

Direction des bibliothèques

AVIS

Ce document a été numérisé par la Division de la gestion des documents et des archives de l'Université de Montréal.

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

This document was digitized by the Records Management & Archives Division of Université de Montréal.

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal

**Étude électroencéphalographique des premiers processus syntaxiques
impliqués lors de la compréhension de la phrase en français québécois**

Par

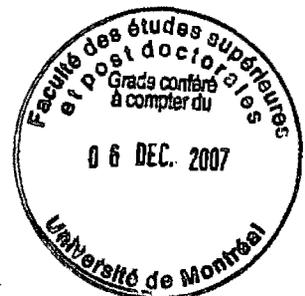
Guillaume Martel

**Département de linguistique et de traduction
Faculté des arts et des sciences**

**Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Maître ès arts (M.A.)
en linguistique**

Mai 2007

©, Guillaume Martel, 2007



Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :
Étude électroencéphalographique des premiers processus syntaxiques
impliqués lors de la compréhension de la phrase en français québécois

Présenté par :
Guillaume Martel

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Gonia Jarema Arvanitakis
président-rapporteur

Brigitte Stemmer
directrice de recherche

Sidney J. Segalowitz
co-directeur

Victor Boucher
membre du jury

Mémoire accepté le

Résumé

Cette recherche visait à déterminer les corrélats électrophysiologiques des premiers processus mentaux rattachés au traitement syntaxique en français québécois. Des études antérieures, dans d'autres langues que le français et utilisant la technique des potentiels évoqués, ont suggéré qu'une variation de voltage spécifique, la ELAN, reflétait cette première analyse syntaxique de la phrase alors que d'autres ont indiqué que la LAN, une autre variation, représentait ce traitement syntaxique initial de la catégorie de mot. Dans notre étude, une LAN, et non une ELAN, a été générée à la suite de violations catégorielles de mot, ce qui suggère que la LAN refléterait cette analyse syntaxique en français québécois. De plus, les violations de catégorie de mot ont généré une P600 qui refléterait une difficulté d'intégration syntaxique et l'échec/la révision de la structure syntagmatique incorrecte. Notre interprétation de la LAN contredit le modèle neurocognitif de la compréhension de la phrase de Friederici (2002), qui stipule que la ELAN représente le traitement syntaxique précoce de la catégorie lexicale d'un mot et la LAN, le traitement morphosyntaxique se produisant plus tard.

Mots-clés : Syntaxe, Potentiels évoqués, ELAN, LAN, Mémoire de travail, Français

Abstract

This study examined the electrophysiological correlates of early mental syntactic processes in Quebecois French. Previous studies investigating languages other than French using the event-related potential technique have suggested that a specific voltage fluctuation, the ELAN, reflects the early syntactic analysis of a sentence while others have indicated that the LAN, an other fluctuation, represents this early syntactic word-category processing. In our study, a LAN and not an ELAN has been found in response to word-category violations suggesting that the former reflects this syntactic analysis in Quebecois French. In addition, word-category violations generated a P600 thus reflecting syntactic integration difficulty and failure/revision of the incorrect phrase structure. Our interpretation of the LAN is not in accordance with Friederici's (2002) neurocognitive model of sentence comprehension, which suggests that the ELAN represents early syntactic word-category processing and the LAN, morphosyntactic processing occurring later.

Keywords: Syntax, Event-related potentials, ELAN, LAN, Working memory, French

Table des matières

Résumé	iii
Abstract	iv
Table des matières	v
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	xi
Liste des abréviations, des sigles et des conventions d'écritures	xii
Remerciements	xv
Chapitre 1 – Introduction	1
1.1 Syntaxe et compréhension du langage au niveau de la phrase	2
1.1.1 Traitement de la phrase par le cerveau	3
1.1.2 Modèle neurocognitif de la phrase	4
1.2 Électroencéphalographie et ERP	7
1.3 Études EEG sur la compréhension syntaxique de la phrase	9
1.3.1 Early Left Anterior Negativity (ELAN)	9
1.3.1.1 ELAN et modalité des stimuli	12
1.3.1.2 ELAN et processus linguistiques globaux	12
1.3.1.3 ELAN et langues des stimuli	13
1.3.1.4 ELAN et attentes de la catégorie de mot	14
1.3.2 Left Anterior Negativity (LAN)	15
1.3.2.1 LAN <i>versus</i> ELAN	17
1.3.2.2 LAN et mémoire de travail	19
1.3.3 Autres composantes linguistiques	20
1.3.3.1 N400	20
1.3.3.1.1 N400 <i>versus</i> LAN	22
1.3.3.2 P600	24
1.3.3.2.1 P600 et ELAN/LAN	26
1.4 But de la recherche et hypothèses de travail	27
1.4.1 ELAN/LAN et processus globaux	27
1.4.2 ELAN/LAN et mémoire de travail	30
1.4.3 ELAN et attentes de catégorie de mot	32
Chapitre 2 – Méthodologie	34
2.1 Rappel des hypothèses	34
2.2 Méthodologie	35
2.2.1 Participants	35
2.2.2 Stimuli	36

2.2.2.1	Expérience de la co-occurrence de processus	36
2.2.2.2	Expérience de la mémoire de travail verbale	39
2.2.2.3	Expérience de la violation d'attentes	42
2.2.3	Procédure	44
2.2.3.1	Organisation des stimuli	45
2.2.3.2	Contexte de passation des expériences et tâche des participants	46
2.2.3.3	Présentation des stimuli	46
2.2.4	Collecte des données	47
2.2.4.1	Données comportementales	47
2.2.4.2	Enregistrement des ERPs	48
2.2.5	Analyse des données	50
2.2.5.1	Analyse des données comportementales	51
2.2.5.2	Analyse des données ERP	52
2.2.5.2.1	Analyse générale des données ERP	52
2.2.5.2.2	Étapes d'analyse des données par expérience	53
2.2.5.2.3	Analyse statistique générale des données ERP	58
2.2.5.2.4	Étapes d'analyse statistique par expérience	60
Chapitre 3	– Résultats	63
3.1	Rappel du but et des hypothèses de travail	63
3.2	Résultats des données comportementales	64
3.2.1	Évaluation de la mémoire de travail verbale	65
3.2.2	Temps de réaction	66
3.2.2.1	Expérience de la co-occurrence de processus	66
3.2.2.2	Expérience de la mémoire de travail verbale	67
3.2.2.3	Expérience de la violation d'attentes	68
3.3	Résultats des données ERP	68
3.3.1	Expérience de la co-occurrence de processus	69
3.3.1.1	Conditions en fin de phrase	69
3.3.1.2	Conditions en milieu de phrase	75
3.3.1.3	Comparaisons entre conditions en milieu et fin de phrase	80
3.3.1.4	Résumé – Expérience de la co-occurrence de processus	83
3.3.2	Expérience de la mémoire de travail verbale	84
3.3.2.1	Conditions lourde charge de traitement	85
3.3.2.2	Comparaisons entre conditions faible et lourde charge de traitement.....	90
3.3.2.3	Résumé – Expérience de la mémoire de travail verbale	94
3.3.3	Expérience de la violation d'attentes	96
3.3.3.1	Comparaisons complémentaires	100
3.3.3.2	Résumé – Expérience de la violation d'attentes	100
3.4	Résumé global	101
3.4.1	Expérience de la co-occurrence de processus	101
3.4.2	Expérience de la mémoire de travail verbale	103
3.4.3	Expérience de la violation d'attentes	104

Chapitre 4 – Discussion	106
4.1 Objectifs, hypothèses, résultats et conclusions	106
4.1.1 Hypothèse de la co-occurrence de processus	107
4.1.2 Hypothèse de la mémoire de travail verbale	108
4.1.3 Hypothèse de la violation d'attentes	110
4.2 Discussion générale	111
4.2.1 ELAN	111
4.2.1.1 Non-équivalence des violations entre langues	112
4.2.1.2 Influence de la modalité de l'input	114
4.2.1.3 Position du mot critique dans les conditions en fin de phrase	114
4.2.1.4 Influence des informations sémantiques du mot critique entre conditions	115
4.2.1.5 Comportement similaire de la ELAN et de la LAN	116
4.2.1.6 Perception de la structure de phrase comme non préférée	117
4.2.1.7 Que représente alors la ELAN?	117
4.2.2 LAN	119
4.2.2.1 LAN et/ou N400?	119
4.2.2.2 Variation de la négativité selon la charge de traitement de la mémoire de travail	122
4.2.2.3 Désignation de notre négativité	124
4.2.3 P600	125
4.2.3.1 Variation de la P600 selon la charge de traitement de la mémoire de travail	125
4.2.3.2 Patron LAN-P600 (N400-P600)	126
4.2.3.3 Implications sur le modèle de Friederici (2002)	128
4.2.4 N280	128
4.3 Implications sur le modèle de Friederici (2002)	129
4.4 Limites et améliorations	131
4.4.1 Antécédence fonctionnelle vs antécédence temporelle	131
4.4.2 Tâche auditive et tâche visuelle	131
4.4.3 Répartition des sujets entre groupes d'empan	132
4.4.4 Analyses ultérieures de la LAN	132
4.4.5 Structures linguistiques non équivalentes	133
4.4.6 Étude translinguistique	133
Chapitre 5 – Conclusion	134
Références	136
Annexe I	xvii
Annexe II	lxiv
Annexe III	lxxiii
Annexe IV	lxxx
Annexe V	lxxxvi

