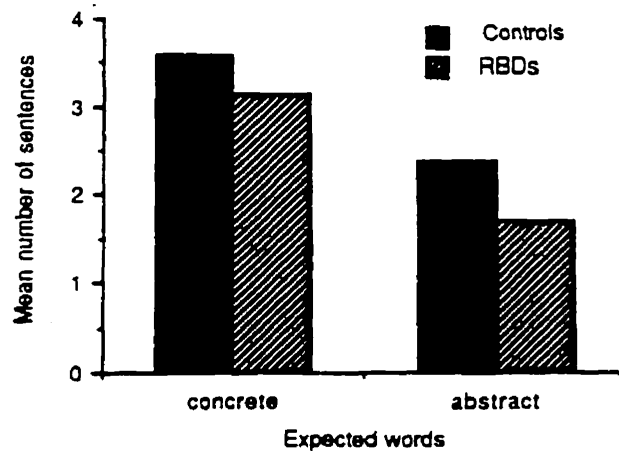


FIG. 1. Mean number of sentences completed with the expected concrete or abstract word by right-brain-damaged patients (RBDs) and normal control subjects (Controls).

distribution. Moreover, the use of Hartley's test (see Winer, 1971) revealed that the variances were not homogeneous ($F_{\max}(4,33) = 15.25$, $p < .01$). Thus, two of the assumptions to be satisfied in order to use an ANOVA were not respected. Accordingly, statistical procedures adapted to this kind of situation were used.

Table 2 shows the distribution of the subjects of each group according to the number of sentences "correctly" completed with an acceptable word. Considering the respective size of each sample, it can be seen that, in comparison with control subjects, a smaller number of RBDs "correctly" answered the five sentences to be completed with a concrete word. This observation is even more obvious if one considers the proportion reported in parentheses. However, the general distributions of the two groups do not present a great discrepancy. The contingency table obtained for the so-called concrete sentences includes some cells in which the observed frequencies as well as the expected frequencies were too small for the comparison of the two distributions by the application of the χ^2 test. So, as suggested by Siegel and Castellan (1988), frequencies pertaining to one, two, three, and four sentences correctly answered were combined. This combining of categories did not really affect the observed distributions. As in Table 2, nearly 90% of the control subjects completed correctly the five sentences, suggesting a ceiling effect for these sentences. Application of the χ^2 test confirmed that the distributions of the two groups of subjects did not differ significantly ($\chi^2(1, N = 53) = 0.58$, $p > .30$).

In contrast with the preceding observations, Table 2 shows that the distribution of RBD subjects differed from that observed for the control group when sentences had to be completed with abstract words. The difference between the two groups was relatively small with regard to the

TABLE 2
Distribution of RBDs and Cs According to the Number of Sentences Completed
with an Acceptable Word

	Number of sentences correctly completed				
	1	2	3	4	5
Concrete					
RBDs	0 (0)	0 (0)	1 (2.9)	6 (17.7)	27 (79.4)
Cs	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (10.5)	17 (89.5)
Abstract					
RBDs	1 (2.9)	4 (11.8)	12 (35.3)	2 (5.9)	15 (44.1)
Cs	0 (0)	0 (0)	1 (5.3)	10 (52.6)	8 (42.1)

Note. Parentheses indicate percentages.

relative number of subjects who completed correctly the five sentences. However, compared to control subjects, a smaller number of RBDs correctly completed four sentences. Half of the RBDs correctly completed a maximum of three sentences while only one control completed correctly no more than three sentences. Again, the contingency table presented in Table 2 for the abstract sentences violated the requirements recommended by Cochran (1954, see Siegel and Castellan, 1988) for the application of the χ^2 test since there were two empty cells for the control group. Consequently, subjects having completed only three abstract sentences or less were grouped together. Again, the combining of some cells did not really affect the difference observed between the distributions of the two groups of subjects. The application of the χ^2 test confirmed that this difference was statistically significant ($\chi^2(2, N = 53) = 18.95, p < .001$).

Response Analysis

Concreteness of the "unexpected" answers. No subjects provided an abstract word when a concrete one was expected. All words used to complete the concrete sentences referred to objects that can be touched or, at least, seen. In sharp contrast, 31 of the 112 (28%) unexpected answers provided by the RBDs for the abstract sentences referred to objects that can be experienced by our senses. Such an "abstract to concrete" shift appeared for 12 of the 50 (24%) unexpected answers provided by the 19 normals in response to the abstract sentences. These results include the frequency of the word "police" for the sentence No. 8. In French, the word "police" is frequently used to refer to the policeman as well as to the judicial institution. If one considers "police" as an abstract answer rather than as a concrete one, the proportion of the abstract to concrete shifts decrease to 18% for the RBDs and to 14% for the normals. All in all, no clear difference emerge between the two groups.

Inadequate answers. There were two few inadequate answers (IA) of each type to carry out statistical analysis. Normal controls produced 14 unacceptable answers classified among three of the predefined types of inadequate answers: 8 IAW2s, 4 IAW3, and 2 IAS. RBDs produced 46 unacceptable answers; 45 of them were classified according to the predefined categories. When compared with the performance of the control group, RBDs' unacceptable answers were more distributed across the different types of inadequate responses. One-third (16) of these 45 inadequate answers was of the IAS type, and about another third (14) was of the IAW2s type. The other types of inadequate responses produced by RBDs varied from 1 to 4 answers; no subjects produced IAS1 or IAS3 types of answers. Proportionately, RBDs tended to produce more IAS responses and fewer IAW3 responses than Cs. About 86 and 85%, respectively, of Cs' and RBDs' unacceptable answers were produced when abstract words were expected.

Since IAW2s and IAS errors were the most common for RBDs, these two types of errors need to be commented on. Thirteen of the fourteen IAW2s errors of RBDs were produced in relation with abstract sentences, whereas, for normals, 7 of their 8 IAW2s errors were associated with such sentences. No IAS errors concerned an expected word and, of the 2 IAS errors produced by normals, 1 was provided for an abstract sentence whereas 11 of the 16 IAS errors produced by the RBDs were related to this kind of sentences. As shown in the Appendix, all the blanks were preceded by an article providing information about the gender and the singular form of the missing word. The sole exception to this rule was the sentence No. 2 which included an "L" with an apostrophe. That "L" did not determine the gender of the missing word but it indicated that this missing word was singular and most probably started with a vowel. In contrast, besides gender and number constraints, the articles provided in sentence Nos. 4, 6, 7, 8, 9, and 10 implied that the initial letter of the missing words was most probably a consonant. Thus, an IAS error means that morphological and phonological constraints implied by an article preceding a given blank were not considered. For many errors of this type, subjects not only provided an erroneous word but also orally substituted the article. Without denying any relationship between the IAS errors and conceptual processing involved in completing the abstract sentences, nonrespect of such constraints can be ignored in order to obtain more information about RBDs' difficulties in dealing with abstract concepts. With this perspective, IAS responses were considered as acceptable completions. Table 3 presents the distributions of RBDs and normals according to this forced acceptance of IAS answers. Note that some cells at one end of the distribution of RBDs have to be combined in order to respect χ^2 requirements.

When IAS-type errors were included, all control subjects did complete

TABLE 3
Distribution of RBDs and Cs According to the Number of Abstract Sentences Completed with Acceptable Words Including the IAS Answers

	2-3	4	5
RBDs	13 (38)	5 (15)	16 (47)
Cs	0 (0)	11 (58)	8 (42)

Note. Parentheses indicate percentages.

a minimum of four abstract sentences. At the same time, more than one-third of the RBDs completed in an acceptable manner only two or three abstract sentences. The distributions of the two groups of subjects differ significantly ($\chi^2(2, N = 53) = 14.85, p < .001$).

RBDs' Profile

Table 4 summarizes the RBDs' profile according to whether their performance was similar to 95% (RBDs⁺) of the control group subjects or not (RBDs⁻) on sentences requiring abstract nouns when both expected and adequate responses were accepted as correct answers. Acceptable answers were considered since Millar and Whitaker (1983) suggested that any analysis based on expected responses only might be too severe, artificial, and nonecological. The present approach allowed those RBDs who were really impaired to be described.

Table 4 shows that RBDs⁻ ($n = 17$) tended to be older and less educated than RBDs⁺ ($n = 17$). The time lapse since the onset of the lesion also appeared shorter for the RBDs⁻ group than for the RBDs⁺ group.¹ Furthermore, the presence of a familial history of left-handedness was more frequent in the RBDs⁻ group than for the RBDs⁺ group. However, despite these trends that put the RBDs⁻ group at a disadvantage with respect to the RBDs⁺ subjects, the profiles of the two groups were statistically comparable. Indeed, no significant difference was found between RBDs⁺ and RBDs⁻ with respect to their mean age ($t(33) = 0.65, p = .52$), male/female ratio, mean number of years of schooling ($t(33) = 1.37, p = .18$), handedness (Fisher's exact test: $p = .11$), presence of knowledge of at least one second language (Fisher's exact test: $p = .25$), number of days between the onset of the lesion and testing session ($t(33) = .67, p = .51$), and presence of a family history of ambidexterity or left-handedness (Fisher's exact test: $p = .11$).

Lesion site was also considered for all patients in which clear lesion

¹ One subject of the RBDs⁻ group was discarded from this analysis because the period of time elapsed from the onset of the lesion for this subject was considered marginal: 907 days.

TABLE 4
Profile of the Impaired (RBDs⁻) versus Unimpaired (RBDs⁺) RBDs

Variables	RBD ⁻	RBD ⁺
Mean age	57.7 years	55.5 years
Male/female	11/6	12/5
Schooling	8.4 years	10.0 years
Handedness (100% E.H.I.)	15 Ss	11 Ss
Second language (y/n)	8/9	11/6
Time postonset (days)	60.9	75.3
Familial left-handedness (y/n)	6/11	2/15

localization was available. In 3 RBDs⁻ and in 7 RBDs⁺, the information was not available, despite the fact all of these 10 patients suffered from left-sided hemiplegia. Table 5 reports lesion sites for the remaining 14 RBDs⁻ and 10 RBDs⁺. No particular lesion site or pattern of lesion sites emerges from the RBDs⁻ group when compared to the lesion profile of the RBDs⁺ group. The only trend concerns the presence of a lesion in the parietal lobe which appeared to be more frequent among RBDs⁻. Indeed, the superior (SP) region of the parietal lobe has been partly or completely lesioned in 7 of the 14 RBDs⁻ and the inferior (IP) region of the parietal lobe has been partly or completely destroyed in 11 of the 14 RBDs⁻ subjects. In contrast, only 2 of the 10 RBDs⁺ suffered from a lesion of the superior part of the parietal lobe, and 5 of the 10 RBDs⁺ had a damage of the inferior part of the parietal lobe. However these differences failed to be statistically significant (SP: Fisher's exact test: $p = .14$; IP: Fisher's exact test: $p = .15$). Finally, the mean number of anatomical regions (e.g., occipital, temporal) partly or completely destroyed did not differ among the two groups of RBDs (RBDs⁻, 2.93; RBDs⁺, 3.0).

DISCUSSION

The goal of this study was threefold. First, the specific impairment of right-brain-damaged subjects to complete sentences with abstract words was questioned. Second, this study attempted to analyze the nature of the unexpected answers provided by right-brain-damaged patients in order to learn more about RBDs' difficulties. Finally, this study aimed to identify some of the distinctive features that would characterize the right-brain-damaged patients who were impaired when they had to complete sentences with an abstract word.

A right-hemisphere lesions' effect on a sentence completion task was demonstrated with very few sentences: five concrete sentences and five abstract sentences. This result clearly shows that such right-hemisphere

TABLE 5
Lesion Sites of the RBDs⁻ and RBDs⁺ Subjects

Ss Nos.	Lesion sites										
	SF	IF	SP	IP	AT	PT	O	AiT	PiT	ATh	PTh
RBDs⁻											
1			x	x			x				
3			x	x			x				
6			x	x			x				
8			x	x							
12				x	x						
14			x	x							
16								x	x		
18			x	x	x	x		x	x		
23			x	x				x	x	x	
25								x	x		
26		x		x	x	x					
28		x		x	x	x					
34								x	x		
35		x		x	x	x					
RBDs⁺											
10								x			
15											x
19		x		x	x	x		x	x		
20									x		
21	x	x			x	x					
22		x		x	x	x					
30			x	x							
31		x		x	x	x					
39			x	x	x	x	x				
40						x					

Note. SF, superior frontal; IF, inferior frontal; SP, superior parietal; IP, inferior parietal; AT, anterior temporal; PT, posterior temporal; O, occipital; AiT, anterior internal telencephalic structures; PiT, posterior internal telencephalic structures; ATh, anterior thalamus; PTh, posterior thalamus.

effect is very strong. However, results of this study are only partially consistent with Eisenenson's findings (1959, 1962, 1973). Damage to the right hemisphere does interfere with the production of words for sentence completion but, in contrast with Eisenenson's findings, this interference was shown to be as important for the production of concrete words as for the production of abstract words when expected answers were considered as the only acceptable answers. The comparison of the present findings with those of Eisenenson suggests that the grammatical class of the missing words might be a determinant of the difficulties of right-brain-damaged patients to complete sentences with expected and very specific words. In the present study, all expected answers were nouns, whereas,

according to Millar and Whitaker (1983), the expected concrete words were nouns and the expected abstract words were function words in Eisenson's study. This difference might explain the partial replication of Eisenson's results. Given that right-brain-damaged subjects have problems dealing with abstract words when completing sentences, whether they have more difficulties with function words than with abstract nouns should be investigated.

The concreteness effect reported by Eisenson (1959, 1962, 1973) was replicated only when acceptable but unexpected words were scored as correct completions. With such a lenient correction, no reliable difference was found between RBDs and control subjects for sentences requiring concrete words. With less strict correction criteria, RBDs were found to be impaired exclusively for sentences requiring the manipulation of abstract words or concepts. This finding is congruent with the comment by Millar and Whitaker (1983) stressing the difficulty of the task or the severity of the correction when expected words are the only answers considered. They demonstrate the importance of considering whether the unexpected words produced are truly inadequate. The two modes of correction used here showed that RBDs differed from normals when they had to complete sentences but that RBDs were really impaired only under the abstract sentence condition.

One might attribute to some ceiling effect the absence of any statistical difference between RBDs and controls when adequate but unexpected answers were accepted in the concrete sentence context. Indeed, it was shown that most subjects of the two groups obtained a perfect score under that condition. It seems reasonable to expect that normal subjects perform at a high level, reaching a ceiling when correction criteria are not strict. That right-brain-damaged subjects also succeed is also not a problem. What is more surprising is the performance of normal controls on the abstract sentences for which some controls revealed themselves as nonefficient despite a lenient correction. The absence of a ceiling effect for that condition indicates that the completion of the abstract sentences was really difficult for some subjects. This level of difficulty appeared important for the manifestation of RBDs' impairment. Thus, with regard to any eventual ceiling effect, its absence for the abstract sentence condition is more important than its presence for the concrete sentence condition. This situation emphasizes the particularity of the RBDs' deficit for the abstract sentences.

Considering statistical constraints, it appeared impossible to refer to a parametric method in order to test statistically the presence of an interaction between the nature of the sentences and the presence of a right-hemisphere lesion when adequate but unexpected answers were accepted. However, as stated in the preceding paragraph, any ceiling effect hypothesis put forward to explain the performance for the concrete sen-

tences underlines the particular difficulty related to the abstract sentences. This difficulty is present in both groups of subjects but appears more sensitive to the presence of a right-hemisphere lesion. Thus, despite any statistical verification, it appears plausible that an interaction exists between group and sentence type factors.

Results on the concrete sentences as well as the weak but apparently "normal" propensity to shift from abstract words to concrete words indicate that the RBDs' performance was not completely deviant. Nevertheless, RBDs' answers were less in line with those expected, and the RBDs' impairment was salient for sentences requiring abstract words. Further research is needed in order to account for these facts. However, the analysis of the unexpected answers produced by RBDs provides clues about possible explanations to be explored.

Some specific impairment at the lexical level may have contributed to the RBDs difficulties on the sentence completion task. The production, by the RBD subjects, of some adequate but unexpected answers that could correspond to semantic paraphasias can be interpreted in that way. However, the fact that RBDs did not complain of word-finding difficulties, the absence of circumlocutions, the very small number of answers classified as verbal semantic paraphasias (IAW3 and IAS3 errors), as well as the fact that RBDs provided an answer to nearly all trials suggest that a lexical problem, if any, is not the only factor to consider.

The presence of many unacceptable responses bearing no relation with the target words but semantically related with the content of the sentences (IAW2s errors) is also congruent with the suggestion that RBDs' problems do not lie at a strictly lexical level only. Processes other than strictly lexical ones have to be considered. That point was illustrated, for another task, in Jones-Gotman (1979) in which RBDs' memory problems were related with impaired use of the imagery processes rather than with the concreteness of the words to be learned and recalled. In the present study, the semantic processing of the sentence appears as important as the processing of the meaning of "isolated" words at the semantic level.

The fact that many unexpected answers were acceptable and that most of the inadequate answers (IAS, IAW2s, and some of the IAS2s) were generally related to the semantic context of the sentence suggests that, in RBDs, unexpected answers correspond mostly to semantic associations that are more activated or less inhibited than the expected answers and which are derived from the context of the sentences. Such a hypothesis would involve a cognitive level that may correspond to what is designated as the prelinguistic, conceptual or message level in models of lexical access like those of Bierwisch and Schreuder (1992) and Levelt (1992). The hypothesized associative phenomenon may account for RBDs' performances when expected words were considered. It might also contribute to RBDs' deficit when adequate answers were accepted. This phe-

nomenon would be more pronounced in sentences to be completed with abstract words as the semantic context of these sentences is less constraining. The performance of control subjects on these sentences as compared with those obtained when concrete words were required support the suggestion that the abstract sentences were less constraining.