Annexe VIlxxxix
Annexe VIIxcii
Annexe VIIIxcv

Liste des tableaux

Tableau I.	Répartition des stimuli des expériences	45
Tableau II.	Nombre de participants par ordre de passation des listes	46
Tableau III.	Attribution de l'empan mnésique selon les résultats au « <i>Reading span test</i> »	51
Tableau IV.	Nombre moyen d'époques ayant servi au moyennage des données ERP par participant (expérience de la co-occurrence de processus)	54
Tableau V.	Fenêtres de temps pour le marquage de composantes (expérience de la co-occurrence de processus)	55
Tableau VI.	Nombre moyen d'époques ayant servi au moyennage des données ERP par participant (expérience de la mémoire de travail verbale)	57
Tableau VII.	Nombre moyen d'époques ayant servi au moyennage des données ERP par participant (expérience de la violation d'attentes)	57
Tableau VIII.	Fenêtres de temps pour le marquage de composantes (expérience de la violation d'attentes)	58
Tableau IX.	Répartition des électrodes par région d'intérêt (expérience de la co-occurrence de processus)	60
Tableau X.	Répartition des électrodes par région d'intérêt (expérience de la violation d'attentes)	62
Tableau XI.	Nombre de participants et nombre moyens d'essais réussis en % par groupe d'empan	65
Tableau XII.	Temps de réaction et taux d'erreur moyens par condition (basé sur 13 participants – expérience de la co-occurrence de processus)	67

Tableau XIII. Temps de réaction et taux d'erreur moyens par condition (basé sur 13 participants – expérience de la mémoire de travail verbale)	68
Tableau XIV. Effets et interactions des conditions comparées de position de violation dans la phrase	81
Tableau XV. Effets et interactions des conditions comparées de charge de traitement (et de position de violation)	91

Liste des figures

Figure 1.	Modèle neurocognitif du traitement syntaxique (Friederici, 2002 : 79)	6
Figure 2.	Exemple d'une ELAN générée par une violation auditive (Friederici, 2002 : 81)	12
Figure 3.	Exemple d'une LAN générée en néerlandais (Hagoort et Brown, 1999 : 722)	17
Figure 4.	Exemple d'une N400 (Hagoort, 2003a : S20)	22
Figure 5.	Exemple d'une P600 (Hagoort, 2003a : S19)	25
Figure 6.	Exemple de présentation d'une phrase	47
Figure 7.	Emplacement des 64 électrodes sur le bonnet (Biosemi systems, 2006)	50
Figure 8.	Comparaison des tracés des conditions contrôle et violation fin de phrase	70
Figure 9.	Comparaison des tracés des conditions contrôle et violation milieu de phrase	76
Figure 10.	Comparaison des tracés des conditions contrôle et violation lourde charge de traitement/milieu de phrase	86
Figure 11.	Comparaison des tracés des conditions contrôle et cible	97

Liste des abréviations, des sigles et des conventions d'écriture

Abréviations

Cond	Condition
Élec	Électrode médiane
Gram	Grammaticalité
Hém (G et D)	(Électrodes de l') Hémisphère (gauche et droit)

Sigles

ACP	Antérieur/Central/Postérieur
ANOVA	Analyse de variance
CM_E	Carré moyen de l'erreur (<i>Mean Square Error</i>)
ddl	Degré de liberté
ddl_E	Degré de liberté de l'erreur
EEG	Électroencéphalographie
ELAN	Early Left Anterior Negativity
EOG(H et V)	Électrooculogramme (horizontal et vertical)
ERP	<i>Event-Related Potential</i> , Potentiel évoqué
ET	Écart-type
F	valeur du facteur
Hz	Hertz
ISI	Intervalle inter-stimulus
LAN	Left Anterior Negativity
LPC	Late Postive Component
MMN	Mismatch Negativity

ms (msec)	milliseconde
n	nombre de l'échantillon
p	valeur de signification statistique
(rôle-) θ	rôle thématique (rôle thêta)
s	seconde
SOV	sujet – objet – verbe
SPS	Syntactic Positive Shift
SVO	sujet – verbe – objet
TR	temps de réaction
μV	microvolt

Conventions d'écriture

‘ ’ sens de la phrase (traduction littérale)

La terminologie utilisée pour les analyses syntaxiques des phrases est celle de la grammaire générative (par exemple, NP signifie *noun phrase*, pour syntagme nominal).

*Im wunderschönen Monat Mai,
Als alle Knospen sprangen,
Da ist in meinem Herzen
Die Liebe aufgegangen.*

*Im wunderschönen Monat Mai,
Als alle Vögel sangen,
Da hab' ich ihr gestanden
Mein Sehnen und Verlangen.*

*Im wunderschönen Monat Mai,
Dichterliebe, Heinrich Heine*

Remerciements

Tout d'abord, je ne saurais trop comment remercier ma directrice de recherche, Dre Brigitte Stemmer. Elle a su mettre à ma disposition les ressources matérielles, financières et humaines qui ont permis de mener à bien cette recherche. Son support constant et présent m'a permis autant d'approfondir des notions théoriques fondamentales en neurolinguistique que de développer une méthode de travail pratique et efficace en recherche expérimentale. Nul doute que l'expérience acquise auprès d'elle durant les dernières années me sera utile lors de projets futurs. Ich bedanke mich noch recht herzlich.

I wish to convey my gratitude to my co-advisor, Dr Sidney Segalowitz, from Brock University, for enlightening comments throughout the carrying out of my project. His assistance in establishing contacts during conferences was also appreciated.

Je voudrais également manifester toute ma reconnaissance à la Dre Samira Mellah, du Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM). Elle a su me communiquer les rudiments autant techniques que théoriques sur la technique d'imagerie utilisée dans mon projet, l'électroencéphalographie. J'ai pu apprécier à sa juste valeur son expérience d'électrophysiologiste à toutes les étapes pratiques de mon expérimentation.

J'aimerais également remercier Dr Victor Boucher et mademoiselle Annie Gilbert, du laboratoire de sciences phonétiques de l'UdeM, pour leur aide logistique à l'étape de la passation des questionnaires.

Mes profonds remerciements vont aussi à ma famille, qui m'a apporté son soutien lors des moments plus difficiles et encouragé à persévérer : ma mère, Gabrielle Lessard, mon père, Dr Alain Martel et mes sœur et frère, Marie-Josée et Alexandre Martel, ainsi que la conjointe de ce dernier, Patricia Eeles.

Enfin, j'envoie mes salutations à la Dre Monique Caron-Bouchard; à la Dre Maud Champagne-Lavau et à la Dre Danuta Perlak, étudiantes post-doctorales lors de mon séjour au CRIUGM; à Anaïs Tatossian, Mioara Truta, Ewelina Boczkowska, Alejandra Cifuentes et Romain Denhez. Leurs encouragements et leur écoute m'ont aidé dans l'accomplissement de mon projet.

Guillaume

Chapitre 1

Introduction

La compréhension du langage constitue une dimension fondamentale de la communication humaine. Afin de permettre une compréhension efficace d'un message, la forme que prend ce dernier dans une phrase s'avère tout aussi importante que son contenu puisque le contenu est souvent tributaire de la forme. Le fait de comprendre implique donc une analyse de la structure de la phrase, de la syntaxe de la phrase. Cette analyse doit cependant s'opérer rapidement dans le cerveau. Comment le cerveau procède-t-il pour ce faire? Divers modèles et théories rendant compte de ce phénomène ont été proposés en psycholinguistique et en neurolinguistique; ces domaines s'emploient justement à étudier les liens entre la forme/le contenu du message linguistique et les processus d'analyse linguistiques utilisés par le cerveau. De plus, des recherches menées à l'aide de techniques d'imagerie médicale ont fourni des données neurophysiologiques soutenant ou non des aspects liés à la compréhension de la syntaxe de la phrase proposés par les théories neuro-/psycholinguistiques sur le traitement du langage par le cerveau. Certaines études, qui se sont intéressées plus particulièrement aux premiers processus syntaxiques mentaux de la compréhension de la phrase, ne s'accordent pas sur le déroulement temporel et la signification fonctionnelle caractéristique de ces processus. Aussi, plus souvent qu'à leur tour, ces recherches se sont souvent servies de l'anglais ou l'allemand comme langue d'étude, mais pas du français.