Errors at the sentence level suggest that morphological and phonological constraints of the sentences were not fully processed by the subjects. These inadequacies at the sentence level (IAS and IAS2s errors) may be interpreted as a by-product of the "associative phenomenon," particularly when the article preceding the blank was substituted by another one. However, the fact that RBDs' deficit remained significant when errors bearing only on the agreement with the article preceding the blank (IAS answers) were accepted suggests that the RBDs' problem was not restricted to the nonrespect of phonological and morphological constraints involved in the sentences.

Results of this study do not support the hypothesis that the contribution of the right hemisphere to lexical-semantics is more important for concrete words than for abstract words as suggested by numerous visual half-field studies in normals (see Joanette, Goulet, & Hannequin, 1990). Consequently, how can the present results be reconciled with those of visual half-field studies? There are two possible answers to this question which are not totally antagonistic. First, the contribution sustained by the right hemisphere is not specifically linguistic or lexical. For instance, it could be attentional in nature and, thus, relevant when precise words are to be found and more so in a less-constraining context. Alternatively, it could involve the conceptual or "message" level. Such propositions are congruent with the hypothesis formulated in the preceding paragraphs. In that respect, visual half-field studies and sentence completion tasks may not rely on the same cognitive abilities.

A second possibility is that the right hemisphere sustains some lexical capacities but, when this hemisphere is connected with the left hemisphere, its contribution goes beyond the potential found in the disconnected (functionally or anatomically) right hemisphere. Thus, the right-hemisphere's contribution would benefit from the processing sustained by the left hemisphere and from its own potential. According to this hypothesis, the right hemisphere contributes to the processing of concrete and abstract words when connected with the left hemisphere since the two hemispheres can collaborate. Following a right-hemisphere lesion, this contribution is diminished. In contrast, when disconnected from the support of the left hemisphere, the processes sustained by the right appear to be more suitable for the processing of concrete words. Interestingly, it has never been demonstrated that what the right hemisphere can do when disconnected (functionally or anatomically) from the left hemisphere is representative of its contribution when the two hemi-

spheres have the opportunity or the obligation to collaborate. In agreement with this remark, Joannette, Lecours, Lepage, and Lamoureux (1983) reported that right-brain-damaged subjects produced phonological errors despite the literature stating that the normal right hemisphere does not sustain any phonological capacity (see Hannequin, Goulet, & Joannette, 1988, for a review). In the same vein, following the administration of the Right Hemisphere Communication Battery (Gardner & Brownell, 1986) to split-brain patients, Zaidel and Kasher (1988) concluded that the linguistic profile of the disconnected right-hemisphere underestimates the contribution of the normal right hemisphere to language functions. More recently, Banich and Karol (1992) reported that the nature of bihemispheric processing cannot be predicted by the performance of the isolated hemisphere. In Banich and Karol (1992), the performance of the hemispheres working together was not compatible with an additive model nor with any interaction of the capabilities of the two isolated hemispheres. According to the propositions formulated in the present study, the capacities found in the disconnected right hemisphere would correspond to the residual functioning of that hemisphere when deprived from the support of the left. This might also be the case in deep dyslexia assuming that the "right-hemisphere hypothesis" is the actual explanation for the reading capacity preserved in such disorder. Indeed, better reading of concrete words than of abstract words might correspond to the residual capacity of the right hemisphere when partially or totally deprived from the support of the left hemisphere.

Beyond RBDs' difficulties in producing words in context, an important finding was that only half of these subjects appeared as really impaired, or performed really inadequately in a sentence completion task. This observation could be considered relatively trivial. However, it becomes relevant when one considers that the neuropsychological literature often suggests that all right-brain-damaged patients have problems with one or another components of verbal communication. A fact which is also not true for the left-brain-damaged population. For instance, in their review of the literature devoted to the investigation of the pragmatic aspects of communication in brain-damaged patients, Foldi, Ciccone, and Gardner (1983) concluded that "patients with right-brain damage are apparently not successful in processing more complex aspects of language" (p. 82); they added that "in the case of more complex instances of language use, . . . right-hemisphere damaged patients have difficulty in appreciating nonliteral meanings, as in jokes and metaphors . . ." (p. 82). Myers (1984), in her review of the communicative disorders of right-brain-damaged patients, stated that "there has long existed an intuitive knowledge among speech-language pathologists that right hemisphere-damaged patients do not communicate adequately" (p. 177). She concluded that "it is not surprising that right-hemisphere patients . . . have difficulty

utilizing and responding to all extra linguistic or pragmatic aspects of communication . . ." (p. 201). This kind of generalization, be it voluntarily done or not, has implications at the clinical level (Tompkins, Boada, McGarry, Jones, Rahn, & Ranier, 1993) as well as for theoretical considerations with respect to the lateralization of the brain. On the basis of the results reported in the present study, it is clear that this issue should be investigated further.

Henceforth, rather than asking if a right hemisphere lesion can impair linguistic functioning, it should be asked who are those right-brain-damaged patients showing such linguistic impairments? Results obtained in the present study indicate that the profile of RBDs showing inadequate performance in a sentence completion task remains to be determined. Indeed, this study failed to specify the distinctive features of these subjects. Age, education, sex, handedness, second language ability, number of days from the onset of the lesion, and familial history of ambidexterity or left-handedness as well as anatomical factors such as the site of the lesion did not appear as statistically determining factors. At least, these factors do not appear to be determinants when considered individually in a small group of subjects. Consequently, in order to specify the profile of the RBDs who are impaired in a sentence completion task, the interaction of different factors should be investigated. Other factors should be considered such as general intellectual functioning before and after the onset of the brain damage as well as lesion size. Some factors studied here could also be reconsidered. For instance, the lesion site should be determined more rigorously by the use of metabolic-based methods of brain imaging (e.g., PET-scan). However, there is no guarantee that a more sophisticated anatomoclinical approach will provide a better answer to the initial question. Indeed, referring to CT- and isotope-scans of their subjects, Kertesz and Dobrowolski (1981) failed to show a clear relationship between constructional and visuospatial deficits found in right-brain-damaged patients, on the one hand, and the localization and the size of the lesion on the other hand. These authors also reported that the lesion sites considered (frontal, central cortical, central deep, parietal, and occipital) did not have a significant influence on the language abilities investigated (writing, reading, and comprehension). In the same vein, Borod, Andelman, Obler, Tweedy, and Welkowitz (1992) have recently failed to find any relation between lesion sites and the particular deficits of the RBDs for the processing of emotionally loaded words.

The present study suggests that, in right-handers, a right-hemisphere injury can influence performance on a sentence completion task, and this becomes a real impairment when the processing of abstract contexts or concepts are required, or when the context given by the sentence is not sufficiently constraining. Results of this study are consistent with Eisenson's claims concerning the "linguistic" deficit found with a right-

hemisphere injury and the possible contribution of the right hemisphere to verbal communication, although such a contribution might not be specifically linguistic in nature or directly linked with the level of concreteness of the words to process. As this contribution is further defined, the exact profile of the right-handers most sensitive to a right-hemisphere lesion has yet to be determined.

APPENDIX: THE 10 SENTENCES

Concrete Sentences

1. Le bûcheron coupe un _____.
3. Il s'assoit sur une _____.
5. Le boucher coupe sa viande avec un _____.
7. Lorsqu'il entendit l'explosion, il alla voir à la _____.
9. La nuit venue, il alluma la _____ du salon.

Abstract Sentences

2. Les parents ont de l' _____ pour leurs enfants.
4. En cette société de luxe, les gens recherchent le _____.
6. Marchant sans arrêt depuis le matin, la _____ les avait envahis.
8. Pour faire respecter leurs droits, ils ont eu recours à la _____.
10. Dans le jeu, les gens recherchent surtout le _____.

REFERENCES

- Banich, M. T., & Karol, D. L. 1992. The sum of the parts does not equal the whole: Evidence from bihemispheric processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 763-784.
- Baudot, J. 1970. *Fréquence des mots en français*. Montréal: Université de Montréal.
- Bierwisch, M., & Schreuder, R. 1992. From concepts to lexical items. *Cognition*, 42, 23-60.
- Bloise, C. G. R., & Tompkins, C. A. 1993. Right brain damage and inference revision revisited. In M. L. Lemme (Ed.), *Clinical aphasiology*. Austin: Pro-Ed. Vol. 21, pp. 145-155.
- Borod, J. C., Andelman, F., Obler, L. K., Tweedy, J. R., & Welkowitz, J. 1992. Right hemisphere specialization for the identification of emotional words and sentences: Evidence from stroke patients. *Neuropsychologia*, 30, 827-844.
- Bradshaw, J. L., & Nettleton, N. C. 1983. *Human cerebral asymmetry*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Brownell, H. H., Potter, H. H., & Michelow, D. 1984. Sensitivity to lexical denotation and connotation in brain-damaged patients: A double dissociation? *Brain and Language*, 22, 253-265.
- Brownell, H. H., Simpson, T. L., Bihrlé, A. M., Potter, H. H., & Gardner, H. 1990.

- Appreciation of metaphoric alternative word meaning by left and right brain-damaged patients. *Neuropsychologia*, 28, 375-383.
- Chiarello, C., & Church, K. L. 1986. Lexical judgments after right- or left-hemisphere injury. *Neuropsychologia*, 24, 623-630.
- Code, C. 1987. *Language aphasia and the right hemisphere*. Chichester: Wiley.
- Coltheart, M. 1980. Deep dyslexia: A right hemisphere hypothesis. In M. Coltheart, K. Patterson, & J. C. Marshall (Eds), *Deep dyslexia* London: Routledge and Kegan Paul. Pp. 326-380.
- Eisenson, J. 1959. Language dysfunctions associated with right brain damage. *American Speech and Hearing Association*, 1, 107.
- Eisenson, J. 1962. Language and intellectual modifications associated with right cerebral damage. *Language and Speech*, 5, 49-53.
- Eisenson, J. 1973. Right-brain damage and higher intellectual functions. In J. Eisenson (Ed.), *Adult aphasia*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Foldi, N. S., Ciconè, M., & Gardner, H. 1983. Pragmatic aspects of communication in brain-damaged patients. In S. J. Segalowitz (Ed.), *Language functions and brain organization*. New York: Academic Press. Pp. 51-86.
- Gagnon, J., Goulet, P., & Joanette, Y. 1989. Activation automatique et contrôlée du savoir lexico-sémantique chez les cérébrolésés-droits. *Langages*, 96, 95-111.
- Gainotti, G., Caltagirone, C., & Miceli, G. 1979. Semantic disorders of auditory language comprehension in right-brain-damaged patients. *Journal of Psycholinguistic Research*, 8, 13-20.
- Gainotti, G., Caltagirone, C., & Miceli, G. 1983. Selective impairment of semantic-lexical discrimination in right-brain-damaged patients. In E. Perecman (Ed.), *Cognitive processing in the right hemisphere*. New York: Academic Press. Pp. 149-167.
- Gainotti, G., Caltagirone, C., Miceli, G., & Masullo, C. 1981. Selective semantic-lexical impairment of language comprehension in right-brain-damaged patients. *Brain and Language*, 13, 201-211.
- Gardner, H., & Brownell, H. 1986. *Right hemisphere communication battery*. Boston: Psychology Service, VAMC, Boston, MA.
- Hannequin, D., Goulet, P., & Joanette, Y. 1988. *La contribution de l'hémisphère droit à la communication verbale*. Paris: Masson.
- Joanette, Y., & Goulet, P. 1986. Criterion-specific reduction of verbal fluency in right brain-damaged right-handers. *Neuropsychologia*, 24, 875-879.
- Joanette, Y., Goulet, P., & Daoust, H. 1991. Incidence et profils des troubles de la communication verbale chez les cérébrolésés droits. *Revue de Neuropsychologie*, 1, 3-27.
- Joanette, Y., Goulet, P., & Hannequin, D. 1990. *Right hemisphere and verbal communication*. New York: Springer-Verlag.
- Joanette, Y., Goulet, P., & Hannequin, D. (in press). Verbal communication deficits after right-hemisphere damage. In G. Blanken, J. Dittmann, H. Grimm, J. C. Marshall, & C.-W. Wallesch (Eds.), *Linguistic disorders and pathologies*. Berlin: Walter De Gruyter & Co.
- Joanette, Y., Lecours, A. R., Lepage, Y., & Lamoureux, M. 1983. Language in right-handers with right-hemisphere lesions: A preliminary study including anatomical, genetic, and social factors. *Brain and Language*, 20, 217-248.
- Jones-Gotman, M. 1979. Incidental learning of image-mediated or pronounced words after right temporal lobectomy. *Cortex*, 15, 187-197.
- Jones-Gotman, M., & Milner B. 1978. Right temporal-lobe contribution to image-mediated verbal learning. *Neuropsychologia*, 16, 61-71.
- Juillard, A., Brodin, D., & Davidovitch, C. 1970. *Frequency dictionary of french words*. The Hague: Mouton.
- Kertesz, A., & Dobrowolski, S. 1981. Right-hemisphere deficits, lesion size and location. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 3, 283-299.

- Kremin, E. 1984. Comments on pathological reading behavior due to lesions of the left hemisphere. In R. N. Malatesha & H. A. Whitaker (Eds.), *Dyslexia: A global issue*. The Hague: Martinus Nijhoff. Pp. 273-309.
- Laine, M., & Niemi, J. 1988. Word fluency production strategies of neurological patterns: Semantic and phonological clustering. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10, 28.
- Lambert, A. J. 1982. Right hemisphere language ability. 1. Clinical evidence. *Current Psychological Review*, 2, 77-94.
- Lesser, R. 1974. Verbal comprehension in aphasia: An English version of three Italian tests. *Cortex*, 10, 247-263.
- Levelt, W. J. M. 1992. Accessing words in speech production: Stages, processes and representations. *Cognition*, 42, 1-22.
- Millar, J. M., & Whitaker, H. A. 1983. The right hemisphere's contribution to language: A review of the evidence from brain-damaged subjects. In S. J. Segalowitz (Ed.), *Language functions and brain organization*. New York: Academic Press.
- Myers, P. S. 1984. Right hemisphere impairment. In A. L. Holland, *Language disorders in adults*. San Diego: College-Hill Press. Pp. 178-208.
- Oldfield, O. D. 1971. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Saffran, E. M., Boggy, L. C., Schwartz, M. F., & Marin, O. S. M. 1980. Does deep dyslexia reflect right-hemisphere reading? In M. Coltheart, K. Patterson, & J. C. Marshall (Eds.), *Deep dyslexia*. London: Routledge and Kegan Paul. Pp. 381-406.
- Searleman, M. 1977. A review of right hemisphere linguistic capabilities. *Psychological Bulletin*, 84, 503-528.
- Siegel, S., & Castellan, N. J. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. New York: McGraw-Hill. 2nd ed.
- Tompkins, C. A., Boada, R., McGarry, K., Jones, J., Rahn, A. E., & Ranier, S. 1993. Connected speech characteristics of right-hemisphere-damaged adults: A reexamination. In M. C. Lemme (Ed.), *Clinical aphasiology*. Austin: Pro-Ed. Vol. 21, pp. 113-122.
- Villardita, C. 1987. Verbal memory and semantic clustering in right brain-damaged patients. *Neuropsychologia*, 25, 277-280.
- Warrington, E. K. 1981. Concrete word dyslexia. *British Journal of Psychology*, 72, 175-196.
- Zaidel, E., & Kasher, A. 1988. The right hemisphere communication battery: Performance of commissurotomy and hemispherectomy patients. Paper presented at the 26th annual meeting of the Academy of Aphasia, Montréal, Canada.

Quatrième étude

Contribution of the Right Hemisphere to the Processing of Concrete Words

Pierre Rainville, Pierre Goulet, and Yves Joanette

In spite of controversies, numerous studies have suggested that the right hemisphere (RH) of right-handers demonstrates some lexical-semantic abilities (see Joanette, Goulet, & Hannequin, 1990, for a review). For instance, the specificity of the RH lexicon has been investigated in divided visual-field studies in normal subjects, by manipulating word concreteness. A number of these studies showed a weak right visual-field (RVF) advantage or no asymmetry with concrete words, while abstract words gave rise to a large RVF advantage in lexical decisions (Bub & Lewine, 1988; Day, 1977, 1979; Mannhaupt, 1983; Rastatter, Dell, McGuire, & Loren, 1987), naming (Bradshaw & Gates, 1978; Bruyer & Racquez, 1985; Ellis & Shepherd, 1974; Hines, 1976, 1977; Lambert & Beaumont, 1983; Marcel & Patterson, 1978; Young & Ellis, 1985) and semantic judgment (Day, 1977). These observations were interpreted as reflecting lexical-semantic abilities of the RH specific to concrete words (e.g., Day, 1977).

Results of divided visual-field studies are informative with respect to the lexical-semantic potential of the RH, but cannot be taken as evidence of a necessary RH participation in normal processing (Joanette et al., 1990). The demonstration of a deficit in tasks requiring the participation of lexical-semantic processes after right hemisphere damage (RHD) would argue for such a RH contribution. For example, the ability of RHD patients to match a spoken word to a target picture is normal in the presence of phonologic distractors and impaired with semantic distractors (Gainotti, Caltagirone, Miceli, & Masulo, 1981; Lesser, 1974). Furthermore, Chiarello and Church (1986) observed a deficit following RHD in the detection of a semantic relation between two concrete words, but Goulet and Joanette (1988) observed normal

performance by RHD adults matching two abstract synonyms in the presence of a semantic distractor. The results of several recent studies, taken together, are consistent with the hypothesis of a deficit after RHD that is specific to the lexical-semantic processing of concrete words.

The present study tested the hypothesis that concrete word lexical-semantic processing requires RH integrity. Thus, we investigated the lexical-semantic abilities of RHD patients by comparing their performance with that of non-brain-damaged controls in lexical decision and semantic judgment tasks using abstract and concrete words. A left hemisphere-damaged (LHD) group was also tested to evaluate the specificity of any observed RHD deficit. These conditions were developed to meet the requirements of a double dissociation (Jones, 1983; Teuber, 1955) or a reversed association (Dunn & Kirsner, 1988).

METHOD

Subjects

Twenty patients with single, unilateral, focal brain damage (vascular etiology) were included in one of two groups: 10 RHD and 10 LHD patients. Lesion sites were confirmed by computerized tomographic scans in 15 patients (7 RHD and 8 LHD). No clinical signs of bilateral brain damage were documented for the remaining 5 patients. The delay between stroke onset and testing varied from 56 to 266 days and was comparable for the two groups [$t(18) = 0.13, p > .05$] (see Table 1). All

Table 1. Characteristics of the Right Hemisphere-Damaged (RHD), Left Hemisphere-Damaged (LHD), and Control Subjects

	<i>RHD</i>	<i>LHD</i>	<i>Control</i>
<i>n</i>	10	10	20
Mean age (years)	61.2 (10.7)	61.8 (10.7)	61.3 (11.0)
Mean education (years)	10.7 (2.3)	10.0 (3.1)	10.0 (3.5)
Sex (F/M)	7/3	7/3	12/8
Mean days postonset	92 (30)	100 (62)	—

Note: Standard deviation is given in parentheses.

brain-damaged patients had intact central vision and did not show clinical signs of unilateral visual hemineglect. Eight LHD patients had aphasic symptoms and showed at least partly preserved written single word comprehension, assessed by the *Protocole Montréal-Toulouse d'Examen Linguistique de l'Aphasie* (Nespoulous et al., 1986). Two LHD subjects were nonaphasic, and none of the RHD patients showed aphasic symptoms.

Twenty neurologically normal hospitalized patients were individually matched to brain-damaged patients according to age and education to form a control group. The three groups were comparable in age, education, and sex (see Table 1). All subjects were right-handed, were native French speakers, and had normal or corrected-to-normal vision.

Stimuli and Procedure

Stimuli for the lexical decision task consisted of 60 French nouns and 60 nonwords of three to nine letters. Nouns consisted of 30 abstract (concreteness rating ≤ 3.56 , $M = 2.98$, $SD = 0.29$) and 30 concrete (concreteness rating ≥ 5.41 , $M = 5.91$, $SD = 0.25$) nouns according to the mean concreteness rating of their English equivalents (Toglia & Batig, 1978). Abstract and concrete nouns were individually matched for length (abstract: $M = 6.3$ letters, $SD = 1.6$; concrete: $M = 6.4$ letters, $SD = 1.3$) and word frequency (abstract: $M = 67$, $SD = 99$; concrete: $M = 67$, $SD = 100$) (Baudot, 1989). Phonologically acceptable nonwords were derived from the words by changing two or more letters. Stimuli were displayed horizontally and centrally for 100 msec following a fixation point. Subjects were asked to respond "yes" if the letter string was a word and "no" if otherwise.

For the semantic judgment task, nouns taken from 9 abstract and 8 concrete semantic categories were selected to constitute 23 abstract and 23 concrete related pairs. The nouns were also redistributed to create 23 abstract and 23 concrete unrelated pairs, for a total of 92 pairs. The English equivalents of the abstract nouns had a mean concreteness rating less than 4.85 ($M = 3.59$, $SD = 0.57$) and the concrete nouns' concreteness rating exceeded 4.96 ($M = 5.95$, $SD = 0.34$) (Toglia & Batig, 1978). Abstract and concrete pairs were matched on length (abstract: $M = 6.3$ letters, $SD = 2.0$; concrete: $M = 6.9$ letters, $SD = 2.3$) and word frequency (abstract: $M = 86$, $SD = 164$; concrete: $M = 85$, $SD = 157$) (Baudot, 1989). Each word pair was free of orthographic or phonetic-similarity. Following a fixation point, the two words of each pair were presented simultaneously, horizontally and side-by-side in the center of the screen, and remained until the subject responded. Subjects were asked to respond "yes" to related and "no" to unrelated pairs.

In both tasks, subjects responded by moving a vertical lever on the sagittal plane with a movement of abduction ("yes") or adduction ("no") using their right hand (RHD and 10 matched control subjects) or left hand (LHD and 10 matched control subjects). Stimulus presentation was controlled and responses were recorded via a Macintosh (Mac SE) using *PsychLab*, version 0.85 (Gum & Bub, 1988).

Performance was evaluated with nonparametric indexes for sensitivity (A') and bias (B'') (Brown Grier, 1971) derived from the signal detection theory (McNichol, 1972). A mixed design analysis of variance (ANOVA) was conducted on A' in the lexical decision task and on A' and B'' in the semantic judgment task. These analyses included group as the between-subject factor and concreteness as a within-subject factor. In the lexical decision task, there was one type of distractor, namely nonwords, so a global B'' was computed for each subject and, consequently, the analysis of variance included only group as a between-subject factor.

RESULTS

In the semantic judgment task, A' was transformed to $2\text{Arcsin}\sqrt{A'}$ to equalize variances, as suggested by McNichol (1972). Transformations were not needed otherwise. The control group was first divided into two subgroups according to the laterality of the manual response and tested for differences on sensitivity or bias. No laterality effect or interaction between laterality and sensitivity or bias reached significance; thus, further analyses compared RHD and LHD groups to a single control group, using corrections for unequal sample sizes (Winer, 1971).

Lexical Decision Task

In the lexical decision task, group [$F(2, 37) = 3.76, p < .05$] and concreteness [$F(1, 37) = 32.81, p < .0001$] effects reached significance on sensitivity (Figure 1). Groups also showed different patterns of performance across the two levels of concreteness, as confirmed by the interaction between group and concreteness [$F(2, 37) = 3.82, p < .05$]. Simple effects analysis revealed a significant group effect with abstract words [$F(2, 37) = 4.07, p < .05$] and no significant group effect with concrete words [$F(2, 37) = 3.17, p > .05$]. Tukey A tests showed a significant difference only between LHD and control groups with abstract words. All groups presented a comparable negative bias, indicating that errors consisted mainly of false alarms [$F(2, 37) = 0.57, p > .05$] (Figure 2).

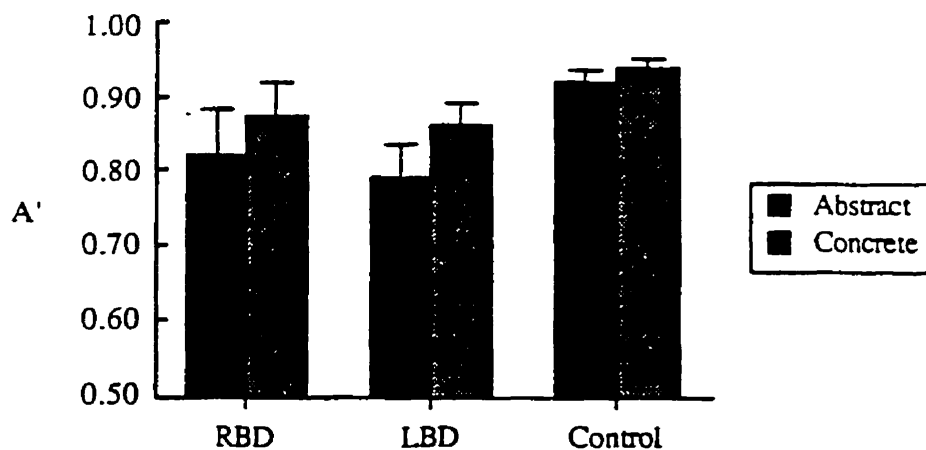


Figure 1. Mean sensitivity scores (A') and standard error for concrete and abstract words in the lexical decision task for RBD, LBD, and control subjects. Perfect performance corresponds to a sensitivity score of 1, and chance level is 0.5.

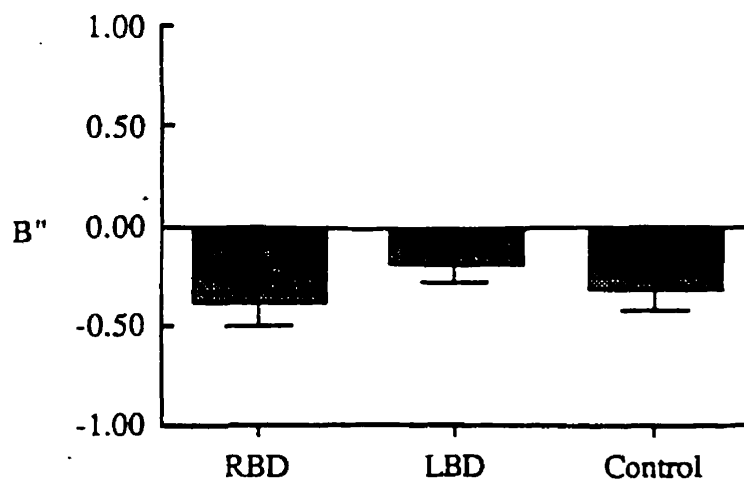


Figure 2. Mean bias scores (B'') and standard error for RBD, LBD, and control subjects in the lexical decision task. A negative B'' value indicates a loose criterion (a high rate of false positive responses), and a positive B'' value corresponds to a strict criterion (a high rate of false negative responses).

Semantic Judgment Task

For the semantic judgment task, the analysis of transformed λ' values showed group [$F(2, 37) = 3.98, p < .05$] and concreteness [$F(1, 37) = 25.50, p < .0001$] effects (Figure 3). However, Tukey A comparison of group sensitivity did not show any significant differences. The concreteness effect reflected the concrete word advantage. The concreteness effect was not significant for bias [$F(1, 37) = 2.99, p > .05$], whereas the groups differed on this variable [$F(2, 37) = 4.98, p < .01$]. RHD and LHD bias scores differed, but neither brain-damaged group was significantly different from the control group (Tukey A). RHD subjects presented a "no" bias, and LHD subjects presented a near-zero bias (Figure 4). The group effect for bias did not interact with concreteness [$F(2, 37) = 1.50, p > .05$].

DISCUSSION

The hypothesis that concrete word lexical-semantic processing requires the integrity of the RH was not supported by the data. In both tasks,

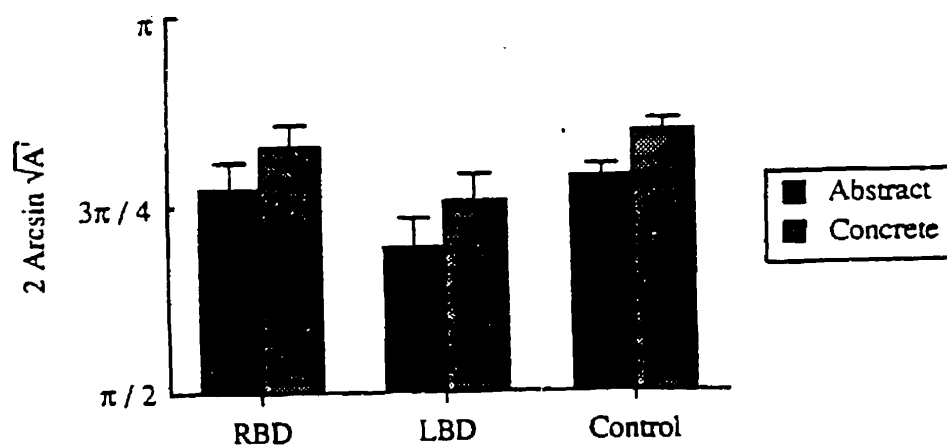


Figure 3. Mean transformed sensitivity scores ($2\text{Arcsin}\sqrt{A'}$) and standard error for concrete and abstract words in the semantic judgment task for RHD, LHD, and control subjects. Following the transformation, sensitivity varies from $\pi/2$ (chance level) to π (perfect performance).

no RHD group deficit was clearly evidenced. This result suggests that the RH's potential, observed in some divided visual-field studies, may not normally contribute to processing of concrete words. The LHD subjects' impairment with abstract words observed in the lexical decision task is consistent with the hypothesis of a RH contribution specific to concrete word processing, but does not demand such interpretation. The LHD group's mean performance was inferior to that of the control group and the interaction may simply reflect a higher sensitivity of abstract word processing to left hemisphere-damage disorders.

The absence of impairment for the RHD group in the present study may reflect in part the heterogeneity of the RHD population (Joanette & Goulet, 1994). Brain-injured subjects were tested after a relatively short postonset delay to prevent the possibility of effects of newly acquired abilities by the RH. However, this selection bias could have led to the exclusion of some RHD patients because of associated symptoms (e.g., hemianopia, hemineglect) that prevented them from performing at a higher than chance level. This short delay postonset contrasts with the relatively long delay in the study of Chiarello and Church (1986). It is probable that not all RHD patients demonstrate lexical-semantic impairments, and those who do may have exhibited other neuropsychological symptoms in the acute postonset period. It may be the case that these potentially more affected subjects have been excluded, thus biasing the subject sample.

The choice of hospitalized control subjects in this study may also explain the negative results. Non-neurologically impaired hospitalized subjects with a low level of activity have been reported to show a lower performance in certain cognitive tasks than active healthy subjects residing in the community (Klonoff & Kennedy, 1966). Other studies generally tested nonhospitalized subjects as control subjects (e.g., Chiarello & Church, 1986) or did not mention the control subjects' condition (e.g., Lesser, 1974). This may have amplified any apparent right brain lesion effect.

The difference in bias between brain-damaged groups confirms the importance of comparing sensitivity and not only percentage of hit responses. Chiarello, Nuding, and Pollock (1988) suggested that differences in bias may reflect postlexical operations involved in decisions and production of the response. The possibility of a general group difference in apprehension of the tasks is rendered less plausible by the selectivity of the bias difference to the semantic judgment task. One possible interpretation of this result might be that LHD subjects have a tendency to try to conceal their difficulty in relating words by producing a high rate of positive responses and, consequently, a high rate of false alarms and a low B'' value.

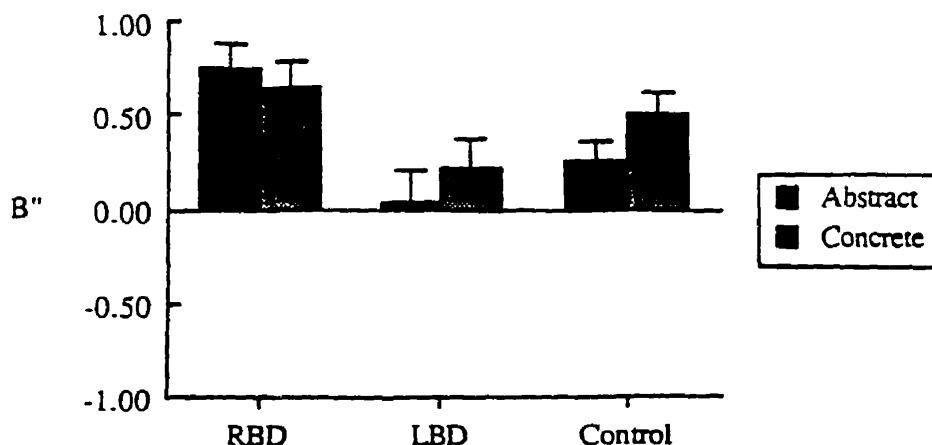


Figure 4. Mean bias scores (B'') and standard error for concrete and abstract words for RHD, LHD, and control subjects in the semantic judgment task.

On the other hand, one may speculate that the exploitation of a qualitatively different semantic network in RHD and LHD patients could explain the observed difference in bias. RHD patients may rely on a more selectively organized semantic network with links between concepts having a high semantic relatedness, whereas LHD patients may rely on a more diffusely organized semantic network, as was suggested by Chiarello (1990). Relying on the former semantic network could result in positive responses only to highly related word pairs and consequently to a stringent decision criterion, whereas the latter network would permit less related concepts to be activated, and could lead to a more lenient criterion.

In conclusion, the present study did not find evidence of a RH contribution specific to the lexical-semantic processing of concrete words. The bias difference observed between RHD and LHD subjects could reflect a qualitative difference in semantic organization between the left hemisphere and right hemisphere, but this hypothesis needs further exploration. The meaning of the bias effect and its underlying processes should be investigated more extensively in different cognitive tasks and in different brain-damaged populations to examine its major theoretical and clinical significance.

REFERENCES

- Baudot, J. (1989). *Fréquence des mots en français: Ordre de Fréquence* [Frequency of words in French: Order of frequency]. Unpublished thesis. Université de Montréal.