Notre recherche porte sur les premiers processus syntaxiques à l'œuvre dans la compréhension de la phrase chez les locuteurs natifs du français. Plus spécifiquement, nous étudions, à l'aide d'une technique d'imagerie cérébrale (l'électro-encéphalographie), le traitement syntaxique de phrases grammaticales et agrammaticales présentées visuellement. Le présent mémoire se subdivise en cinq chapitres. La section faisant suite à cette introduction constitue le contexte théorique

de cette étude, dans lequel nous exposerons les recherches antérieures en lien avec l'objectif de notre recherche. La méthodologie adoptée pour investiguer nos hypothèses de travail sera décrite dans le chapitre suivant. Les résultats seront ensuite présentés au chapitre trois et la discussion de ceux-ci suivra dans un chapitre séparé. Enfin, les conclusions de notre recherche seront résumées au chapitre cinq.

Dans les prochaines lignes, nous exposerons tour à tour le rôle de la syntaxe dans la compréhension de la phrase, les caractéristiques de la technique d'imagerie cérébrale utilisée dans notre recherche (l'EEG/ERP), des données d'études EEG/ERP sur le traitement syntaxique lors de la compréhension de la phrase, et enfin, le but de notre recherche et nos hypothèses de travail.

1.1 Syntaxe et compréhension du langage au niveau de la phrase

La syntaxe peut être définie comme l'organisation des mots dans une phrase selon des règles. Il s'agit en somme de l'agencement des éléments lexicaux dans une structure régie par certaines contraintes, mais qui facilite l'établissement d'une certaine cohérence entre le contenu de ces éléments. La syntaxe nous aide donc à créer des relations entre les mots de la phrase, ou plus précisément, à déterminer qui accomplit une action (l'agent), qui subit une action (le thème/le patient) ou qui est dans quel état. Par exemple, par les règles qui régissent la formation de la structure des phrases en français, nous savons que dans la phrase *L'homme aime la femme*, *la femme* est l'être aimé (ou le patient), et *l'homme*, l'être qui aime (ou l'agent). En français, l'identification du sujet et de l'objet de la phrase est tributaire de l'ordre des mots dans la phrase. D'autres langues, comme l'allemand, permettent cependant plus de flexibilité dans l'organisation des mots de la phrase sans toutefois compromettre l'identification de la fonction de ces mots. Ainsi, les phrases *Der Mann liebt die Frau* et *Die Frau liebt der Mann* ont le même sens que la phrase française que nous avons donnée en exemple puisque la fonction de sujet est rendue autrement que par l'ordre des mots de la phrase. (Dans le cas de la deuxième phrase allemande, un accent d'intensité est toutefois nécessaire en vue d'une bonne compréhension de la phrase.) Diverses règles sont donc appliquées selon les langues pour rendre compréhensible la suite de mots que constitue la phrase.

Une des théories influentes ayant tenté de préciser la nature des relations syntaxiques entre les mots d'une même phrase est la théorie de la grammaire générative. Cette théorie vise entre autres à décrire les composantes et les transformations de la structure syntaxique (de la phrase) se produisant lors de la production ou la compréhension d'un énoncé; cette description correspond à une des parties de la « grammaire universelle », une grammaire que tout enfant posséderait avant d'être exposé à sa langue maternelle (Chomsky, 1981). Les structures et transformations syntaxiques employées dans diverses langues ont ainsi été détaillées à l'aide d'une terminologie spécifique et ce cadre conceptuel linguistique a fréquemment servi dans les recherches en psycholinguistique sur la compréhension du langage. Pour plus de commodité, nous emploierons également la terminologie de la théorie de la grammaire générative dans notre recherche.

1.1.1 Traitement de la phrase par le cerveau

Lors de la compréhension d'une phrase, le cerveau tente d'analyser cette chaîne entrante d'informations linguistiques. On suppose donc qu'il effectue plusieurs opérations pour traiter chaque type d'information linguistique (phonologique, syntaxique, sémantique, etc.). Les recherches comportementales (c'est-à-dire, utilisant comme mesures les temps de réaction à un stimulus donné, par exemple) ont fourni des indices sur la manière dont le cerveau procède temporellement pour analyser une phrase. À l'aide des résultats de ces études, deux types de modèles explicitant les étapes de ce traitement ont pu être élaborés : les modèles sériels et les modèles interactifs. La principale différence entre ceux-ci réside dans le moment de l'interaction entre le traitement des informations syntaxiques et celui des informations sémantiques (Friederici, 2004). Dans les modèles sériels, aussi appelés *syntax-first*, les processus de traitement syntaxique permettant la construction de la structure d'une phrase s'exécutent avant l'analyse des informations sémantiques et de façon indépendante de cette dernière (Frazier, 1987). L'interaction entre processus syntaxiques et sémantiques n'est donc pas possible à ce stade mais cela n'exclue pas, par ailleurs, une interaction entre ces processus lors des stades de traitement ultérieurs. Les modèles interactifs (ou *constraint-satisfaction*), comme le désigne leur nom,

avancent que les traitements des informations syntaxiques et sémantiques se produisent en parallèle et peuvent interagir si nécessaire, quelle que soit l'étape de traitement. Ainsi, dans ces modèles, la contribution de l'information sémantique de la phrase à la construction de cette dernière n'est pas exclue (Hagoort, 2003a).

Les deux types de modèles comportent cependant une limite due à la méthode d'investigation des recherches comportementales : le fonctionnement du cerveau, c'est-à-dire ses régions actives et ses manifestations physiologiques, en relation avec l'organisation temporelle des processus d'analyse linguistique n'y est pas spécifié. L'emploi de techniques d'imagerie cérébrale (comme l'électroencéphalographie, la tomographie par émission de positrons ou l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle) dans des études récentes a permis de clarifier ce lien, ce qui a mené à l'élaboration de nouveaux modèles psycholinguistiques de la compréhension de la phrase. Un de ceux-ci est le « modèle neurocognitif du traitement auditif de la phrase » de Friederici (2002). Nous nous intéressons ici à ce modèle en raison de la précision temporelle et fonctionnelle postulée entre les premiers processus de traitement syntaxique et leurs corrélats neurophysiologiques; ces processus survenant tôt dans l'analyse de la phrase seraient à la base de la compréhension de cette dernière.

1.1.2 Modèle neurocognitif du traitement de la phrase

Friederici a développé son modèle afin de rendre compte à la fois de l'évolution temporelle des processus sous-tendant la compréhension de la phrase et des régions (et manifestations) du cerveau impliquées lors de ces différents types de traitement. Ce faisant, elle a tenté d'intégrer autant les résultats de recherches comportementales que d'études utilisant des techniques d'imagerie cérébrale. Celles-ci avaient conclu, pour la plupart, à la séparation des processus syntaxiques et sémantiques dans une première étape de traitement, mais à leur possible interaction dans les stades d'analyse subséquents (Friederici, 2004). Par son modèle, elle met donc de l'avant une vision sérielle de la compréhension du langage, vu la primauté fonctionnelle du traitement syntaxique sur l'analyse sémantique de la phrase et excluant de ce fait l'interaction entre les informations syntaxiques et sémantiques, du

moins, dans un premier temps. Elle discrédite donc la vision interactive de la compréhension de la phrase à l'aide d'études (la majorité d'entre elles venant de son laboratoire) soutenant l'indépendance de ces traitements.

Le modèle de Friederici (2002) comporte trois phases importantes d'analyse linguistique. En effet, après l'analyse du signal acoustique (*primary acoustic analysis*) et l'identification phonologique (*identification of phonemes*), l'identification de la catégorie de mot (*identification of word category*) constitue le premier traitement de nature syntaxique à survenir (phase 1) puisqu'il permet la construction d'une structure syntaxique de la phrase (*syntactic structure building*). Le traitement des informations morphosyntaxiques et sémantiques menant à l'assignation des rôles thématiques se fait ensuite dans un deuxième temps (phase 2), puis, l'intégration des informations syntaxiques est accomplie en dernier (phase 3). Bien que Friederici exclue l'interaction entre les analyses des informations syntaxiques et sémantiques durant la première phase – l'analyse de la phrase se déroule donc de manière sérielle à cette étape –, elle ne la nie pas dans les phases d'analyse tardives, c'est-à-dire les phases 2 et 3 selon le déroulement temporel de son modèle (Friederici, 2002).