- Bradshaw, J. L., & Gates, A. (1978). Visual field differences in verbal tasks: Effect of task familiarity and sex of subject. *Brain and Language*, 5, 166-187.
- Brown Grier, J. (1971). Nonparametric indexes for sensitivity and bias: Computing formulas. *Psychological Bulletin*, 75, 424-429.
- Bruyer, R., & Racquez, F. (1985). Are lateral differences in word processing modulated by concreteness, imageability, both or neither? *International Journal of Neuroscience*, 27, 181-189.
- Bub, D., & Lewine, J. (1988). Different modes of word recognition in the left and right visual fields. *Brain and Language*, 33, 161-168.
- Chiarello, C. (1990). Interpretation of word meanings by the cerebral hemispheres: One is not enough. In P. Shwanenfluegel (Ed.), *The psychology of word meanings*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chiarello, C., & Church, K. L. (1986). Lexical judgments after right- or left-hemisphere injury. *Neuropsychologia*, 24, 623-630.
- Chiarello, C., Nuding, S., & Pollock, A. (1988). Lexical decision and naming asymmetries: Influence of response selection and response bias. *Brain and Language*, 34, 302-314.
- Day, J. (1977). Right-hemisphere language processing in normal right-handers. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 518-528.
- Day, J. (1979). Visual half-field word recognition as a function of syntactic class and imageability. *Neuropsychologia*, 17, 515-519.
- Dunn, J. C., & Kirsner, K. (1988). Discovering functionally independent mental processes: The principle of reversed association. *Psychological Review*, 95, 91-101.
- Ellis, H. D., & Shepherd, J. W. (1974). Recognition of abstract and concrete words presented in the left and right visual fields. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 1035-1036.
- Gainotti, G., Caltagirone, C., Miceli, G., & Masulo, C. (1981). Selective semantic-lexical impairment of language comprehension in right-brain-damaged patients. *Brain and Language*, 13, 201-211.
- Goulet, P., & Joanette, Y. (1988). Semantic processing of abstract words in right brain-damaged patients. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10, 312 [Abstract].
- Gum, T., & Bub, D. (1988). *PsychLab Manual v. 0.85*. Unpublished manual, Montreal Neurological Institute.
- Hines, D. (1976). Recognition of verbs, abstract nouns and concrete nouns from the left and right visual half-fields. *Neuropsychologia*, 14, 211-216.
- Hines, D. (1977). Differences in tachistoscopic recognition between abstract and concrete words as a function of visual half-field and frequency. *Cortex*, 13, 66-73.
- Joanette, Y., & Goulet, P. (1994). Right hemisphere and verbal communication: Conceptual, methodological and clinical issues. *Clinical aphasiology*, 22, 1-23.
- Joanette, Y., Goulet, P., & Hannequin, D. (1990). *Right hemisphere and verbal communication*. New York: Springer.
- Jones, G. V. (1983). On double dissociation of function. *Neuropsychologia*, 21, 397-400.
- Klonoff, H., & Kennedy, M. (1966). A comparative study of cognitive functioning in old age. *Journal of Gerontology*, 2, 239-243.
- Lambert, A. J., & Beaumont, J. G. (1983). Imageability does not interact with visual field in lateral word recognition with oral report. *Brain and Language*, 20, 115-142.

- Lesser, R. (1974). Verbal comprehension in aphasia: An English version of three Italian tests. *Cortex*, 10, 247-263.
- Mannhaupt, H.-R. (1983). Processing of abstract and concrete nouns in a lateralized memory-search task. *Psychological Research*, 45, 91-105.
- Marcel, A. J., & Patterson, R. E. (1978). Word recognition and production: Reciprocity in clinical and normal research. In J. Requin (Ed.), *Attention and performance*, VII (pp. 209-226). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- McNichol, D. (1972). *A primer of signal detection theory*. London: George Allen & Unwin.
- Nespoulous, J. L., Lecours, A. R., Lafond, D., Lemay, A., Puel, M., Joannette, Y., Cot, F., & Rascol, A. (1986). *Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie*. Montreal, Quebec: Centre de Recherche du Centre Hospitalier Côte-Des-Neiges.
- Rastatter, M., Dell, C. W., McGuire, R. A., & Loren, C. (1987). Vocal reaction times to unilaterally presented concrete and abstract words: Toward a theory of differential right hemisphere semantic processing. *Cortex*, 23, 135-142.
- Teuber, H. L. (1955). Physiological psychology. *Annual Review of Psychology*, 6, 267-296.
- Toglia, M. P., & Batig, W. F. (1978). *Handbook of semantic word norms*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Winer, S. (1971). *Statistical principles in experimental design* (2nd ed). New York: McGraw-Hill.
- Young, A. W., & Ellis, A. W. (1985). Different methods of lexical access for words presented in the left and right visual hemifields. *Brain and Language*, 24, 326-358.

Discussion et conclusion

Après avoir appuyé l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit à la dimension sémantique des mots dans le cadre d'épreuves de fluence verbale employées lors d'une première étude (Joanette & Goulet, 1986), les résultats qui viennent d'être présentés ne corroborent pas le bien fondé de cette hypothèse au moment d'une seconde étude (Goulet et al., soumis). Ainsi, dans un premier temps, des sujets souffrant d'un dommage circonscrit à l'hémisphère droit ont obtenu des résultats significativement inférieurs à ceux de sujets normaux uniquement en présence de critères de production de nature sémantique. En revanche, au cours d'une deuxième étude, cette différence entre cérébrolésés droits et sujets normaux a pu être observée que les critères soient de nature sémantique ou orthographique, alors que l'ordre de présentation et le degré de productivité de ceux-ci ont été pris en considération; ce qui n'avait pas été fait lors de l'étude précédente. Les résultats de cette seconde étude, qui corrige certaines faiblesses de la première, ne permettent donc pas de confirmer l'existence d'une contribution de l'hémisphère droit qui serait particulière à la dimension sémantique des mots en opposition à la structure linguistique de ceux-ci.

Cette impossibilité d'établir un rapport direct entre l'hémisphère droit et la sémantique lexicale caractérise également les deux autres études présentées ici et qui traitent de la concrétude des mots. Ainsi, la troisième étude réalisée dans le cadre de ce travail (Goulet & Joanette, 1994) montre bien que des cérébrolésés droits peuvent connaître des difficultés particulières à évoquer des mots abstraits; du moins, lorsqu'il s'agit de compléter une phrase. Cette observation est compatible avec les observations d'Eisenson (1962, 1973) que cette étude voulait d'ailleurs vérifier. Elle présente ainsi un intérêt particulier puisque le travail d'Eisenson (1962, 1973) est parmi les premiers à avoir sensibilisé le monde de la neuropsychologie à la présence de troubles du langage à la suite d'une lésion de l'hémisphère droit chez le droitier. Il a permis d'évoquer l'éventualité d'un apport de cet hémisphère au langage chez l'adulte droitier à une époque où cette fonction était encore considérée exclusive à l'hémisphère gauche. Cependant, une analyse qualitative des conduites des sujets qui

participent au présent travail, dont celles des erreurs commises, révèle qu'il n'est pas assuré que les difficultés des cérébrolésés droits relèvent spécifiquement de la signification des mots. Enfin, la dernière étude présentée ici (Rainville et al., 1995) n'a pas permis de mettre en évidence un impact négatif d'une lésion de l'hémisphère droit qui soit vraiment significatif lorsque les sujets doivent décider du caractère lexical de mots concrets ou abstraits, ou encore lorsqu'ils doivent juger de la présence d'un lien de cohyponymie entre de tels mots. Les résultats de ces deux études ne sont donc pas compatibles avec une contribution particulière de l'hémisphère droit à l'endroit du traitement des mots concrets. L'hypothèse de cette contribution constitue pourtant une prédiction directe, quoique peut-être un peu simpliste, de travaux réalisés auprès de sujets normaux (Joanette et al., 1990).

Dans l'ensemble, les quatre études qui viennent d'être présentées ne sont donc pas des plus favorables à l'idée que l'hémisphère droit du droitier sous-tende une contribution qui soit particulière à la sémantique lexicale ou même à la sémantique. D'autres aspects de l'activité cognitive peuvent être évoqués afin d'expliquer les difficultés notées auprès des cérébrolésés droits. Ainsi, un ralentissement général et une fatigabilité anormale sont d'autres explications qui peuvent être avancées afin de rendre compte de la moindre productivité des cérébrolésés droits lors des épreuves de fluence lexicale. Un trouble attentionnel, des difficultés à se conformer à un contexte avec précision, à inhiber des éléments de ce contexte ou des associations, ou encore à cerner les dimensions les plus pertinentes d'un message ou d'une idée doivent pour leur part être pris en considération lorsqu'il s'agit d'interpréter les résultats obtenus par ces patients à l'épreuve de complètement de phrases. Malgré l'absence de difficultés marquées lors de l'épreuve de jugement sémantique, il demeure possible qu'une lésion de l'hémisphère droit s'accompagne d'un recours à des stratégies comportementales particulières qui ne mettraient pas directement en cause le traitement du sens des mots. Il peut alors s'agir d'attitudes ou de stratégies succédant à la compréhension des mots ou post-sémantiques. L'existence de biais de réponse différents chez les cérébrolésés droits et gauches lorsqu'ils doivent détecter la présence d'un lien sémantique entre des mots appuie cette éventualité. D'autres résultats rapportés dans la littérature peuvent être interprétés dans le même esprit. Les difficultés observées chez les cérébrolésés droits lors d'épreuves exigeant le traitement du sens métaphorique des mots en sont des exemples (Brownell et al., 1984, 1990; Tompkins, 1990).

Malgré l'éventualité d'explications alternatives, l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit du droitier à la sémantique lexicale ne peut pas être définitivement rejetée. En effet, il demeure que les cérébrolésés droits ont plus de difficulté que des individus

normaux pour produire des mots respectant un critère de production, ou pour trouver le mot juste permettant de compléter une phrase (Goulet & Joanette, 1994; Joanette & Goulet, 1986). L'absence d'effet significatif d'un dommage de l'hémisphère droit lors d'épreuves de décision lexicale ou de jugement sémantique, que les mots en cause soient abstraits ou concrets, peut être imputable à l'insensibilité des conditions expérimentales mises en place à l'existence d'une déficience relevant de la sémantique lexicale. D'ailleurs, les résultats obtenus à l'épreuve de jugement sémantique contrastent avec ceux d'autres études (Chiarello & Church, 1986; Gagnon et al., 1994). Somme toute, la réponse qu'il est possible d'apporter ici à la question de la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale comporte une large part d'incertitude. Il ne paraît pas souhaitable de reprendre ici chacune des discussions qui suivent la présentation des quatre études présentées précédemment. Les paragraphes à venir proposent plutôt de s'attarder à l'essentiel du message qui se dégage de ces études. Dans un premier temps, il s'agit de situer les indications fournies par celles-ci en faisant référence au cadre plus général que représente l'ensemble des observations dans lequel elles s'inscrivent. Cette démarche est suivie de commentaires relatifs à la façon d'aborder la question de la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale chez l'adulte droitier. Certains d'entre eux ont déjà été évoqués dans ce travail mais il paraît pertinent de les rappeler. Ces deux étapes donneront ainsi l'occasion de faire à nouveau le point sur cette question.

L'hémisphère droit et le traitement du sens des mots

Il est indéniable qu'il existe une relation entre l'hémisphère gauche du droitier et le langage. Considérant celle-ci, que dire du rôle de l'hémisphère droit à l'endroit de la sémantique lexicale ? Les études réalisées auprès de patients commissurotomisés sont largement citées par la littérature comme étant favorables à la thèse d'une conception relative de l'asymétrie cérébrale en ce qui concerne le langage (e.g., Code, 1987; Joanette et al., 1990). L'hémisphère droit du commissurotomisé est alors décrit comme étant détenteur d'un important potentiel sémantique qui lui permettrait de traiter le sens des mots. Toutefois, les observations réalisées auprès des commissurotomisés souffrent d'au moins deux problèmes: elles concernent peu d'individus et rien n'assure qu'elles témoignent d'une contribution effective de l'hémisphère droit au traitement du sens des mots. L'impact de ces critiques sur la façon de concevoir l'asymétrie fonctionnelle est toutefois atténué par les résultats d'études menées auprès de sujets normaux par l'entremise de la projection latéralisée de stimuli (voir la partie précédente de ce travail consacrée à ces résultats). Plusieurs de ceux-ci appuient

également l'hypothèse de capacités sémantiques sous-tendues par l'hémisphère droit est amplement appuyée. D'ailleurs, les capacités dont témoignent les résultats de ces études surpassent parfois celles indiquées par les travaux entrepris auprès des commissurotomisés (Zaidel et al., 1988). Ces résultats sont, eux-aussi, abondamment mentionnés lorsqu'il s'agit d'avancer la thèse d'une asymétrie relative du cerveau (e.g., Bradshaw & Nettleton, 1983; Chiarello, 1991). Or, encore là, rien n'assure que les résultats dont il est question signifient que l'hémisphère droit sous-tend un système de représentations ou des mécanismes sémantiques permettant au sujet normal de traiter correctement le sens des mots. Les données recueillies auprès de cérébrolésés droits prennent alors une importance capitale. Selon une interprétation de celles-ci, il est permis de croire que l'intégrité de l'hémisphère droit est nécessaire au traitement adéquat de la composante sémantique des mots au moment de la compréhension ou de la production de ces derniers. Cependant, il demeure incertain que ces données témoignent vraiment d'une contribution de l'hémisphère qui soit à la fois strictement de nature sémantique, ou propre à la sémantique lexicale, et spécifiquement sous-tendue par l'hémisphère droit. D'ailleurs, les difficultés observées auprès des cérébrolésés droits lors d'épreuves nécessitant le traitement de la signification de mots sont souvent attribuées à des dimensions cognitives autres que sémantiques, ou à une altération du fonctionnement normal de l'hémisphère gauche consécutive à un dommage de l'hémisphère droit (e.g., Bergego et al., 1993; Gainotti et al., 1979, 1981, 1983; Moscovitch, 1981; Searleman, 1977, 1983). Les indications obtenues par l'entremise des quatre études rapportées ici sont entièrement compatibles avec de telles éventualités. Du moins, dans l'hypothèse où l'hémisphère droit sous-tendrait un apport d'ordre sémantique au traitement normal des mots, les résultats de ces quatre études ne montrent pas que celui-ci est indispensable. Il demeure donc possible que l'intégrité de l'hémisphère gauche soit suffisante pour rencontrer les exigences d'ordre sémantiques des tâches employées dans le cadre de ces études.

Nonobstant les conditions de leur obtention, les renseignements obtenus suite à l'anesthésie sélective de l'hémisphère gauche, à une hémisphérectomie gauche ou par l'analyse de l'activité physiologique du cerveau normal sont quant à eux peu favorables à la présence de compétences lexico-sémantiques sous-tendues par l'hémisphère droit de l'adulte de droitier. Lorsqu'ils le sont, ces compétences paraissent très restreintes. À la lumière de ces renseignements, les résultats des quatre études rapportées dans les pages précédentes sont peu étonnants. Cependant, le contraste qui existe entre ces résultats et l'absence presque totale de troubles du langage généralement rapportée à la suite de l'anesthésie ou d'une résection de l'hémisphère droit demande une explication. Le présent travail ne permet pas d'apporter celle-ci. Néanmoins, à titre indicatif, il semble pertinent d'évoquer l'hypothèse

qu'un tel constat résulte du recours à des moyens insuffisants pour permettre l'observation de tels troubles ou du moins, celle de difficultés lors de la réalisation de conduites mettant en cause le langage d'une manière ou d'une autre.

Les résultats recueillis au cours des quatre études rapportées dans ce travail s'ajoutent à un corpus de renseignements déjà fort complexe. Des indications convergentes côtoient des données discordantes à l'intérieur de ce corpus. Confronté à cette situation, il paraît pertinent de s'interroger sur la valeur de ce corpus. Les quatre études précédentes ont tenté de le faire en s'attardant à la validité de certains faits ou indications fournies par ce corpus. Or, il est fort probable que cette façon de procéder soit insuffisante. Sans discréditer la valeur de celle-ci, il paraît opportun d'évoquer ici d'autres démarches pouvant être entreprises en parallèle.

Commentaires de nature méthodologique

Dans l'avenir, il serait souhaitable de non seulement vérifier les faits et indications rapportés dans la littérature quant à la contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale, mais aussi de vérifier la validité des différents moyens mis en oeuvre pour obtenir ces informations. Les modes d'acquisition de tels renseignements qui ne sont pratiquement plus praticables aujourd'hui devraient également être soumis à cet examen (e.g., commissurotomie majeure en une seule étape, hémisphérectomie). La convergence des renseignements recueillis n'étant pas totale, il pourrait s'avérer particulièrement vain d'établir des conclusions sur la base d'études dont la validité est incertaine. Cette incertitude relève de nombreux facteurs dont plusieurs ont déjà été signalés au cours des pages précédentes. L'anormalité de l'organisation fonctionnelle du cerveau de certains sujets souffrant d'un dysfonctionnement cérébral, la durée et la qualité de l'examen des sujets (cf. anesthésie d'un hémisphère, hémisphérectomisés), l'éventualité d'un effet à distance ou les différentes interprétations possibles des patrons d'activation physiologique sont des exemples de ces facteurs. Le problème consiste alors à trouver une façon d'éprouver la validité de chaque source puisque la recherche de résultats convergents semblent insuffisante pour assurer celle-ci. Les approches méthodologiques les plus susceptibles d'éprouver directement l'hypothèse de contributions plutôt que celle de compétences devraient être les premières visées par cette démarche de validation. Une façon de contribuer à cette entreprise consiste à préciser ou améliorer le cadre interprétatif des études consacrées à l'analyse de l'activité cérébrale. Certains postulats sous-jacents à ce type d'étude devraient être mis à l'épreuve (pour une liste de certains de ces postulats voir Sergent, 1992). Par exemple, il n'est aucunement assuré

que la contribution d'une région cérébrale à une conduite donnée se traduise par une augmentation de l'activité physiologique de cette région (Sergent, 1992). Ainsi, il est possible que plus une région est fonctionnellement spécialisée, moins elle nécessite d'énergie pour réaliser la composante fonctionnelle qui lui est assignée (Sergent, 1992; Parks et al., 1988). Pourtant le postulat d'une corrélation positive entre l'activité physiologique de certaines zones cérébrales et l'activation de composantes cognitives est souvent accepté dans ce type d'étude.