En plus d'expliquer les résultats d'études ayant employé des techniques d'imagerie cérébrale, ce modèle possède l'avantage de préciser les implications de la mémoire de travail (*working memory*) à chacune des étapes du traitement du langage. La mémoire de travail peut être définie comme un système complexe permettant de stocker temporairement et de manipuler des informations en vue d'exécuter une tâche cognitive, comme le raisonnement ou la compréhension (Baddelley, 1990). Notons que plusieurs conceptions de la mémoire de travail ont déjà été avancées et que celle proposée dans le modèle de Friederici (2002) n'en est qu'une. L'organisation de la mémoire de travail ne faisant pas l'objet de ce mémoire, nous n'élaborerons pas davantage sur ce sujet. Par ailleurs, des études ont également montré que ce modèle pouvait s'appliquer au traitement du langage de la modalité visuelle, ce que nous verrons plus en détails à la section 1.3 de ce chapitre. Le modèle de Friederici (2002) a

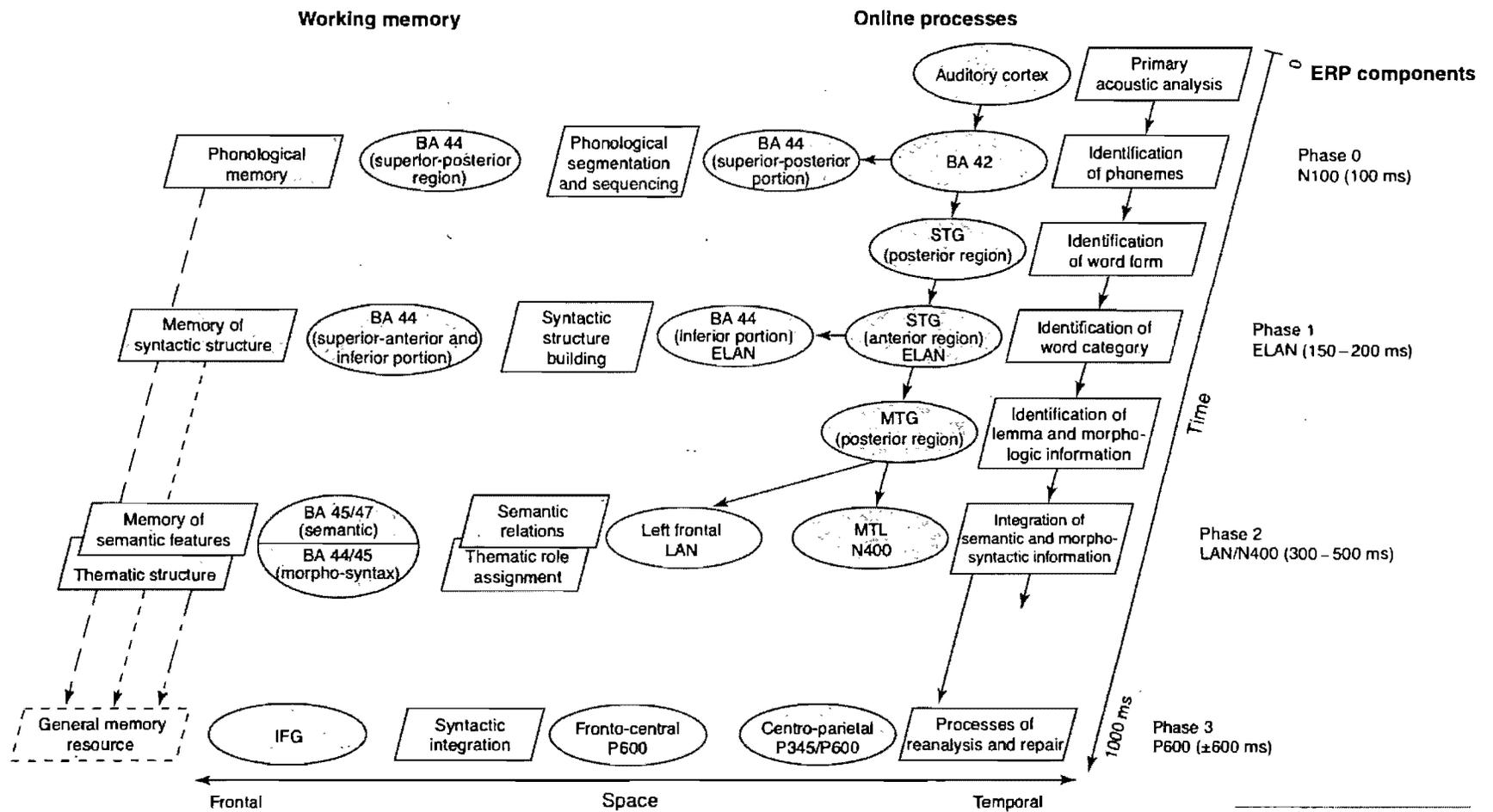


Figure 1. Modèle neurocognitif du traitement de la phrase (Friederici, 2002 : 79)

par contre déjà essuyé quelques critiques. Hagoort (2003), par exemple, affirme que les stimuli des études ayant répertorié le corrélât EEG de l'identification de catégorie de mot (cf. ELAN) étaient construits de façon à ce que cette dernière puisse être détectée avant les informations sémantiques. Dans ce cas, le fait que le traitement syntaxique se produise avant le traitement sémantique est prévisible vu la disponibilité première des informations syntaxiques. Ces résultats ne viennent pas à l'encontre de la vision interactive, car dans les modèles de ce type, l'information linguistique, quelle qu'elle soit, est analysée au fur et à mesure qu'elle est disponible.

Certaines propositions avancées dans le modèle de Friederici (2002) restent également à être démontrées. Par exemple, à notre connaissance, la nature de l'implication de la mémoire de travail au stade de l'identification de la catégorie de mot (phase 1) n'a pas encore été établie en regard des données électrophysiologiques correspondantes (c'est-à-dire, la ELAN). D'ailleurs, on n'observe pas d'unanimité dans la littérature scientifique quant à la fiabilité du corrélât EEG de l'identification de la catégorie de mot. Ce dernier point est pourtant important, car il touche un aspect fondamental de la distinction entre la modélisation sérielle *versus* interactive de la compréhension du langage. Ces deux questions seront développées plus loin dans le présent chapitre puisqu'elles font partie de l'argumentation menant à l'objectif de cette recherche.

Avant d'exposer les données de recherches neurophysiologiques traitant des premiers processus syntaxiques de l'analyse d'une phrase (supportant ou non le modèle de Friederici), nous décrirons brièvement, dans les prochaines lignes, les caractéristiques de la technique d'imagerie cérébrale employée dans la majorité des études que nous aborderons, à savoir, l'électroencéphalographie.

1.2 Électroencéphalographie et ERP

L'électroencéphalographie (EEG) est une technique qui mesure l'activité électrique cérébrale, c'est-à-dire les fluctuations de voltage, perceptible à la surface du crâne. Cette activité cérébrale peut varier en réponse à un stimulus particulier. Un des

présupposés de l'EEG consiste en ce que l'implication cognitive en vue d'exécuter une tâche est reflétée par des variations d'activité dans l'EEG. Ces variations de voltage nous fournissent ainsi des indices sur les processus (moteurs, mnésiques, linguistiques, etc.) qui se déroulent dans le cerveau au fur et à mesure qu'une personne exécute une tâche (Rugg et Coles, 1995). Une telle variation de voltage liée temporellement à un ou des processus mentaux est désignée sous le terme de potentiel évoqué (ERP pour *Event-Related Potential*) ou composante ERP.

Un potentiel évoqué peut être décrit selon quatre dimensions : l'amplitude (la grandeur de la courbe du signal EEG en μV), la latence (le temps après le début d'un événement), la polarité (positive ou négative) et la distribution crânienne (par ex., gauche/droite, antérieur/postérieur). Ainsi, une variation de l'amplitude d'une composante pourrait indiquer une diminution ou une augmentation de la demande d'un processus cognitif. Le ralentissement d'un processus influencerait à son tour de la latence d'un effet ERP. Précisons, par ailleurs, que ce ne sont pas tous les processus mentaux qui sont reflétés dans l'EEG, car cette technique n'enregistre pas toute l'activité cérébrale. En effet, l'activité mesurable est seulement celle de groupes de neurones d'un certain type (pyramidal) fonctionnant de manière synchrone et orientés de façon à produire un champ électrique sur le crâne (Rugg et Coles, 1995). Cependant, l'avantage notable de l'EEG est la fine résolution temporelle qu'elle autorise. De l'ordre des millisecondes (ms), c'est en effet la précision de cette résolution qui permet d'étudier les processus mentaux se déroulant très rapidement.