Une autre façon de s'attaquer au problème de la validité des informations pertinentes à l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit au traitement du sens des mots, consiste à mieux comprendre et considérer les conséquences d'une lésion cérébrale. Les troubles du langage consécutifs à une lésion de l'hémisphère droit sont souvent qualitativement similaires à ceux observées à la suite d'une lésion de l'hémisphère gauche. Les difficultés à porter des jugements sémantiques ou lors d'épreuves de fluence lexicale sont des exemples. De plus, la plupart correspondent soit à la simple observation d'un déficit ou à une simple dissociation fonctionnelle où une conduite ayant une composante sémantique est plus affectée qu'une autre dimension linguistique ou lexicale. Il est alors difficile de trancher entre l'hypothèse d'une influence directe de la lésion de l'hémisphère droit et celle d'un effet à distance affectant l'hémisphère gauche. Une façon de contribuer à la solution de ce type de problème serait de recourir aux techniques d'imagerie fonctionnelle afin de mieux documenter un possible effet à distance (à ce sujet voir Goulet & Siéoff, 1995). Établir une relation entre l'ampleur et/ou la durée de ce dernier et les déficiences comportementales serait alors à envisager.

La recherche de résultats compatibles avec une double dissociation anatomo-fonctionnelle représente également une façon de prendre en considération l'éventualité d'un effet à distance interhémisphérique. C'est ce qui a été tentée, sans succès, dans le cadre de la quatrième étude rapportée ici. La présence d'une telle dissociation est un critère généralement accepté pour vérifier l'existence d'un lien particulier entre une structure cérébrale et une composante fonctionnelle (Jones, 1983; Shallice, 1988). Dans le cas présent, une double dissociation pertinente se traduirait par la présence de déficiences plus marquées pour une dimension sémantique X à la suite d'une lésion de l'hémisphère droit en comparaison aux conséquences d'une lésion de l'hémisphère gauche, alors que l'impact relatif des lésions cérébrales droite et gauche serait inversé en regard d'une autre dimension sémantique. Or, les composantes ou tâches sémantiques pour lesquelles il est possible de prévoir des déficiences plus importantes à la suite d'une lésion de l'hémisphère droit qu'après un dommage de l'hémisphère gauche sont rares. Tant que les compétences ou contributions de

l'hémisphère droit sont jugées égales ou inférieures à celles de l'hémisphère gauche une telle prédiction est pratiquement impossible. Dans le cadre de la dernière étude présentée ici (Rainville et al., 1995), la concrétude des mots a été retenue afin de tenter de mettre en évidence une double dissociation. Ce choix présentait un risque. Ainsi, bien que le traitement des mots concrets soit parfois jugé supérieur à celui des mots abstraits lorsque les stimuli sont adressés à l'hémisphère droit de sujets normaux, il demeure inférieur ou égal à celui observé lors de présentations faites à l'hémisphère gauche. De plus, cette prédilection de l'hémisphère droit pour les mots concrets ne fait pas l'unanimité. En effet, les résultats favorables à celle-ci sont contredits par d'autres reposant sur la même approche méthodologique (Boles, 1983; Bruyer & Racquez, 1985; Eviatar, Menn & Zaidel, 1990; Howell & Bryden, 1987; Lambert & Beaumont, 1983; McMullen & Bryden, 1987; Oreinstein & Meighan, 1976; Saffran, Bogyo, Schwartz & Marin, 1980; Schmuller & Goodman, 1979; Shanon, 1979a). Ils sont aussi en contradiction avec la capacité de traitement des mots abstraits dont serait capable l'hémisphère droit de certains commissurotomisés (Zaidel, 1976). D'autres facteurs susceptibles de révéler une double dissociation devront être recherchés et mieux étudiés dans l'avenir. A titre indicatif, le sens métaphorique des mots pourrait être candidat à ce chapitre (voir Brownell et al., 1990).

Hormis le choix d'un paramètre sémantique critique, la recherche d'une double dissociation se heurte au problème de la constitution d'un groupe de cérébrolésés gauches auquel il est possible de comparer des cérébrolésés droits tout en s'assurant que l'hémisphère lésé est la seule variable qui distingue les deux groupes de sujets. Ce problème découle en partie du fait que les cérébrolésés gauches sont susceptibles de présenter des troubles linguistiques autres que sémantiques, qui n'ont pas l'ampleur d'une aphasie mais qui peuvent néanmoins interférer avec la réalisation des tâches. Afin d'éviter l'influence de ce type de variable parasite, il est souhaitable de recruter des sujets ne présentant pas de troubles linguistiques autres que sémantiques. Toutefois l'impact lésionnel aspécifique ou général affectant les cérébrolésés gauches recrutés doit demeurer comparable à celui présent chez les sujets souffrant d'un dommage à l'hémisphère droit. Or, cette dernière restriction est susceptible de rendre impossible l'observation de troubles lexico-sémantiques auprès des cérébrolésés droits (à ce sujet voir Gainotti et al., 1979, 1981, 1983). Une alternative consiste à tenter d'évaluer l'impact de troubles non sémantiques sur la réalisation des épreuves employées et de vérifier si une éventuelle double dissociation résiste à cette analyse.

Les quelques lignes précédentes ne donnent qu'un aperçu des problèmes que posent la recherche d'une double dissociation favorable à une contribution de l'hémisphère droit à la sémantique lexicale. Ceux-ci rendent difficile la vérification d'une telle contribution. La mise

en évidence de doubles dissociations est alors jugée comme étant un impératif à l'association de conduites particulières à des zones cérébrales tout aussi particulières lorsque les sujets à l'étude sont des patients souffrant d'un dommage cérébral. Toutefois, la double dissociation constitue un impératif dans la mesure où le cadre théorique retenu considère l'effet à distance comme un artefact, comme un phénomène parasite dépourvu de signification en ce qui concerne l'attribution de fonctions particulières à des zones circonscrites du cerveau. Or, la notion de diaschisis proposée par Monakov (voir Mourgue, 1921) accorde une interprétation différente de ce type de phénomène. Selon celle-ci, l'effet à distance témoigne d'une relation fonctionnelle entre deux structures. L'activité de celles-ci assureraient une même fonction. Selon la terminologie contemporaine, l'effet à distance témoignerait d'un réseau fonctionnel. Dans cette perspective, l'effet à distance affectant l'hémisphère gauche à la suite d'un dommage de l'hémisphère droit signifie que les deux hémisphères apportent une contribution à la composante cognitive à l'étude. Il s'agit alors de trouver une approche expérimentale permettant de trancher entre ces deux positions théoriques qui permettent d'interpréter les effets à distance de manières bien différentes.

Un autre point qui mérite une attention particulière en regard de la discordance qui existe au sein du corpus d'informations relatives aux compétences et contributions lexico-sémantiques de l'hémisphère droit réside dans une possible hétérogénéité de l'organisation fonctionnelle du cerveau du droitier typique. Certaines indications suggèrent en effet que de telles compétences ou contributions ne peuvent être observées que chez quelques droitiers. Ainsi, l'étude ayant eu recours ici à une épreuve de complétion de phrases (Goulet & Joannette, 1994) révèle qu'uniquement la moitié des cérébrolésés droits obtiennent des résultats qui s'écartent des valeurs obtenues auprès de sujets normaux. Dans le même ordre d'idée, il faut rappeler que peu de sujets commissurotomisés ou hémisphérectomisés sont détenteurs d'un hémisphère droit auquel il semble possible d'attribuer certaines compétences lexico-sémantiques (Gazzaniga, 1983a; Gazzaniga, Nass, Reeves & Roberts, 1984; Zaidel, 1990). Des chiffres obtenus à la suite de l'anesthésie sélective d'hémisphères droits indiquent que 20% des sujets manifestent un trouble du langage (Kurthen et al., 1994; Loring et al., 1990). En outre, selon certains, seul un petit nombre de cérébrolésés droits (environ 10%) manifestent des troubles significatifs lors de tâches de dénomination d'images ou réalisée à partir de définitions (Cappa, Papagno & Vallar, 1990; Coughlan & Warrington, 1978). Pour leur part, Desmond et al. (1995) observent une activité physiologique de l'hémisphère droit concomitante avec l'appréciation du caractère concret ou abstrait de mots chez un seul de leurs trois sujets. Ces quelques indications ne sont que des exemples de témoignages d'une hétérogénéité. Or, celle-ci est appuyée par une revue plus générale de la

littérature consacrées aux divers problèmes de communication présent au sein de la population des cérébrolésés droits (Joanette, Goulet & Daoust, 1991). Compte tenu de ces divers signes d'hétérogénéité, il s'avère possible que la latéralisation fonctionnelle du cerveau en regard des composantes nécessaires au traitement du sens des mots varie au sein de la population des droitiers. Les raisons de cette variabilité devraient être identifiées. Certains paramètres (e.g., présence de gauchers dans la famille, sexe) écartés au début de ce travail pourraient être reconsidérés bien que cela ait été tenté sans succès dans le cadre de la troisième étude présentée ici. Dans la mesure où la variabilité interindividuelle dont il est question peut témoigner d'une asymétrie fonctionnelle différente selon les droitiers en cause, cette variabilité invite à une certaine prudence quant aux généralisations possibles à l'égard de l'ensemble des droitiers.

Conclusion

Le présent travail avait pour objectif de vérifier certaines indications proposées par la littérature neuropsychologique comme étant favorables à l'hypothèse d'une contribution de l'hémisphère droit qui serait propre à la sémantique lexicale chez le droitier typique. Ces indications avaient principalement trait à deux dissociations fonctionnelles susceptibles de caractériser la contribution de l'hémisphère droit au traitement des mots. Selon la première, cette contribution serait plus marquée pour les aspects sémantiques des mots que pour la structure linguistique (orthographique et/ou phonologique) de ceux-ci. Selon la seconde, la contribution de l'hémisphère droit serait particulière aux mots concrets ou aux mots abstraits. Afin de parvenir à cette vérification quatre études ont été réalisées auprès de cérébrolésés droits. Les deux premières faisaient appel à des épreuves de fluence lexicale. La troisième exigeait que les sujets complètent des phrases en produisant des mots concrets ou abstraits. La dernière impliquait des épreuves de décision lexicale et de jugement sémantique portant sur des mots concrets et d'autres abstraits. De l'ensemble de ces quatre études il ressort qu'un dommage à l'hémisphère droit chez un adulte droitier peut être accompagné de troubles pour produire des mots. Toutefois, les résultats obtenus ne sont compatibles qu'avec une seule des dissociations que ce travail comptait vérifier. Celle-ci concerne les difficultés particulières que posent le complètement de phrases requérant des mots abstraits. Par ailleurs, ces résultats n'assurent aucunement que les troubles observés relèvent spécifiquement de la sémantique lexicale. Ces résultats ne permettent donc que d'alimenter les controverses qui existent au sein du corpus d'indications relatives aux compétences et contributions de l'hémisphère droit en regard de la sémantique lexicale et dont une synthèse

est exposée dans ce travail. Tenant compte de cette controverse, à laquelle contribue de nombreux problèmes méthodologiques une conclusion prudente s'impose. Selon celle-ci, il existe bel et bien des faits suggérant une contribution de l'hémisphère droit du droitier qui serait particulière à la sémantique lexicale mais ces faits ne permettent pas de confirmer l'existence de cette contribution. Plus précisément, il y a actuellement une insuffisance de faits permettant de croire à cette contribution tout en rejetant définitivement la thèse de l'exclusivité de l'hémisphère gauche en regard des activités ou processus spécifiques à cette dimension du langage. L'insuffisance de faits évoquée ici relève de l'absence d'une démonstration empirique rigoureuse quant à l'existence d'une telle contribution. Cette conclusion, qui tient pourtant compte de données récentes, rejoint la position adoptée par Moscovitch (1981) et Lambert (1982a,b), voilà maintenant quinze ans, relativement à la contribution de l'hémisphère droit au langage. En définitive, affirmer aujourd'hui que l'hémisphère droit du droitier typique contribue à la sémantique lexicale ou que celle-ci repose uniquement sur le substrat de l'hémisphère gauche relève surtout d'un acte de foi.

Références

- Abernethy, M. & Coney, J. (1990). Semantic and phonemic priming in the cerebral hemispheres. Neuropsychologia, 28, 933-945.
- Abernethy, M. & Coney, J. (1993). Associative priming in the hemispheres as a function of SOA. Neuropsychologia, 31, 1397-1409.
- Abernethy, M. & Coney, J. (1996). Semantic category priming in the left cerebral hemisphere. Neuropsychologia, 34, 339-350.
- Albert, M.L. & Sandson, J. (1986). Perseveration in aphasia. Cortex, 22, 103-115.
- Annett, M. (1982). Handedness. In J.G. Beaumont (Ed.), Divided visual field studies of cerebral organisation (pp. 195-215). New York: Academic press.
- Bastiaanse, R., Stowe, L. & Holstege, G. (1995). Semantic categories in the brain: a PET study. Brain and language, 51, 14-16.
- Baynes, K. (1990). Language and reading in the right hemisphere: highways or byways of the brain ? Journal of cognitive neuroscience, 2, 159-179.
- Baynes, K. & Gazzaniga, M.S. (1988). Right hemisphere language: insights into normal language mechanisms ? F. Plum (Ed.), Language, communication, and the brain (pp.117-126). New York: Raven press.
- Baynes, K., Tramo, M.J. & Gazzaniga, M.S. (1992). Reading with a limited lexicon in the right hemisphere of a callosotomy patient. Neuropsychologia, 30, 187-200.
- Beaumont, J.G. (1981). Split brain studies and the duality of consciousness. In G. Underwood & R. Stevens (Eds.), Aspects of consciousness volume 2 (pp. 189-213). New York: Academic press.
- Beaumont, J.G. (1982). Introduction. In J.G. Beaumont (Ed.), Divided visual field studies of cerebral organisation (pp. 1-9). Toronto: Academic press.
- Beaumont, J.G. (1983). Methods for studying cerebral hemisphere function. In A.W. Young (Ed.), Functions of the right cerebral hemisphere (pp. 114-146). New York: Academic press.

- Bellugi, U. (1983). Language structure and language breakdown in American sign language. In M. Studdert-Kennedy (Ed.), Psychobiology of language (pp. 152-176). Cambridge: MIT press.
- Benson, D. F. (1985). Language in the left hemisphere. In D.F. Benson & E. Zaidel (Eds), The dual brain (pp. 193-203). New York: Guilford press.
- Bentin, S. & Gordon, W. (1979). Assessment of cognitive asymmetries in brain-damaged and normals subjects: validation of a test battery. Journal of neurology, neurosurgery and psychiatry, 42, 715-723.
- Benton, A. (1991). The Hécaen-Zangwill legacy: hemispheric dominance examined. Neuropsychology review, 2, 267-280.
- Benton, A.J. (1968). Differential behavioral effects in frontal lobe disease. Neuropsychologia, 6, 53-60.
- Bergego, C., Deloche, G., Pradat-Diehl, P., Robineau, F. & Lauriot-Prévost, M.-C. (1993). Visual recognition in right brain-damaged patients: evidence from a tachistoscopic confrontation naming task. Brain and language, 44, 181-190.
- Bertelson, P. (1981). The nature of hemispheric specialization: why should there be a single principle ? The behavioral and brain sciences, 4, 63-64.
- Bishop, D. & Byng, S. (1984). Assessing semantic comprehension: methodological considerations, and a new clinical test. Cognitive neuropsychology, 1, 233-243.
- Bogen, J.E. (1985). The dual brain: some historical and methodological aspects. In D.F. Benson & E. Zaidel (Eds.), The dual brain (pp.27-43). New York: Guilford.
- Boles, D.B. (1983). Dissociated imageability, concreteness, and familiarity in lateralized word recognition. Memory and cognition, 11, 511-519.
- Boles, D.B. (1987). Reaction time asymmetry through bilateral versus unilateral stimulus presentation. Brain and cognition, 6, 321-333.
- Boles, D.B. (1989). Do visual field asymmetries intercorrelate ? Neuropsychologia, 27, 697-704.

- Boller, F. (1968). Latent aphasia: right and left "non aphasic" brain-damaged patients compared. Cortex, 4, 245-256.
- Bolter, J.F., Long, C.J. & Wagner, M. (1983). The utility of the Thurstone word fluency test in identifying cortical damage. Clinical neuropsychology, 5, 77-82.
- Borkowsky, J.G., Benton, A.L., & Spreen, O. (1967). Word fluency and brain damage. Neuropsychologia, 5, 135-140.
- Bornstein, R.A. (1986). Contribution of various neuropsychological measures to detection of frontal lobe impairment. International journal of clinical neuropsychology, 8, 18-22.
- Borod, J.C. (1992). Interhemispheric and intrahemispheric control of emotion: a focus on unilateral brain damage. Journal of consulting and clinical psychology, 60, 339-348.
- Borod, J.C., Andelman, F., Obler, L.K., Tweedy, J.R., & Welkowitz, J. (1992). Right hemisphere specialization for the identification of emotional words and sentences: evidence from stroke patients. Neuropsychologia, 30, 827-844.
- Boulton, A.A., Baker, G.B. & Hiscock, M. (1990). Neuromethods-17. Neuropsychology. Clifton: Humana press.
- Bradshaw, J.L. (1980). Right-hemisphere language: familial and nonfamilial sinistrals, cognitive deficits and writing hand position in sinistrals, and concrete-abstract, imageable-nonimageable dimensions in word recognition. A review of interrelated issues. Brain and language, 10, 172-188.
- Bradshaw, J.L. (1989). Hemispheric specialization and psychological function. Toronto: Wiley.
- Bradshaw, J.L. (1990). Methods for studying human laterality. In A.A. Boulton, G.B. Baker, & M. Hiscock (Eds.), Neuromethods 17. Neuropsychology (pp. 225-280) Clifton: Humana press.
- Bradshaw, J.L. & Nettleton, N.C. (1981). The nature of hemispheric specialization in man. The behavioral and brain sciences, 4, 51-91.
- Bradshaw, J. & Rogers, L. (1993). The evolution of lateral asymmetries. language, tool use, and intellect. Toronto: Academic press.