De nombreuses études ont utilisé l'EEG pour investiguer la compréhension du langage. Celles-ci ont révélé que des composantes ERP pouvaient être associées, mais de manière non exclusive, à des processus linguistiques. Dans la prochaine section, nous présenterons des résultats de ces recherches en s'attardant sur celles traitant des composantes reliées aux premières étapes du traitement syntaxique de la compréhension de la phrase.

1.3 Études EEG sur la compréhension syntaxique de la phrase

Nous verrons, dans cette section, que deux composantes (ELAN et LAN) sont rattachées aux premiers processus d'analyse syntaxique lors du traitement d'une phrase. Ces effets ERP sont à distinguer de deux autres composantes indiquant des processus sémantiques (N400) ou syntaxiques tardifs (P600). Comme il est impossible de déterminer si un effet ERP observé est causé uniquement par un stimulus donné, quelle que soit sa nature (Rugg et Coles, 1995), on doit bien comprendre que les variations desquelles nous parlerons sont bien *reliées* au traitement du langage et non *spécifiques* à celui-ci. Les caractéristiques des négativités antérieures gauches (ELAN et LAN) seront donc exposées ici en détail et celles de la N400 et P600, plus brièvement.

1.3.1 Early Left Anterior Negativity (ELAN)

Le statut de composante de la ELAN apparaît avec plus ou moins de constance selon les études et le point de vue sériel ou interactif de leurs auteurs. La ELAN se produit généralement entre 100 et 300 ms après le début d'une violation de structure de phrase spécifique, une violation de catégorie de mot (par ex., un verbe à la place d'un nom, dans une phrase), et est souvent suivie d'une P600 puisque provoquée par un type de violation syntaxique (Hahne et Friederici, 1999; Hahne et Jescheniak, 2001; Hahne et coll., 2004). Il est bien important de comprendre ici que la ELAN n'est générée qu'exclusivement à la suite d'une violation de catégorie de mot; en comparaison, d'autres composantes, comme la LAN et la P600 (que nous verrons plus loin), peuvent être provoquées par différents types de violations syntaxiques. La ELAN est habituellement enregistrée aux sites d'électrodes gauches antérieurs mais peut également s'étendre à la région droite (Hahne et Jescheniak, 2001); dans ce dernier cas, elle est parfois désignée sous le nom *Early Anterior Negativity* (Hahne et Friederici, 2002). La première occurrence d'une ELAN a par ailleurs été rapportée sous le nom de N125, en référence à sa polarité et sa latence (Neville et coll., 1991). Les conditions d'observation de la ELAN (et de la LAN, comme nous le verrons plus loin) constituent également un point important qui la différencie des autres composantes linguistiques. Tandis que d'autres composantes, comme la N400 et la

P600, peuvent être observées seules, c'est-à-dire, sans se référer d'une condition à une autre, la comparaison de deux conditions est nécessaire pour observer une ELAN puisque cette composante consiste en la différence d'amplitude entre deux conditions (Hagoort et coll., 1999). Par exemple, dans les phrases allemandes plus bas, ce n'est qu'en comparant le tracé EEG au mot *gewählt* de la phrase correcte 1(a) avec le tracé au mot *gewählt* de la phrase incorrecte 1(b) que l'on observera une ELAN. Nous avons mentionné que les recherches la répertorient utilisaient une violation de structure de phrase spécifique, à savoir, une violation de catégorie de mot. Dans la vaste majorité de ces études menées en langue allemande, la violation de catégorie de mot se produisait au participe passé, lequel se trouve toujours en fin de phrase dans les propositions principales de cette langue. L'exemple 1(b) illustre la structure de phrase agrammaticale « article – nom – auxiliaire – préposition – participe passé » qui était employée – la structure correcte est montrée en 1(a) pour fins de comparaison (Gunter et coll., 1999).

1 (a) Der Kanzler wurde gewählt.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{Der}] \text{N}[\text{Kanzler}]]_j \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{wurde}]_i \text{t}_i \text{VP}[\text{v}'[\text{t}_i \text{v}[\text{gewählt}] \text{t}_j]]]]$.

'Le président fut élu.'

(b) *Der Kanzler wurde am gewählt.

* $\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{Der}] \text{N}[\text{Kanzler}]]_j \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{wurde}]_i \text{t}_i \text{VP}[\text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{an}]]] \text{NP}[\text{Det}[\text{dem}]_{[+\text{Dat}]} \text{N}[\text{***}]]]] \text{v}'[\text{t}_i \text{v}[\text{gewählt}] \text{t}_j]]]]$.

'Le président fut au élu.'

La phrase 1(b) est rendue agrammaticale du fait de la présence du participe passé suivant immédiatement une préposition contractée. Le participe passé vient violer les attentes de catégorie de mot, car un nom devrait compléter le syntagme prépositionnel, comme dans la phrase grammaticale 1(c) plus bas. Ce dernier type de phrases, avec syntagme prépositionnel complet, était fréquemment utilisé comme phrase distracteur dans les études observant une ELAN.

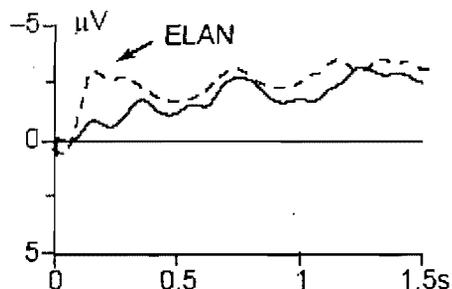
1 (c) Der Kanzler wurde im Frühling gewählt.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{Der}] \quad \text{N}[\text{Kanzler}]]_j \quad \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{wurde}]_i \quad t_i \quad \text{VP}[\text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{in}] \quad \text{NP}[\text{Det}[\text{dem}]_{[+\text{Dat}]} \quad \text{N}[\text{Frühling}]]]] \quad \text{v}'[\quad t_i \quad \text{v}[\text{gewählt}] \quad t_j \quad]]]]$.

‘Le président fut au printemps élu.’

La ELAN serait ainsi un marqueur du traitement de la catégorie de mot, plus spécifiquement, de son identification, selon le modèle de Friederici (2002). Dans cette vision sérielle de la compréhension du langage, l'identification de catégorie de mot permettant la construction de la structure de la phrase, et ce, indépendamment de toute contribution d'informations sémantiques, serait la première étape (première phase) de traitement linguistique visant la compréhension de la phrase entrante. La latence précoce de la ELAN, serait d'ailleurs un des indices de la primauté fonctionnelle des processus syntaxiques sur les processus sémantiques lors du traitement de phrases. De plus, l'automatisme de la ELAN, et donc des processus de première analyse grammaticale la sous-tendant, serait appuyée par le fait qu'elle ne varie pas en fonction de la probabilité d'apparition d'une violation. En effet, que l'on présente au participant une liste de phrases dont 80 % contiennent une violation catégorielle de mot ou une liste où 20 % des phrases sont incorrectes, une ELAN est générée dans les deux cas (Hahne et Friederici, 1999). Certains ont également démontré qu'elle était indépendante des processus de détection de déviations physiques (Hahne et coll., 2002), ou autrement dit, que le traitement des caractéristiques physiques d'un stimulus (par exemple, le lieu d'émission du stimulus) était indépendant de ses caractéristiques linguistiques (c'est-à-dire, la catégorie lexicale d'un mot). Cette indépendance n'était cependant pas complète mais cela pouvait s'expliquer par le fait que les deux types de traitement (linguistique et physique) nécessitent des ressources attentionnelles. On a aussi montré que la ELAN ne variait pas en fonction de la présence d'informations sémantiques dans la phrase (Hahne et Jescheniak, 2001). D'autre part, des études sur la population infantile ont révélé que la ELAN pouvait être générée chez les enfants de 13 ans, ceux entre 6 et 10 ans montrant un patron différent (Hahne et coll., 2004). La ELAN ne serait pas visible, par contre, dans certaines populations pathologiques, comme les aphasiques de Broca (Friederici et coll., 1998; Friederici et Kotz, 2003;

Wassenaar et Hagoort, 2005), du fait de leur atteinte au cortex frontal inférieur gauche, région qui serait impliquée dans la génération de la ELAN (Friederici et coll., 2000).



- Phrase correcte : Der Kanzler wurde gewählt.
 - - - - Phrase incorrecte : Der Kanzler wurde am gewählt.

Figure 2. Exemple d'une ELAN générée par une violation auditive (Friederici, 2002 : 81)

1.3.1.1 ELAN et modalité des stimuli

La majorité des études ayant répertorié la ELAN se sont faites dans la modalité auditive (c'est-à-dire, utilisant des stimuli auditifs). Il semblerait que cet effet ERP pourrait plutôt être généré dans la modalité auditive que dans la visuelle puisque seules deux études (Neville et coll., 1991; Gunter et coll., 1999) ont rapporté une ELAN dans la modalité visuelle. Si la ELAN représente des processus syntaxiques, ceux-ci devraient se produire peu importe la modalité, c'est-à-dire peu importe les caractéristiques physiques de l'input linguistique.

1.3.1.2 ELAN et processus linguistiques globaux

Une critique importante des recherches ayant observé une ELAN a été formulée par Hagoort et coll. (1999). Ces derniers font remarquer que la position du mot de comparaison (le participe passé) des stimuli de ces études pose problème. En effet, c'est en fin de phrase que se produisent des processus mentaux reliés au traitement linguistique global de la phrase lue ou entendue, des processus de conclusion de phrase (*sentence wrap-up processes*), en plus de ceux reliés au

traitement du mot en tant que tel. Ces processus globaux se reflètent dans les tracés EEG. Cependant, si l'on veut observer les effets ERP d'une violation placée en fin de phrase, il s'avère difficile de départager les effets locaux dus à la violation de ceux provoqués par le traitement global de la phrase. Cela devient encore plus complexe lorsque des processus reliés à la tâche, comme les processus décisionnels ou de réponse, se produisent simultanément aux processus linguistiques (locaux et globaux). Cette critique est soutenue par les résultats des différentes recherches menées par Hagoort et ses collaborateurs. Dans celles-ci, les violations étaient en position interne de phrase et aucune ELAN n'a été répertoriée à cet endroit (Hagoort et Brown, 2000a; Hagoort et coll., 2003). Ces études n'ont cependant pas comparé les réponses ERP des phrases avec une violation interne aux réponses ERP de phrases avec une violation en fin de phrase. Il n'est donc pas possible de savoir si les violations choisies au départ auraient généré ou non une ELAN dans la condition optimale pour observer cet effet, à savoir en fin de phrase. La question selon laquelle la ELAN représenterait la concomitance de processus syntaxiques locaux (mis en relief par une violation) et globaux (se produisant en fin de phrase) demeure ainsi ouverte.

1.3.1.3 ELAN et langues des stimuli

Nous sommes également amené à nous demander si la ELAN ne représenterait pas des processus spécifiques au traitement de phrases en allemand plutôt que des processus de traitement de la phrase universaux. En effet, hormis une étude où les stimuli utilisés étaient en anglais (Neville et coll., 1991), seules les études de Friederici et de ses collaborateurs, entreprises sur la langue allemande, révèlent une ELAN à la suite de violations de catégorie de mot en contexte phrastique. Les recherches employant des stimuli néerlandais, la plupart d'entre elles étant menées par Hagoort et ses collaborateurs, ont conclu à l'absence d'ELAN. Concernant les recherches menées en anglais utilisant des violations de catégorie de mot, l'une (Neville et coll., 1991) rapporte une ELAN dans des conditions normales de lecture tandis que le temps de présentation des mots de l'autre étude (Ainsworth-Darnell et coll., 1998) ne reflétait pas le temps normal de lecture conduisant (possiblement) à l'absence d'ELAN; cela ne permet pas, par contre, de conclure à la présence ou à l'absence d'ELAN en anglais.

Enfin, une étude dans laquelle des phrases espagnoles étaient présentées aux participants a relevé une LAN au lieu d'une ELAN à la suite de violations de catégorie de mot (Hinojosa et coll., 2003). Nous pouvons donc penser que les processus reflétés par la ELAN sont exclusifs au traitement de la langue allemande. Il serait alors peu vraisemblable que la ELAN représente des processus liés à l'identification de catégorie de mot, car cette première analyse grammaticale de la phrase ne se produirait qu'en allemand et non dans les autres langues, si nous conservons la vision sérielle de la compréhension du langage proposée dans le modèle de Friederici (2002).

1.3.1.4 ELAN et attentes de la catégorie de mot

On a récemment proposé que la ELAN puisse non pas refléter la détection de la violation de structure syntagmatique (engendrée par la violation de la catégorie de mot), mais plutôt la perception de l'inadéquation des *attentes* de la catégorie de mot prévue par la structure syntagmatique, avec la catégorie du mot entrant contrevenant à ces attentes (Urban et coll., 2003; Lau et coll., 2006). Ces attentes sont basées sur des prédictions structurelles déterminées par les contraintes créées par la structure syntagmatique précédente. Il faut bien comprendre ici que la ELAN ne serait pas une réponse ERP à l'agrammaticalité d'une structure syntagmatique mais plutôt à la contravention des attentes d'une catégorie de mot prévues par la structure précédente, ces deux facteurs allant de pair dans une violation syntaxique (voir la phrase 1(b)). Par exemple, nous pourrions dire que dans la phrase *Pierre frappe le gros avec vigueur*, le mot *avec* enfreint les attentes de la catégorie de mot prévue normalement par la phrase (un nom), mais ne rend pas cette dernière agrammaticale puisque l'adjectif précédant la préposition est nominalisé.

Les études ayant observé cette possibilité ont utilisé une structure anglaise qui était placée en position potentielle de fin de phrase, ce qui permet plus ou moins de relier leur négativité entre 200-400 ms à des attentes ou prévisions de structures violées : nous avons vu plus haut que d'autres processus linguistiques se produisent en fin de phrase. Une autre recherche en néerlandais sur l'anticipation des mots d'une phrase à l'aide du contexte précédant cette phrase n'a pas, par contre, révélé d'ELAN

(Van Berkum et coll., 2005). Un adjectif dans une position anticipée d'un nom a généré seulement une positivité fronto-centrale entre 500 et 800 ms après le début du mot, celle-ci étant dissociable de la P600 classique selon les auteurs de cette étude, du fait de sa distribution. Cependant, compte tenu que l'adjectif contenait une violation flexionnelle (et donc morphosyntaxique) dans le suffixe, il n'est pas certain que la positivité enregistrée n'était pas une P600. Sur la base des résultats de ces études, nous ne pouvons déterminer si la ELAN n'est générée que par une violation des *attentes* de la catégorie de mot et non par une violation syntaxique en tant que telle.

1.3.2 Left Anterior Negativity (LAN)

Le nom de cette composante réfère à sa polarité négative et sa distribution antérieure gauche habituelle. Elle se produit généralement de 200/300 ms jusqu'à 500 ms après l'apparition d'une violation (morpho)syntaxique. Sa distribution semble varier; la négativité peut en effet apparaître bilatéralement dans les régions antérieures (Vos et coll., 2001; Hagoort et coll., 2003), d'où son appellation *Anterior Negativity* (AN). Ce dernier point étant pris en considération et compte tenu de la nature diverse des stimuli à la suite desquels une LAN a été générée, il est vraisemblable de croire qu'il existe plusieurs LANs (et donc une famille d'effets LAN, incluant la ELAN) plutôt qu'une seule LAN (Hagoort et coll., 1999). Tout comme la ELAN, la LAN consiste en la différence d'amplitude entre deux conditions (Hagoort et coll., 1999). La comparaison du tracé EEG au mot *serve* de la phrase italienne correcte 2(a) avec le tracé au mot *servono* de la phrase incorrecte 2(b), dans l'exemple ci-dessous, révélera donc une LAN (Angrilli et coll., 2002).

2 (a) Il vecchio cameriere_[masc. sing] serve_[3e pers. sing.] con espressione distratta.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Il } \text{N}'[\text{AP}[\text{A}[\text{vecchio}]] \text{N}'[\text{N}[\text{cameriere}]]]] \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{serve}]_i \text{t}_i \text{VP}[\text{V}'[\text{V}[\text{t}_i]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{con}] \text{NP}[\text{N}'[\text{N}[\text{espressione}]] \text{AdjP}[\text{Adj}[\text{distratta}]]]]]]]]]$.