- Brown, J. (1983). Rethinking the right hemisphere. In E. Perecman (Ed.), Cognitive processing in the right hemisphere (pp. 41-53). New York: Academic press.
- Brownell, H.H. (1988). Appreciation of metaphoric and connotative word meaning by brain-damaged patients. In C. Chiarello (Ed.): Right hemisphere contributions to lexical semantics (pp. 19-32). Berlin: Springer-Verlag.
- Brownell, H.H., Potter, H.H. & Michelow, D. (1984). Sensitivity to lexical denotation and connotation in brain-damaged patients: a double dissociation ? Brain and language, 22, 253-265.
- Brownell, H.H., Simpson, T.L., Bihrlé, A.M., Potter, H.H., & Gardner, H. (1990). Appreciation of metaphoric alternative word meanings by left and right brain-damaged patients. Neuropsychologia, 28, 375-383.
- Bruel, J.H. & Albee, G.W. (1962). Higher intellectual functions in a patient with hemispherectomy for tumors. Journal of consulting psychology, 26, 90-98.
- Bruyer, R. & Racquez, F. (1985). Are lateral differences in word processing modulated by concreteness, imageability, both, or neither ? International journal of neurosciences, 27, 181-189.
- Bruyer, R. & Strypstein, E. (1985). Concreteness and imageability in lateral differences in word perception. Cahiers de psychologie cognitive, 5, 111-125.
- Bruyer, R. & Tuyumbu, B. (1980). Fluence verbale et lésions du cortex cérébral: performances et types d'erreurs. L'Encéphale, 6, 287-297.
- Bryan, K.L. (1988). Assessment of language disorders after right hemisphere damage. British journal of disorders of communication, 23, 111-125.
- Bryden, M.P. (1982). Laterality. New York: Academic press.
- Bub, D. & Lewine, J. (1988). Different modes of word recognition in the left and right visual fields. Brain and language, 33, 161-188.
- Burgess, C. & Simpson, G.B. (1988). Cerebral hemispheric mechanisms in the retrieval of ambiguous word meanings. Brain and language, 33, 86-103.

- Burklund, C.W. (1972). Cerebral hemisphere function in the human: fact versus tradition. In W.L. Smith (Ed.), Drugs, development, and cerebral function (pp. 8-36). Springfield: Thomas.
- Caplan, D. (1994). Language and the brain. In M.A. Gernsbacher (Ed.), Handbook of psycholinguistics (pp. 1023-1053). New York: Academic press.
- Cappa, S., Papagno, C. & Vallar, G. (1990). Language and verbal memory after right hemispheric stroke: a clinical-CT scan study. Neuropsychologia, 28, 503-509.
- Caron, J. (1989). Précis de psycholinguistique. Paris: Presses universitaires de France.
- Cavalli, M., De Renzi, E., Faglioni, P. & Vitale, A. (1981). Impairment of right-brain damaged patients on a linguistic cognitive task. Cortex, 17, 545-556.
- Chiarello, C. (1985). Hemisphere dynamics in lexical access: automatic and controlled priming. Brain and language, 26, 146-172.
- Chiarello, C. (1988a). Semantic priming in the intact brain: separate roles for the right and left hemispheres ? In C. Chiarello (Ed.), Right hemisphere contributions to lexical semantics (pp.59-69). Berlin: Springer-Verlag.
- Chiarello, C. (1988b). Lateralization of lexical processes in the normal brain: a review of visual half-field research. In H.A. Whitaker (Ed.), Contemporary reviews in neuropsychology (pp. 36-76). New York: Springer-Verlag.
- Chiarello, C. (1991). Interpretation of word meanings by the cerebral hemispheres: one is not enough. In P.J. Schwanenflugel (Ed.), The psychology of word meanings (pp. 251-278). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Chiarello, C., Burgess, C., Richards, L. & Pollock, A. (1990). Semantic and associative priming in the cerebral hemispheres: some words do, some words don't...sometimes, some places. Brain and language, 38, 75-104.
- Chiarello, C. & Church, K.L. (1986). Lexical judgments after right- or left-hemisphere injury. Neuropsychologia, 24, 623-630.
- Chiarello, C., Richards, L. & Pollock, A. (1992). Semantic additivity and semantic inhibition: dissociable processes in the cerebral hemispheres ? Brain and language, 42, 52-76.

- Chiarello, C., Senehi, J. & Nuding, S. (1987). Semantic priming with abstract and concrete words: differential asymmetry may be postlexical. Brain and language, 31, 43-60.
- Chieffi, S., Carlomagni, S., Silveri, M.C. & Gainotti, G. (1989). The influence of semantic and perceptual factors on lexical comprehension in aphasic and right brain-damaged patients. Cortex, 25, 591-598.
- Christensen, P.R. & Guilford, J.P. (1963). An experimental study of verbal fluency factors. The british journal of statistical psychology, 16, 1-26.
- Clark, H. H. & Clark, E.V. (1977). Psychology and language. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Code, C. (1987). Language aphasia and the right hemisphere. Toronto: John Wiley & sons.
- Cohen, G. (1973). Hemispheric differences in serial versus parallel processing. Journal of experimental psychology, 97, 349-356.
- Cohen, G. (1981). Explaining hemispheric asymmetry: new dichotomies for old ? The behavioral and brain sciences, 4, 67.
- Cohen, G. (1982). Theoretical interpretations of lateral asymmetries. In J.G. Beaumont (Ed.), Divided visual field studies of cerebral organisation (pp. 87-111). New York: Academic press.
- Coltheart, M. (1983). The right hemisphere and disorders of reading. In A.W. Young (Ed.): Functions of the right cerebral hemisphere (pp. 171-201). New York: Academic press.
- Cook, N.D. & Beech, A.R. (1990). The cerebral hemispheres and bilateral neural nets. International journal of neuroscience, 52, 201-210.
- Coughlan, A.K. & Warrington, E.K. (1978). Word-comprehension and word-retrieval in patients with localized cerebral lesions. Brain, 101, 163-185.
- Critchley, M. (1962). Speech and speech-loss in relation to duality of the brain. In V.B. Mountcastle (Ed.), Interhemispheric relations and cerebral dominance (pp.208-213). Baltimore: John Hopkins press.
- Cronin-Golomb, A. (1986). Comprehension of abstract concepts in right and left hemispheres of complete commissurotomy subjects. Neuropsychologia, 24, 881-887.

- Cruse, D.A. (1986). Lexical semantics. Cambridge: Cambridge university press.
- Damasio, A.R. (1988). Concluding remarks: neuroscience and cognitive science in the study of language and the brain. In F. Plum (Ed.), Language, communication, and the brain (pp.275-282). New York: Raven press.
- Damasio, H., Tranel, D., Spradling, J. & Alliger, R. (1989). Aphasia in men and women. In A. M. Galaburda (Ed.), From reading to neurons (pp. 307-330). Cambridge: MIT press.
- Day, J. (1977). Right-hemisphere language processing in normal right-handers. Journal of experimental psychology: human perception and performance, 3, 518-528.
- Day, J. (1979). Visual half-life recognition as a function of syntactic class and imageability. Neuropsychologia, 17, 515-519.
- Deloche, G., Seron, X., Scius, G. & Segui, J. (1987). Right hemisphere language processing: lateral difference with imageable and nonimageable ambiguous words. Brain and language, 30, 197-205.
- Démonet, J.-F. et Puel, M. (1994). Aphasie et corrélats cérébraux des fonctions linguistiques. In X. Seron et M. Jeannerod (Eds.), Neuropsychologie humaine (pp. 336-359). Liège: Mardaga.
- Démonet, J.-F., Price, C., Wise, R. & Frackowiak, R.S.J. (1994a). Differential activation of right and left posterior sylvian regions by semantic and phonological tasks: a positron-emission tomography study in normal human subjects. Neuroscience letters, 182, 25-28.
- Démonet, J.-F., Price, C., Wise, R. & Frackowiak, R.S.J. (1994b). A PET study of cognitive strategies in normal subjects during language tasks. Brain, 117, 671-682.
- Démonet, J.-F., Wise, R. & Frackowiak, R.S.J. (1993). Les fonctions linguistiques explorées en tomographie par émission de positons. Médecine/sciences, 9, 934-942.
- Desmond, J.E., Sum, J.M., Wagner, A.D., Demb, J.B., Shear, P.K., Glover, G.H., Gabrieli, J.D.E. & Morell, M.J. (1995). Functional MRI measurement of language lateralization in Wada-tested patients. Brain, 118, 1411-1419.
- Diggs, C.C. & Basili, A.G. (1987). Verbal expression of right cerebrovascular accident patients: convergent and divergent language. Brain and language, 30, 130-146.

- Dingwall, W.O. (1993). The biological bases of human communicative behavior. In J. Berko Gleason & N. Bernstein Ratner (Eds.), Psycholinguistics (pp. 42-88). Montréal: Harcourt Brace Jovanovich college publishers.
- Drews, E. (1987). Qualitively different organizational structures of lexical knowledge in the left and right hemisphere. Neuropsychologia, 25, 419-427.
- Duyckaerts, C. et Hauw, J.-J. (1996). Introduction à l'anatomie fonctionnelle et à la pathologie du système nerveux central humain. In M.I. Botez (Ed.), Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement (2e édition; pp. 25-66). Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Eisenson, J. (1962). Language and intellectual modifications associated with right cerebral damage. Language and speech, 5, 49-53.
- Eisenson, J. (1973). Adult aphasia. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Efron, R. (1990). The decline and fall of hemispheric specialization. Hillsdale: Lawrence Erlbaum associates.
- Ellis, A.w., Hillam, J.C., Cardno, A. & Kay, J. (1991). Processing of words and faces by patients with left and right temporal lobe epilepsy. Behavioural neurology, 4, 121-128.
- Ellis, A.W. & Young, A.W. (1988). Human cognitive neuropsychology. Hillsdale: Lawrence Erlbaum associates.
- Ellis, H.D. & Shepherd, J.W. (1974). Recognition of abstract and concrete words presented in left and right visual fields. Journal of experimental psychology, 103, 1035-1036.
- Eisenson, J. (1959a). Language dysfunction associated with right brain damage. American speech and hearing association, 1, 107.
- Eisenson, J. (1959b). Linguistic and intellectual modifications associated with right brain damaging. Manuscrit non publié.
- Eisenson, J. (1960). A second report on a study of modifications of language function associated with right cerebral damage. Manuscrit non publié.

- Eisenson, J. (1961). Linguistic and intellectual modifications associated with right cerebral damage. Manuscrit non publié.
- Eisenson, J. (1962). Language and intellectual modifications associated with right cerebral damage. Language and speech, 5, 49-53.
- Eisenson, J. (1973). Right-brain damage and higher intellectual functions. In J. Eisenson (Ed.), Adult aphasia(pp.38-41). Appleton-Century-Crofts: Prentice-Hall.
- Eviatar, Z., Menon, L., & Zaidel, E. (1990). Concreteness: nouns, verbs, and hemispheres. Cortex, 26, 611-624.
- Faure, S. & Blanc-Garin, J. (1994). Right hemisphere semantic performance and competence in a case of partial inter-hemispheric disconnection. Brain and language, 47, 557-581.
- Fiez, J.A., Raichle, M.E., Balota, D.A., Tallal, P. & Petersen, S.E. (1996). PET activation of posterior temporal regions during auditory word presentation and verb generation. Cerebral cortex, 6, 1-10.
- French, L., Johnson, D., Brown, I.S. & van Bergen, F. (1955). Hemispherectomy for control of intractable epileptic seizures. Journal of neurosurgery, 12, 154-164.
- Gagnon, J. & Goulet, P. (1992). Des conceptions de Jackson aux modèles contemporains, l'opposition automatique-non automatique est-elle la même ? Revue de neuropsychologie, 2, 117-150.
- Gagnon, J., Goulet, P. et Joannette, Y. (1994). Automatic and controlled activation of lexical-semantic knowledge in right-brain-damaged right-handers. Linguistische Berichte. Special Issue: Neurolinguistics, 6, 33-48.
- Gainotti, G., Caltagirone, C. & Miceli, G. (1979). Semantic disorders of auditory language comprehension in right-brain-damaged patients. Journal of psycholinguistic research, 8, 13-20.
- Gainotti, G., Caltagirone, C. & Miceli, G. (1983). Selective impairment of semantic-lexical discrimination in right-brain-damaged patients. In E. Perecman (Ed.), Cognitive processing in the right hemisphere (pp.149-167). New York: Academic press.

- Gainotti, G., Caltagirone, C., Miceli, G. & Masullo, C. (1981). Selective semantic-lexical impairment of language comprehension in right-brain-damaged patients. Brain and language, 13, 201-211.
- Gardner, H., Silverman, J., Wapner, W. & Zurif, E. (1978). The appreciation of antonymic contrasts in aphasia. Brain and language, 6, 301-317.
- Gazzaniga, M.S. (1967). The split brain in man. Scientific american, 217, 24-29.
- Gazzaniga, M.S. (1970). Le cerveau dédoublé. Bruxelles: Dessart et Mardaga.
- Gazzaniga, M.S. (1983a). Right hemisphere language following brain bisection. American psychologist, 38, 525-535.
- Gazzaniga, M.S. (1983b). Reply to Levy and to Zaidel. American psychologist, 38, 547-549.
- Gazzaniga, M.S. (1984). Right hemisphere language: remaining problems. American psychologist, 39, 1494-1496.
- Gazzaniga, M.S., Bogen, J.E. & Sperry, R.W. (1965). Observations on visual perception after disconnexion of the cerebral hemispheres in man. Brain, 88, 222-236.
- Gazzaniga, M.S. & Hillyard, S. (1971). Language and speech capacity of the right hemisphere. Neuropsychologia, 9, 273-280.
- Gazzaniga, M.S., LeDoux, J.E., & Wilson, D.H. (1977). Language, praxis, and the right hemisphere: clues to some mechanisms of consciousness. Neurology, 27, 1144-1147.
- Gazzaniga, M.S. & Miller, G. (1989). The recognition of antonymy by a language-enriched right hemisphere. Journal of cognitive neuroscience, 1, 187-193.
- Gazzaniga, M.S., Nass, R., Reeves, A. & Roberts, D. (1984). Neurologic perspective on right hemisphere language following surgical section of the corpus callosum. Seminars in neurology, 4, 126-135.
- Gazzaniga, M.S., Smylie, C.S., Baynes, K., Hirst, W., & McCleary, C. (1984). Profiles of right hemisphere language and speech following brain bisection. Brain and language, 22, 206-220.

- Gazzaniga, M.S. & Sperry, R.W. (1965). Language in human patients after brain bisection. Federation proceedings, 27, 522.
- Gazzaniga, M.S. & Sperry, R.W. (1967). Language after section of the cerebral commissures. Brain, 90, 131-148.
- Germain, C. & LeBlanc, R. (1982). La sémantique. Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Geschwind, N. (1965). Disconnexion syndromes in animals and man. Brain, 88, 237-294, 585-644.
- Geschwind, N. & Levitsky, W. (1968). Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region. Science, 161, 186-187.
- Goldberg, E. & Costa, L.D. (1981). Hemispheric differences in the acquisition and use of descriptive systems. Brain and language, 14, 144-173.
- Goldenberg, G., Podreka, I., Steiner, M. & Willmes, K. (1987). Patterns of regional cerebral blood flow related to memorizing of high and low imagery words- an emission computer tomography study. Neuropsychologia, 25, 473-485.
- Goodglass, H., Graves, R. & Landis, T. (1980). Le rôle de l'hémisphère droit dans la lecture. Neurologie, 136, 669-673.
- Gordon, H.W. (1980). Right hemisphere comprehension of verbs in patients with complete forbrain commissurotomy: use of the dichotic method and manual performance. Brain and language, 11, 76-86.
- Gott, P. (1973). Cognitive abilities following right and left hemispherectomy. Cortex, 9, 266-274.
- Goulet, P. & Joanette, Y. (1988). Semantic processing of abstract words in right brain-damaged patients. Journal of clinical and experimental neuropsychology, 10, 312.
- Goulet, P. & Joanette, Y. (1994). Sentence completion task in right-brain-damaged right-handers: Eisenson's study revisited. Brain and language, 46, 257-277.
- Goulet, P., Joanette, Y., Sabourin, L. & Giroux, F. (soumis). Word fluency after a right hemisphere lesion. Neuropsychologia.

- Goulet, P. & Siéroff, E. (1995). L'impact des méthodes de recherche en neuropsychologie humaine et son illustration par l'étude des effets à distance. Revue de neuropsychologie, 5, 129-160.
- Grossman, M. (1981). A bird is a bird: making reference within and without superordinate categories. Brain and language, 12, 313-331.
- Guilford, J.P. (1972). Thurstone's primary mental abilities and structure-of-intellect abilities. Psychological bulletin, 77, 129-143.
- Habib, M. & Demonet, J.-F. (1996). Cognitive neuroanatomy of language: the contribution of functional neuroimaging. Aphasiology, 10, 217-234.
- Habib, M., Demonet, J.-F. & Frackowiak, R. (1996). Neuroanatomie cognitive du langage: contribution de l'imagerie fonctionnelle cérébrale. Revue neurologique, 152, 249-260.
- Hannay, H.J. (1986). Some issues and concerns in neuropsychological research: an introduction. In H.J. Hannay (Ed.), Experimental techniques in human neuropsychology (pp. 3-14). New York: Oxford University press.
- Hannequin, D., Goulet, P., & Joannette, Y. (1988). La contribution de l'hémisphère droit à la communication verbale. Paris: Masson.
- Harshman, R.A. & Lundy, M.E. (1988). Can dichotic listening measure "degree of lateralization" ? In K. Hugdahl (Ed.), Handbook of dichotic listening: theory, methods and research (pp. 215-282). Chichester: Wiley.
- Hart, J., Lesser, R.P., Fisher, R.S., Schwerdt, P., Bryan, R.N. & Gordon, B. (1991). Dominant-side intracarotid amobarbital spares comprehension of word-meaning. Archives of neurology, 48, 55-58.
- Hebb, D.O. (1974). Psychologie science moderne. Montréal: RHW.
- Hécaen, H. (1977). La dominance cérébrale. La recherche, 76, 238-244.
- Hécaen, H. & Dubois, J. (1969). La naissance de la neuropsychologie du langage. Paris: Flammarion.