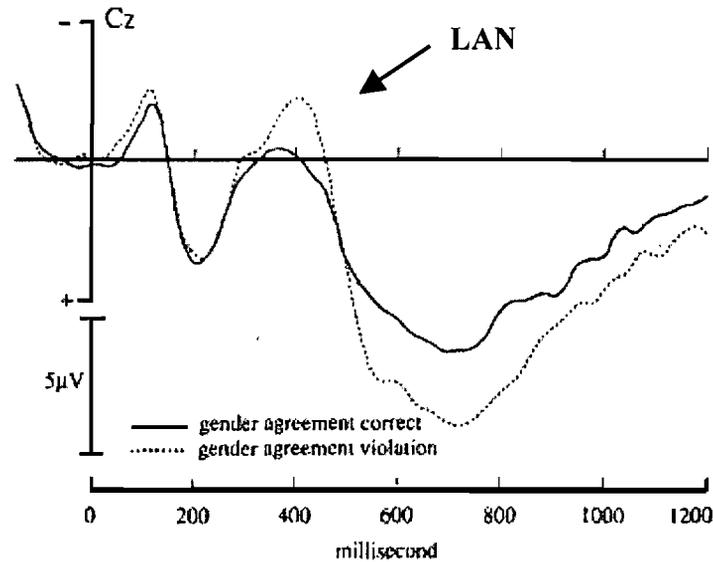
'Le vieux serveur sert avec une expression distraite.'

- (b) *Il vecchio cameriere_[masc. sing.] servono_[3e pers. plur.] con espressione distratta.

*_{AgrP}[_{NP}[_{Il} _{N'}[_{AP}[_A[vecchio]]] _{N'}[_N[cameriere]]]]] _{Agr'}[_{Agr}[servono]_i _{t_i} _{VP}[_{V'}[_v[_{t_i}]]] _{PP}[_{P'}[_P[con] _{NP}[_{N'}[_N[espressione]]] _{AdjP}[_{Adj}[distratta]]]]]]]]].

*‘Le vieux serveur servent avec une expression distraite.’

Comme nous l’avons déjà évoqué, plusieurs types de stimuli, autant auditifs que visuels provoquent une LAN. Tout d’abord, dans de nombreuses études, des violations d’accord entre le sujet et le verbe ont généré une LAN (Coulson et coll., 1998; Angrilli et coll., 2002; De Vincenzi et coll., 2003). D’autres recherches ont obtenu le même résultat à l’aide de violations d’accord du genre ou de nombre entre le nom et le verbe (Deutsch et Bentin, 2001; Hinojosa et coll., 2003), l’article et le nom (Hagoort, 2003b; Barber et Carreiras, 2005) ou le nom et l’adjectif (Barber et Carreiras, 2005). Des violations de la structure argumentale du verbe (*verb-argument structure*), plus spécifiquement, des violations de marquage de cas d’un argument demandé par le verbe, semblent aussi à l’origine d’une LAN (Coulson et coll., 1998). On relève également quelques cas où une violation de catégorie de mot a engendré une LAN (Munte et coll., 1993; Friederici et coll., 1996; Hagoort et coll., 2003; Hinojosa et coll., 2003). Sur la base de ces résultats, on a suggéré que la LAN serait indicatrice de processus morphosyntaxiques (Friederici, 2002; Friederici, 2004). Mentionnons brièvement que la plupart des études utilisant les violations syntaxiques énoncées plus haut ont relevé une P600 suivant la LAN (Hagoort et coll., 2003; van den Brink et Hagoort, 2004; Barber et Carreiras, 2005; Palolahti et coll., 2005; Roehm et coll., 2005). Enfin, la LAN a été répertoriée dans diverses langues (allemand : Friederici et coll., 1996; Friederici et Meyer, 2004; anglais : Morris et Holcomb, 2005; espagnol : Hinojosa et coll., 2003; finnois : Palolahti et coll., 2005; néerlandais : Hagoort et Brown, 2000a; Vos et coll., 2001). La LAN, rattachée au traitement et à l’intégration des informations morphosyntaxiques, serait indicatrice d’une deuxième phase d’analyse syntaxique de la phrase entrante, tel que défini par le modèle de Friederici (2002).



— Phrase correcte : Cindy sliep slecht vanwege de griezelige droom.

$AgrP[NP[N[Cindy]] Agr'[Agr[sliep]_i t_i VP[AdvP[Adv[slecht]] v'[PP[P[P[vanwege] NP[Det[de]_{|+commun|} N'[AdjP[Adj[griezelige] N'[N[droom]_{|+commun|}]]]]]] v'[v[t_i]]]]]]$.
 'Cindy dormit mal à-cause-de l'_{|genre +commun|} effrayant rêve_{|genre +commun|}.'

- - - Phrase incorrecte : *Cindy sliep slecht vanwege het griezelige droom.

* $AgrP[NP[N[Cindy]] Agr'[Agr[sliep]_i t_i VP[AdvP[Adv[slecht]] v'[PP[P[P[vanwege] NP[Det[h]_{|+neutre|} N'[AdjP[Adj[griezelige] N'[N[droom]_{|+commun|}]]]]]] v'[v[t_i]]]]]]$.
 *'Cindy dormit mal à-cause-de l'_{|genre +neutre|} effrayant rêve_{|genre +commun|}.'

Figure 3. Exemple d'une LAN générée en néerlandais
 (Hagoort et Brown, 1999 : 722).

1.3.2.1 LAN versus ELAN

Nous avons évoqué précédemment que la LAN et la ELAN semblaient faire partie d'une même famille d'effets. En plus des conditions d'observation particulières à ces négativités antérieures, cette relation serait due au fait que les études, qui ont étudié les conséquences sur l'EEG des violations (syntaxiques) de catégorie de mot dans le contexte de phrases ou de paires de mots, ont observé en alternance une ELAN (Gunter et coll., 1999; Hahne et Friederici, 1999; Hahne et Jescheniak, 2001; Hahne et Friederici, 2002; Hahne et coll., 2002) ou une LAN (Hagoort et coll., 1993; Muentz et

coll., 1993; Friederici et coll., 1996; Ainsworth-Darnell et coll., 1998; Hagoort et Brown, 2000a; Hagoort et coll., 2003; Hinojosa et coll., 2003). Friederici (2002, 2004) explique l'absence d'ELAN par le fait que les structures de phrases choisies ne formaient pas réellement une violation de catégorie de mot, mais une structure non préférée. Cette explication ne s'applique, par contre, qu'à une partie des recherches n'ayant pas trouvé d'ELAN (Hagoort et coll., 1993; Ainsworth-Darnell et coll., 1998). Une autre raison justifiant l'absence d'ELAN, selon Friederici (1999, 2004), serait que l'information de la catégorie de mot dans ces études n'était pas accessible assez tôt. Pour être accessible rapidement autant dans la modalité auditive que visuelle, le temps de présentation des mots des phrases doit être court pour refléter le débit normal ou la vitesse normale de lecture, ce qui déclenchera les processus automatiques d'analyse syntaxique représentés par la ELAN. Dans le cas de stimuli auditifs, il faut également que cette information soit encodée dans le préfixe d'un mot (comme pour la plupart des participes passés allemands qui commencent par *ge-*) ou dans un mot de fonction court (comme des prépositions). Une autre exigence s'appliquant aux stimuli visuels consiste en la discrimination aisée d'un input visuel clair (Gunter et coll., 1999). Si une violation de catégorie de mot n'est pas présentée selon ces critères (temps de présentation des mots lent, catégorie de mot encodée dans le suffixe, input visuel difficile à discriminer), celle-ci engendrera plutôt une LAN (Munte et coll., 1993; Friederici et Mecklinger, 1996; Gunter et coll., 1999).

Les conditions *sine qua non* qu'énonce Friederici pour obtenir une ELAN au lieu d'une LAN paraissent toutefois peu convaincantes, car elles ont trait aux caractéristiques physiques des stimuli (autant dans leur présentation que dans leur forme) et supposent que ces dernières modulent le traitement linguistique. Or, comme mentionné précédemment, Hahne et coll. (2002) ont démontré que le traitement des caractéristiques physiques d'une violation de catégorie de mot était indépendant de ses caractéristiques linguistiques, puisqu'ils avaient obtenu une ELAN dissociable d'une autre composante rattachée à la détection de déviations physiques, la *mismatch negativity* (MMN). D'autre part, certaines études ayant satisfait aux critères de Friederici n'ont pourtant pas enregistré d'ELAN (Hagoort et Brown, 2000a).