- Heeschen, C. (1979). On the representation of classificatory and propositional lexical relations in the human brain. In R. Bäuerle, U. Egli & A. von Stechow (Eds.), Semantics from different points of view (pp. 364-375). New York: Springer-Verlag.
- Hellige, J.B. (1993). Hemispheric asymmetry. Cambridge: Harvard university press.
- Hier, D. & Kaplan, J. (1980). Verbal comprehension deficits after right hemisphere damage. Applied psycholinguistics, 1, 279-294.
- Hillert, D. (1992). Lexical semantics and aphasia: a state-of-the-art review. Journal of neurolinguistics, 7, 23-65.
- Hines, D. (1976). Recognition of verbs, abstract nouns and concrete nouns from the left and right visual fields. Neuropsychologia, 14, 211-216.
- Hines, D. (1977). Differences in tachistoscopic recognition between abstract and concrete words as a function of visual half-field and frequency. Cortex, 13, 66-73.
- Hirsh-Pasek, K., Reeves, L.M. & Golinkoff, R. (1993). Words and meaning: from primitives to complex organization. In J. Berko Gleason & N. Bernstein Ratner (Eds.), Psycholinguistics (pp. 133-197). Montréal: Harcourt Brace Jovanovich.
- Hiscock, M., Hiscock, C.K. & Inch, R. (1991). Is there a sex difference in visual laterality ? Journal of clinical and experimental neuropsychology, 13, 37.
- Hiscock, M., Inch, R., Jacek, C., Hiscock-Kalil, C. & Kalil, K.M. (1994). Is there a sex difference in human laterality ? I. An exhaustive survey of auditory laterality studies from six neuropsychology journals. Journal of clinical and experimental neuropsychology, 16, 423-435.
- Howard, D., Patterson, K., Wise, R., Brown, W.D., Friston, K., Weller, C. & Frackowiak, R. (1992). The cortical localisation of the lexicons: PET evidence. Brain, 115, 1769-1782.
- Howell, J.R. & Bryden, M.P. (1987). The effects of word orientation and imageability on visual half-field presentations with lexical decision task. Neuropsychologia, 25, 527-538.
- Jimenez, M. (1990). Dualisme, monisme et émergence. In X. Seron (Ed.), Psychologie et cerveau (pp. 301-314). Paris: Presses universitaires de France.

- Joanette, Y. (1981). Contribution à l'étude anatomo-clinique des troubles du langage dans les lésions cérébrales droites du droitier. Montréal: Librairie de l'Université de Montréal.
- Joanette, Y. & Goulet, P. (1986). Criterion-specific reduction of verbal fluency in right brain-damaged right-handers. Neuropsychologia, 24, 875-879.
- Joanette, Y., Goulet, P. & Daoust, H. (1991). Incidence et profils des troubles de la communication verbale chez les cérébrolésés droits. Revue de neuropsychologie, 1, 3-27.
- Joanette, Y., Goulet, P. & Hannequin, D. (1990). Right hemisphere and verbal communication. New York: Springer-Verlag.
- Joanette, Y., Lecours, A.R., Lepage, Y. & Lamoureux, M. (1983). Language in right-handers with right-hemisphere lesions: a preliminary study including anatomical, genetic, and social factors. Brain and language, 20, 217-248.
- Jones, G.V. (1983). On double dissociation of function. Neuropsychologia, 21, 397-400.
- Jones-Gotman, M. & Milner, B. (1978). Right temporal-lobe contribution to image-mediated verbal learning. Neuropsychologia, 16, 61-71.
- Juilland, A., Brodin, D. & Davidovitch, C. (1970). Frequency dictionary of french words. Paris: Mouton.
- Keller, E. (1985). Introduction aux systèmes psycholinguistiques. Chicoutimi: Gaëtan Morin.
- Kimura, D. (1961). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canadian journal of psychology, 15, 156-165.
- Kimura, D. (1971). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canadian journal of psychology, 15, 166-171.
- Kimura, D. (1979). Neuromotor mechanisms in the evolution of human communication. In H.D. Steklis & M.J. Raleigh (Eds), Neurobiology of social communication in primates (pp. 197-219). Toronto: Academic press.
- Kimura, D. & Archibald, Y. (1974). Motor functions of the left hemisphere. Brain, 97, 337-350.

- Kinsbourne, M. (1971). Mechanisms of hemispheric interaction in man. In M. Kinsbourne & W. L. Smith (Eds.), Hemispheric disconnection and cerebral function (pp. 260-285). Springfield: Charles C. Thomas.
- Kinsbourne, M. (1975). Lateral interactions in the brain. In M. Kinsbourne & W.L. Smith (Eds.), Hemispheric disconnection and cerebral function (pp.239-259). Springfield: Charles C. Thomas.
- Kirshner, H.S., Casey, P.F., Kelly, M.P. & Webb, W.G. (1987). Anomia in cerebral diseases. Neuropsychologia, 25, 701-705.
- Klein, D., Zatorre, R.J., Milner, B., Meyer, E. & Evans, A.C. (1995). The neural substrates of bilingual language processing: evidence from positron emission tomography. In M. Paradis (Ed.), Aspects of bilingual aphasia (pp.23-36). New York: Elsevier.
- Knopman, D.S., Rubens, A.B., Klassen, A.C. & Meyer, M.W. (1982). Regional cerebral blood flow correlates of auditory processing. Archives of neurology, 39, 487-493.
- Koenig, O., Wetzel, C. & Caramazza, A. (1992). Evidence for different types of lexical representations in the cerebral hemispheres. Cognitive neuropsychology, 9, 33-45.
- Kosslyn S.M. & Koenig, O. (1992). Wet mind. Toronto: Maxwell Macmillan Canada.
- Kurthen, M., Helmstaedter, Ch., Linke, D.B., Hufnagel, A., Elger, C.E. & Schramm, J. (1994). Quantitative and qualitative evaluation of patterns of cerebral language dominance. Brain and language, 46, 536-564.
- Lambert, A.J. (1982a). Right hemisphere language ability: 1. Clinical evidence. Current psychological reviews, 2, 77-94.
- Lambert, A.J. (1982b). Right hemisphere language ability: 2. Evidence from normal subjects. Current psychological reviews, 2, 139-152.
- Lambert, A.J. & Beaumont, J.G. (1981). Comparative processing of imageable nouns in the left and right visual fields. Cortex, 17, 411-418.
- Lambert, A.J. & Beaumont, J.G. (1983). Imageability does not interact with visual field in lateral word recognition with oral report. Brain and language, 20, 115-142.

- Landis, T., Graves, R. & Goodglass, H. (1982). Aphasic reading and writing: possible evidence for right hemisphere participation. Cortex, 18, 105-112.
- Lecours, A.R. (1980). Corrélations anatomo-cliniques de l'aphasie. La zone du langage. Revue neurologique, 136, 591-608.
- Lecours, A.R. & Lhermitte, F. (1979). L'aphasie. Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Lecours, A.R., Mehler, J., Parente, M.A. & Vadeboncoeur, A. (1988). Literacy and the brain. In D. de Kerckhove & C.J. Lumsden (Eds.), The alphabet and the brain (pp.291-300). New York: Springer-Verlag.
- Le Ny, J.-F. (1979). La sémantique psychologique. Paris: Presses Universitaires de France.
- Lesser, R. (1974). Verbal comprehension in aphasia: an English version of three Italian tests. Cortex, 10, 247-263.
- Levelt, W.J.M. (1989). Speaking. Cambridge: MIT press.
- Levy, J. (1969). Possible basis for the evolution of lateral specialization of the human brain. Nature, 224, 614-615.
- Levy, J. (1982). Performance, capacity, and hemispheric dominance for processing and behavior: metacontrolling programs in the central nervous system. Cognition and brain theory, 5, 199-210.
- Levy, J. (1983). Language, cognitions, and the right hemisphere. A response to Gazzaniga. American psychologist, 38, 538-541.
- Levy-Agresti, J. & Sperry, R.W. (1968). Differential perceptual capacities in major and minor hemispheres. Proceedings of the National Academy of Sciences, 61, 1151.
- Levy, J. & Trevarthen, C. (1976). Metacontrol of hemispheric function in human split-brain patients. Journal of experimental psychology: human perception and performance, 2, 299-312.
- Levy, J. & Trevarthen, C. (1977). Perceptual, semantic and phonetic aspects of elementary language processes in split-brain patients. Brain, 100, 105-118.

- Loring, D.W., Meador, K.J. & Lee, G.P. (1992). Criteria and validity issues in Wada assesment. In T.L. Bennett (Ed.), The neuropsychology of epilepsy (pp. 233-245). New York: Plenum.
- Loring, D.W., Meador, K.J., Lee, G.P., Murro, A.M., Smith, J.R., Flanigin, H.F., Gallagher, B.B. et King, D.W. (1990). Cerebral language lateralization: evidence from intracarotid amobarbital testing. Neuropsychologia, 28, 831-838.
- Luria, A.R. (1973). The working brain. New York: Penguin books.
- Lyons, J. (1970). Linguistique générale. Paris: Larousse.
- Mannhaupt, H.R. (1983). Processing of abstract and concrete nouns in lateralized memory-search task. Psychological research, 45, 91-105.
- Marcel, A.J. & Patterson, K.E. (1978). Word recognition and production: reciprocity in clinical and normal research. In J. Requin (Ed.), Attention and performance (Vol. 17, pp. 209-226). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Marcie, P., Hécaen, H., Dubois, J. & Angelergues, R. (1965). Les troubles de la réalisation de la parole au cours des lésions de l'hémisphère droit. Neuropsychologia, 3, 217-247.
- Maspes, P.E. (1948). Le syndrome expérimental chez l'homme de la section du splénium du corps calleux alexie visuelle pure hémianopsique. Revue neurologique, 80, 100-113.
- Mazoyer, B.M. (1994). Cortical areas of language and PET. In L. Picard & G. Salamon (Eds.), 4th refresher course of the ESNR. Language and aphasias (pp. 47-52). Udine: Edizioni del Centauro.
- McCarthy, G., Blamire, A.M., Rothman, D.L., Gruetter, R. & Shulman, R. (1993). Echo-planar magnetic resonance imaging studies of frontal cortex during word generation in humans. Proceedings of the national academy of sciences, 90, 4952-4956.
- McCarthy, R.A. & Warrington, E.K. (1990). Cognitive neuropsychology. New York: Academic press.
- McFarland, K., McFarland, M.L., Bain, J.D. & Ashton, R. (1978). Ear differences of abstract and concrete word recognition. Neuropsychologia, 16, 555-561.

- McGlone, J. (1984). Speech comprehension after unilateral injection of sodium amytal. Brain and language, 22, 150-157.
- McKeever, W.F. (1986). Tachistoscopic methods in neuropsychology. In H.J. Hannay (Ed.), Experimental techniques in human neuropsychology (pp. 167-211). New York: Oxford university press.
- McKeever, W.F., Hoemann, H.W., Florian, V.A. & Van Deventer, A.D. (1976). Evidence of minimal cerebral asymmetries for the processing of English words and American sign language in congenitally deaf. Neuropsychologia, 14, 413-423.
- McKenna, P. & Parry, R. (1994). Category and modality deficits of semantic memory in patients with left hemisphere pathology. Neuropsychological rehabilitation, 4, 283-305.
- McMullen, P.A. & Bryden, M.P. (1987). The effect of word imageability and frequency on hemispheric asymmetry in lexical disorders. Brain and language, 31, 11-25.
- Miceli, G., Caltagirone, C., Gainotti, G., Masullo, C. & Silveri, M.C. (1981). Neuropsychological correlates of localized cerebral lesions in non-aphasic brain-damaged patients. Journal of clinical neuropsychology, 3, 53-63.
- Milberg, W. (1988). Representation, control and interaction: what would a theory of right-hemisphere lexical semantics look like ? In C. Chiarello (Ed.): Right hemisphere contributions to lexical semantics (pp.89-98). Berlin: Springer-Verlag.
- Milner, B. (1964). Some effects of frontal lobectomy in man. In M. Warren & K. Akert (Eds.), The frontal granular cortese and behavior (pp.313-334). New York: McGraw-Hill.
- Moscovitch, M. (1976a). On the representation of language in the right hemisphere of right-handed people. Brain and language, 3, 47-71.
- Moscovitch, M. (1976b). On interpreting data regarding the linguistic competence and performance of the right hemisphere: a reply to Selnes. Brain and language, 3, 590-599.
- Moscovitch, M. (1981). Right-hemisphere language. Topics in language disorders, 1, 41-62.
- Mounin, G. (1974). Dictionnaire de la linguistique. Paris: Presses universitaires de France.

- Mourgue, R. (1921). La notion de diaschisis et le problème de l'évolution de la fonction dans l'oeuvre de Monakov. L'Encéphale, 16, 144-155.
- Murphy, G.L. (1991). Meaning and concepts. In P.J. Schwanenflugel (Ed.), The psychology of word meanings (pp. 11-35). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Myers, J.J. (1984). Right hemisphere language: science or fiction. American psychologist, 39, 315-320.
- Myers, P.S. & Brookshire, R.H. (1995). Effects of noun type on naming performance of right hemisphere-damaged and non-brain-damaged adults. Clinical aphasiology, 23, 195-206.
- Neely, J.H. (1991). Semantic priming effects in visual word recognition: a selective review of current findings and theories. In D. Besner & G.W. Humphreys (Eds), Basic processes in reading visual word recognition (pp. 264-336). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Newcombe, F. (1969). Missile wounds of the brain. London: Oxford University press.
- Newcombe, F., Oldfield, R.C., Ratcliff, G.G. & Windfield, A. (1971). Recognition and naming of objects drawings by men with focal wounds. Journal of neurology, neurosurgery and psychiatry, 34, 329-340.
- Nonoa, O.P. & Ardila, A. (1987). Linguistic abilities in patients with prefrontal damage. Brain and language, 30, 206-225.
- Nottebohm, F. (1979). Origins and mechanisms in the establishment of cerebral dominance. In M.S. Gazzaniga (Ed.), Handbook of behavioral neurobiology, 2, Neuropsychology (pp. 295-344). New York: Plenum press.
- O'Brien, J.D. & Ohio, C. (1936). Further report on case of removal of right cerebral hemisphere. Journal of the American Medical Association, 107, 657.
- Oldfield, R.C. (1966a). Things, words and the brain. Quarterly journal of experimental psychology, 18, 340-353.
- Oldfield, R.C. (1966b). Dénomination d'objets et stockage des mots. Bulletin de psychologie, 247, 733-744.

- Oreinstein, H.B. & Meighan, W.B. (1976). Recognition of bilaterally presented words varying in concreteness and frequency: lateral dominance or sequential processing ? Bulletin of the psychonomic society, 7, 179-180.
- Paivio, A. & Begg, I. (1981). Psychology of language. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Paradis, M. (1985). On the representation of two languages in one brain. Language sciences, 7, 1-39.
- Paradis, M. (1995). Aspects of bilingual aphasia. New York: Elsevier.
- Parkin, A.J. (1996). Explorations in cognitive neuropsychology. Oxford: Blackwell.
- Parks, R.W., Loewenstein, D.A., Dodrill, K.L., Barker, W.W., Yoshii, F., Chang, J.Y., Emran, A., Apicella, A., Sheramata, W.A. & Duara, R. (1988). Cerebral metabolic effects of a verbal fluency test: a PET scan study. Journal of clinical and experimental neuropsychology, 10, 565-575.
- Patterson, K. & Besner, D. (1984). Is the right hemisphere literate? Cognitive neuropsychology, 1, 315-341.
- Pendleton, M.G., Heaton, R.K., Lehman, R.A.W. & Hulihan, D. (1982). Diagnostic utility of the Thurstone word fluency test in neuropsychological evaluations. Journal of clinical neuropsychology, 4, 307-317.
- Perret, E. (1974). The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behavior. Neuropsychologia, 12, 323-330.
- Petersen, S.E., Fox, P.T., Posner, M.I., Mintun, M. & Raichle, M.E. (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. Nature, 331, 585-589.
- Pinker, S. (1995). Facts about human language relevant to its evolution. In J.-P. Changeux & J. Chavillon (Eds.), Origins of the human brain (pp. 262-283). New York: Oxford University press.
- Poizner, H. & Lane, H. (1979). Cerebral asymetry in the perception of American sign language. Brain and language, 7, 210-226.

- Posner, M.I., Petersen, S.E., Fox, P.T. & Raichle, M.E. (1988). Localization of cognitive operations in the human brain. Science, **240**, 1627-1631.
- Rabinowicz, B. & Moscovitch, M. (1984). Right hemisphere literacy: a critique of some recent approaches. Cognitive neuropsychology, **1**, 343-350.
- Rainville, P., Goulet, P. & Joanette, Y. (1995). Contribution of the right hemisphere to the processing of concrete words. Clinical aphasiology, **23**, 207-216.
- Ramier, A. & Hécaen, H. (1970). Rôle respectif des atteintes frontales et de la latéralisation lésionnelle dans les déficits de la "Fluence verbale". Revue neurologique, **123**, 17-22.
- Rastier, F. (1991). Sémantique et recherches cognitives. Paris: Presses universitaires de France.
- Rausch, R. & Risinger, M. (1990). Intracarotid sodium amobarbital procedure. In A.A. Boulton, G.B., Baker & M. Hiscock (Eds.), Neuromethods-17. Neuropsychology (pp.127-146). Clifton: Humana press.
- Restatter, M., Dell, C.W., McGuire, R.A., & Loren, C. (1987). Vocal reaction times to unilaterally presented concrete and abstract words: towards a theory of differential right hemispheric semantic processing. Cortex, **23**, 135-142.
- Reuter-Lorenz, P.A. & Baynes, K. (1992). Modes of lexical access in the callosotomized. Journal of cognitive neuroscience, **4**, 155-164.
- Rivers, D.L. & Love, R.J. (1980). Language performance on visual processing tasks in right hemisphere lesion cases. Brain and language, **10**, 348-366.
- Robert, P. (1973). Dictionnaire alphabétique & analogique de la langue française. Paris: S.N.L.
- Rodel, M., Cook, N.D., Regard, M. & Landis, T. (1992). Hemispheric dissociation in judging semantic relations: complementary for close and distant associates. Brain and language, **43**, 448-459.
- Rodel, M., Dudley, J. & Bourdeau, M. (1983). Hemispheric differences for semantically and phonologically primed nouns: a tachistoscopic study in normals. Perception & psychophysics, **34**, 523-531.

- Rodel, M. Landis, T. & Regard, M. (1989). Hemispheric dissociation in semantic relation. Journal of clinical and experimental neuropsychology, 11, 70.
- Ronson, A. (1994). Contributions de la tomographie par émission de positrons à l'étude du langage. Acta neurologica belgica, 94, 231-238.
- Rowe, S.N. (1937). Mental changes following the removal of the right cerebral hemisphere for brain tumor. American journal of psychiatry, 94, 605-614.
- Saffran, E.M., Boggy, L.C., Schwartz, M.F., & Marin, O.S.M. (1980). Does deep dyslexia reflect right-hemisphere reading ? In M. Coltheart, K. Patterson, & J.C. Marshall (Eds.), Deep dyslexia (pp.381-406). London: Routledge and Kegan Paul.
- Sass, K.J., Spencer, S.S., Westerveld, M. & Spencer, D.D. (1992). The neuropsychology of corpus callosotomy for epilepsy. In T.L. Bennett (Ed.), The neuropsychology of epilepsy (pp.291-308). New York: Plenum press.
- Saussure, F. de (1966). Cours de linguistique générale. Paris: Payot.
- Shallice, T. (1988). From neuropsychology to mental structure. Cambridge: Cambridge university press.
- Schneiderman, E.I. & Saddy, J.D. (1988). A linguistic deficit resulting from right-hemisphere damage. Brain and language, 34, 38-53.
- Schmuller, J. & Goodman, R. (1979). Bilateral tachistosopic perception, handedness and laterality. Brain and language, 8, 81-91.
- Schwanenflugel, P.J. (1991). Why are abstract concepts hard to understand? In P.J. Schanenflugel (Ed.), The psychology of word meanings (pp. 223-250). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Searleman, A. (1977). A review of right hemisphere linguistic capabilities. Psychological bulletin, 84, 503-528.
- Searleman, A. (1983). Language capabilities of the right hemisphere. In A.W. Young (Ed.), Functions of the right cerebral hemisphere (pp. 87-111). Toronto: Academic press.
- Segalowitz, S.J. (1983). Two sides of the brain. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

- Semenza, C., Pasini, M., Zettin, M., Tonin, P. & Portolan, P. (1986). Right hemisphere patients' judgments on emotion. Acta neurologica scandinavia, 74, 43-50.
- Semmes, J. (1968). Hemispheric specialization: a possible clue to mechanism. Neuropsychologia, 6, 11-26.
- Sergent, J. (1984). Configural processing of faces in the left and the right cerebral hemispheres. Journal of experimental psychology: human perception and performance, 10, 554-572.
- Sergent, J. (1987). L'asymétrie fonctionnelle du cerveau. In M.I. Botez (Ed.), Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement (pp.205-214). Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Sergent, J. (1988). Some theoretical and methodological issues in neuropsychological research. In F. Boller & J. Grafman (Eds.), Handbook of neuropsychology. Vol. 1 (pp.69-81). New York: Elsevier.
- Sergent, J. (1990). Les dilemmes de la gauche et de la droite. Opposition, cohabitation ou coopération ? In X. Seron (Ed.), Psychologie et cerveau (pp.121-151). Paris: Presses universitaires de France.
- Sergent, J. (1994a). Spécialisation fonctionnelle et coopération des hémisphères cérébraux, In X. Seron & M. Jeannerod (Eds.), Neuropsychologie humaine (pp.105-125). Liège: Mardaga.
- Sergent, J. (1994b). Brain-imaging studies of cognitive functions. Trends in neurosciences, 17, 221-227.
- Shallice, T. (1988). From neuropsychology to mental structure. New York: Cambridge university press.
- Shanon, B. (1979a). Lateralization effects in lexical decision task. Brain and language, 8, 380-387.
- Shanon, B. (1979b). Lateralization effects in response to words and non-words. Cortex, 15, 541-549.
- Shaywitz, B.A., Shaywitz, S.E., Pugh, K.R., Constable, R.T., Skudlarski, P., Fulbright, R.K., Bronen, R.A., Fletcher, J.M., Shankweller, D.P., Katz, L. & Gore, J.C.

- (1995). Sex differences in the functional organization of the brain for language. Nature, 373, 607-609.
- Shaywitz, B.A., Pugh, K.R., Constable, R.T., Shaywitz, S.E., Bronen, R.A., Fulbright, R.K., Shankweiler, D.P., Katz, L., Fletcher, J.M., Skudlarski, P. & Gore, J.C. (1995). Localization of semantic processing using functional magnetic resonance imaging. Human brain mapping, 2, 149-158.
- Sidtis, J.J. & Gazzaniga, M.S. (1983). Competence versus performance after callosal section: looks can be deceiving. In J.B. Hellige (Ed.), Cerebral hemisphere asymmetry (pp. 152-176). New York: Praeger.
- Sidtis, J.J., Volpe, B.T., Holtzman, J.D., Wilson, D.H. & Gazzaniga, M.S. (1981). Cognitive interaction after staged callosal section: evidence for transfer of semantic activation. Science, 212, 344-346.
- Sidtis, J.J., Volpe, B.T., Wilson, D.H., Rayport, M. & Gazzaniga, M.S. (1981b). Variability in right hemisphere language after callosal section: evidence for a continuum of generative capacity. Journal of neurosciences, 3, 323-331.
- Smith, A. (1972). Dominant and nondominant hemispherectomy. In W.L. Smith (Ed.), Drugs, development, and cerebral function (pp. 37-68). Springfield: Thomas.
- Sperry, R.W. (1968). Hemisphere disconnection and unity in conscious awareness. American psychologist, 23, 723-733.
- Sperry, R.W. & Gazzaniga, M.S. (1967). Language following surgical disconnection of the hemispheres. In C.H. Millikan & F.L. Darley (Eds), Brain mechanisms underlying speech and language (pp. 108-121). New York: Grune and Stratton.
- Springer, S.P. & Deutsch, G. (1981). Left brain, right brain. San Francisco: W.H. Freeman and company.
- Sugishita, M. (1978). Mental association in the minor hemisphere of a commissurotomy patient. Neuropsychologia, 16, 229-232.
- Tompkins, C.A. (1990). Knowledge and strategies for processing lexical metaphor after right or left hemisphere brain damage. Journal of speech and hearing research, 33, 307-316.

- Tompkins, C.A. (1995). Right hemisphere communication disorders: theory and management. San Diego: Singular.
- Trudeau, N. (1992). Contribution des données aphasiques à l'étude de l'évolution avec l'âge de la latéralisation fonctionnelle pour le langage. Mémoire de maîtrise non publié, Université de Montréal, Montréal.
- Urcuioli, P.J., Klein, R.M. & Day, J. (1981). Hemispheric differences in semantic processing: category matching is not the same as category membership. Perception and psychophysics, 29, 343-351.
- Vallar, G., Papagno, C. & Cappa, S.F. (1988). Latent dysphasia after left hemisphere lesions: a lexical-semantic and verbal memory deficit. Aphasiology, 2, 463-478.
- Varley, R. (1991). Reference, sense and antonymy in the assessment of lexical semantic abilities in aphasia. Aphasiology, 5, 149-170.
- Verstichel, P. et Cambier, J. (1996). Les aphasies. In M.I. Botez (Ed.), Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement (2e édition; pp. 455-489). Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Villardita, C., Grioli, S., & Quattropiani, M.C. (1988). Concreteness/abstractness of stimulus-words and semantic clustering to right brain-damaged patients. Cortex, 24, 563-571.
- Wada, J & Rasmussen, T. (1960) Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. Journal of neurosurgery, 17, 266-282.
- Walker, E. & Ceci, S.J. (1985). Semantic priming effects for stimuli presented to the right and left visual fields. Brain and language, 25, 144-159.
- Warkentin, S., Risberg, J., Nilsson, A., Karlson, S. & Graae, E. (1991). Cortical activity during speech production. Neuropsychiatry, neuropsychology, and behavioral neurology, 4, 305-316.
- Weekes, B. (1995). Right hemisphere writing and spelling. Aphasiology, 9, 305-319.
- Weinstein, E.A. (1964). Affections of speech with lesions of the nondominant hemisphere. Research publications of the association for research in nervous and mental disease, 42, 220-228.

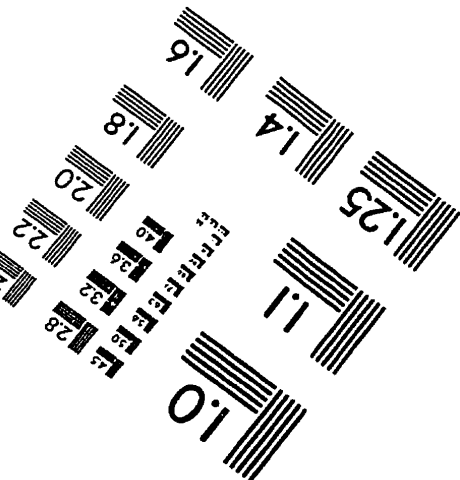
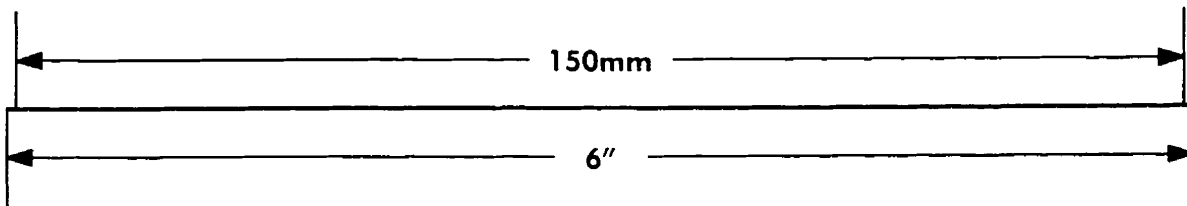
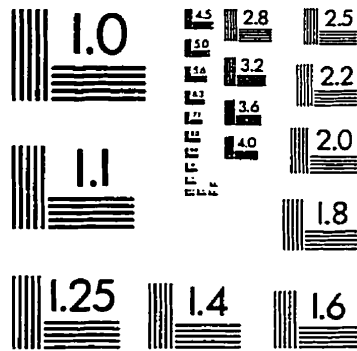
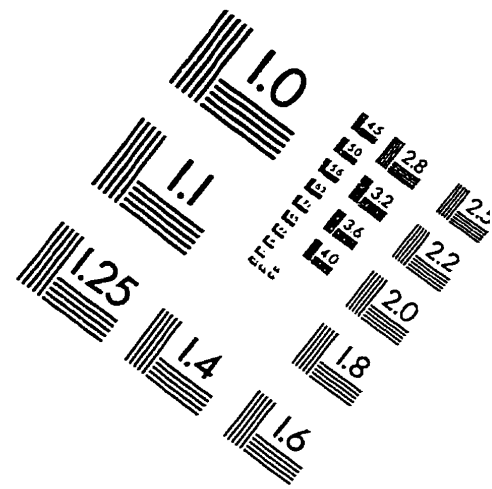
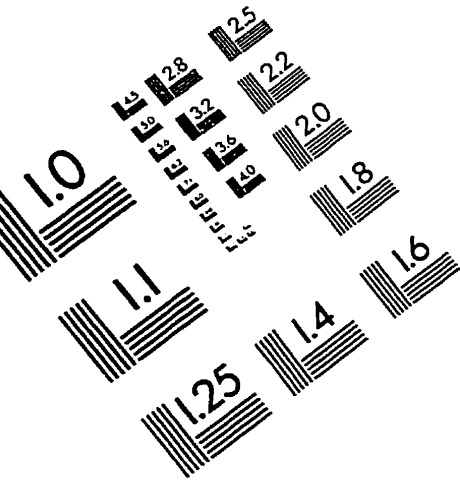
- Weinstein, E.A. & Keller, N.J.A. (1963). Linguistic patterns of misnaming in brain injury. Neuropsychologia, 1, 79-90.
- Whitaker, H. A. et Kahn, H.J. (1994). Brain and language. In D.W. Zaidel (Ed.), Neuropsychology (pp. 125-137). New York: Academic press.
- Wilkins, A. & Moscovitch, M. (1978). Selective impairment of semantic memory after temporal lobectomy. Neuropsychologia, 16, 73-79.
- Wise, R., Chollet, F., Hadar, U., Friston, K., Hoffner, E. & Frackowiak, R. (1991). Distribution of cortical neural networks involved in word comprehension and word retrieval. Brain, 114, 1803-1817.
- Wise, R., Hadar, U., Howard, D. & Patterson, K. (1991). Language activation studies with positron emission tomography. In Exploring brain functional anatomy with positron tomography (pp.218-234). Chichester: Wiley.
- Young, A.W. (1982). Methodological and theoretical bases of visual hemifield studies. In J. G. Beaumont (Ed.), Divided visual field studies of cerebral organisation (pp. 11-27). Toronto: Academic press.
- Young, A.W. & Ellis, A.W. (1985). Different methods of lexical access for words presented in the left and right visual hemifields. Brain and language, 24, 326-358.
- Zaidel, E. (1976). Auditory vocabulary of the right hemisphere following brain bisection or hemidecortication. Cortex, 12, 191-211.
- Zaidel, E. (1978a). Auditory language comprehension in the right hemisphere following cerebral commissotomy and hemispherectomy: a comparison with child language and aphasia. In A. Caramazza & E.B. Zurif (Eds), Language acquisition and language breakdown (pp. 229-275). Baltimore: John Hopkins University press.
- Zaidel, E. (1978b). Lexical organization in the right hemisphere. In P.A. Buser & A. Rougel-Buser (Eds), Cerebral correlates of conscious experience (pp. 177-197). Amsterdam: Elsevier-North-Holland biomedical press.
- Zaidel, E. (1982). Reading by the disconnected right hemisphere: an aphasiological perspective. In Y. Zotterman (Ed.), Dyslexia: neuronal, cognitive and linguistic aspects (pp. 67-91). Oxford: Pergamon press.

- Zaidel, E. (1983a). A response to Gazzaniga. Language in the right hemisphere, convergent perspectives. American psychologist, 38, 542-546.
- Zaidel, E. (1983b). Disconnection syndrome as a model for laterality effects in the normal brain. In J.B. Hellige (Ed.), Cerebral hemisphere asymmetry (pp. 95-151). New York: Praeger.
- Zaidel, E. (1985). Language in the right hemisphere. In D.F. Benson & E. Zaidel (Eds.), The dual brain (pp. 205-231). New York: Guilford press.
- Zaidel, E. (1986). Callosal dynamics and right hemisphere language. In F. Leporé, M. Ptito, & H.H. Jasper (Eds.), Two hemispheres-One brain: functions of the corpus callosum (pp. 435-459). New York: Alan R. Liss.
- Zaidel, E. (1990). Language functions in the two hemispheres following complete cerebral commissurotomy and hemispherectomy. In F. Boller & J. Grafman (Eds.), Handbook of neuropsychology. Vol. 4 (pp.115-150). Amsterdam: Elsevier.
- Zaidel, E. & Kashner, A. (1988). The right hemisphere communication battery: performance of commissurotomy and hemispherectomy patients. Abstracts. Academy of aphasia. Montreal 1988.
- Zaidel, E & Peters, A.M. (1981). Phonological encoding and ideographic reading by the disconnected right hemisphere: two case studies. Brain and language, 14, 205-234.
- Zaidel, E. & Schweiger, A. (1984). On wrong hypotheses about the right hemisphere: commentary on K. Patterson and D. Besner, "Is the right hemisphere literate ?". Cognitive neuropsychology, 1, 351-364.
- Zaidel, E., White, H., Sakurai, E. & Banks, W. (1988). Hemispheric locus of lexical congruity effects: neuropsychological reinterpretation of psycholinguistic results. In C. Chiarello (Ed.), Right hemisphere contributions to lexical semantics (pp. 71-88). New York: Springer-Verlag.

Remerciements

L'auteur remercie les personnes qui l'ont aidé à réaliser et présenter ce document: famille, amis, coauteurs, directeurs de recherche, collègues, professeurs, étudiants, sujets, cliniciennes, membres du jury, de l'Université de Montréal, de la faculté des études supérieures de cette université, du Centre de recherche du Centre hospitalier Côte-des-Neiges, ainsi que des établissements de santé qui ont prêté leur assistance à la réalisation de ce travail. Il tient à exprimer son admiration envers ceux qui l'ont fait avec altruisme. Leur geste est gage d'espérance pour l'avenir.

IMAGE EVALUATION TEST TARGET (QA-3)



APPLIED IMAGE, Inc
1653 East Main Street
Rochester, NY 14609 USA
Phone: 716/482-0300
Fax: 716/288-5989

© 1993, Applied Image, Inc., All Rights Reserved