1.3.2.2 LAN et mémoire de travail

Certaines recherches ont rapporté que la LAN engendrée par des violations morphosyntaxiques variait en fonction de la mémoire de travail. En effet, elle est absente lorsque la charge de traitement demandée à la mémoire de travail et la complexité syntaxique sont élevées (Kolk et coll., 2003), et que la capacité de la mémoire de travail du participant est faible (Vos et coll., 2001). Certains croient plutôt que la LAN représenterait l'emploi de ressources supplémentaires de la mémoire de travail lors du traitement d'une phrase, peu importe la grammaticalité de cette dernière. Cette interprétation est soutenue par le fait que la LAN a déjà été répertoriée dans des phrases correctes, mais dont la charge de traitement imposée à la mémoire de travail verbale était grande (Friederici, 1999; Hagoort et coll., 1999). Ces phrases étaient constituées d'une proposition (relative) non canonique ou contenant une ambiguïté référentielle (Matzke et coll., 2002), et exigeaient plus ou moins de ressources de la mémoire de travail selon le type de relative (objet vs sujet) ou la distance entre l'emplacement d'origine d'un constituant déplacé et son lieu d'arrivée (constructions *filler-gap*) (Kluender et Kutas, 1993a; Kluender et Kutas, 1993b; King et Kutas, 1995). Dans ce dernier cas, on retrouvait la composante au mot suivant le complémenteur et au mot suivant l'emplacement d'origine du constituant déplacé. Dans les phrases ci-dessous tirées de King et Kutas (1995), à la comparaison du verbe de la principale *admitted*, une LAN est générée lorsque ce dernier est précédé d'une relative-objet (phrase 3(a)) plutôt qu'une relative-sujet (phrase 3(b)).

3 (a) The reporter who the senator harshly attacked admitted the error.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{The}]] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{reporter}]]] \text{CP}[\text{NP}[\text{who}]_i \text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{the}]] \text{N}[\text{senator}]] \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{attacked}]_j \text{t}_j \text{VP}[\text{AdvP}[\text{Adv}[\text{harshly}]]] \text{V}'[\text{V}[\text{t}_j]] \text{NP}[\text{t}_i]]]]]] \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{admitted}]_k \text{t}_k \text{VP}[\text{V}'[\text{V}[\text{t}_k]] \text{NP}[\text{Det}[\text{the}]] \text{N}[\text{error}]]]]]]].$

'Le journaliste que le sénateur a durement attaqué a admis l'erreur.'

- (b) The reporter who harshly attacked the senator admitted the error.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{The}]] \text{ N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{reporter}]]] \text{ CP}[\text{NP}[\text{who}]_i \text{ AgrP}[\text{NP}[\text{ } t_i \text{ }]]$
 $\text{Agr}'[\text{Agr}[\text{attacked}]_j \text{ } t_j \text{ VP}[\text{AdvP}[\text{Adv}[\text{harshly}]]] \text{ V}'[\text{V}[\text{ } t_j \text{ }] \text{ NP}[\text{Det}[\text{the}]]$
 $\text{N}[\text{senator}]]]]]]]] \text{ Agr}'[\text{Agr}[\text{admitted}]_k \text{ } t_k \text{ VP}[\text{ V}'[\text{V}[\text{ } t_k \text{ }] \text{ NP}[\text{Det}[\text{the}]]$
 $\text{N}[\text{error}]]]]]]].$

‘Le journaliste qui a durement attaqué le sénateur a admis l’erreur.’

L’ambiguïté référentielle de pronoms dont le cas contrevient aux exigences syntaxiques de la phrase serait aussi explicable par l’utilisation de ressources de la mémoire de travail pour certains (Coulson et coll., 1998). On a récemment relevé une LAN à la suite de noms (dans des phrases correctes) faisant référence à un nom déjà mentionné dans une phrase précédente (coréférence); cet effet refléterait également des processus de la mémoire de travail lors de l’assignation de la référence (Anderson et Holcomb, 2005). À l’exception d’une étude utilisant des phrases allemandes (Matzke et coll., 2002), les recherches soutenant l’interprétation mémorielle de la LAN ont surtout employé des stimuli anglais. D’autre part, notons que cette LAN reliée à la mémoire de travail et apparaissant après le traitement *d’un* mot est à distinguer d’une autre négativité frontale gauche parfois également désignée sous le nom de LAN, visible sur *plusieurs* mots d’une relative, et indiquant également l’utilisation de ressources mnésiques (rétention du *filler*) lors du traitement de relatives-objet (Fiebach et coll., 2001; Fiebach et coll., 2002; Felser et coll., 2003).

1.3.3 Autres composantes linguistiques

Nous avons mentionné à quelques reprises que deux autres composantes, la N400 et la P600, apparaissaient à la suite de la ELAN ou de LAN, ou au lieu des négativités antérieures. Nous présenterons ici brièvement les caractéristiques de ces effets ERP.

1.3.3.1 N400

Comme son nom l’indique, la N400 est une variation de polarité négative et d’amplitude maximale à environ 400 ms après l’apparition d’une violation sémantique,

mais peut s'étendre entre 250 ms et 550 ms approximativement. Elle est généralement enregistrée aux sites d'électrodes postérieurs de manière plus prononcée qu'aux sites antérieurs (ou frontaux). Elle est aussi un peu plus marquée du côté de l'hémisphère droit du cerveau lors de tâches de lecture en comparaison avec la N400 des tâches auditives (Hagoort et coll., 1999). Cette composante a été observée pour la première fois dans une phrase après l'apparition d'un mot ne correspondant pas au contexte sémantique de la phrase (Kutas et Hillyard, 1980). Notons cependant que le contexte de référence du mot violant les attentes préalablement générées (et rendant la phrase absurde ou non) peut également être constitué d'un autre mot ou d'un discours (Hagoort, 2003b). L'amplitude de la N400 varie de façon inversement proportionnelle à l'attente sémantique générée par le contexte précédent le mot provoquant la réponse EEG (Kutas et Hillyard, 1984). Ainsi, dans l'exemple suivant, le mot *pocket* de la phrase 4(a) a généré une N400 d'une plus grande amplitude que le mot *mouth* de la phrase 4(b), car ce premier mot était moins conforme aux attentes sémantiques de la phrase que le second (Hagoort et coll., 1999).

4 (a) The girl put the sweet in her pocket after the lesson.

'La fille a mis le bonbon dans sa poche après la leçon.'

(b) The girl put the sweet in her mouth after the lesson.

'La fille a mis le bonbon dans sa bouche après la leçon.'

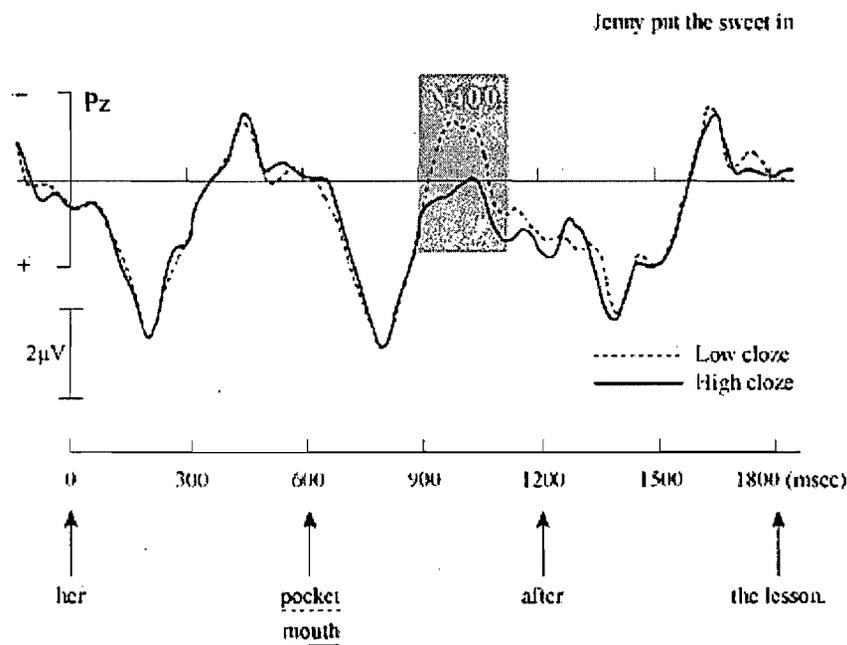


Figure 4. Exemple d'une N400 (Hagoort, 2003a : S20)

La N400 est considérée comme un marqueur des processus mentaux effectuant l'intégration sémantique d'un mot au contexte sémantique environnant (Chwilla et coll., 1995). Elle a été générée à la lecture ou à l'écoute de phrases de différentes langues (allemand : Hahne et Friederici, 2002; anglais : Kutas et Hillyard, 1980; Osterhout, 1997; hébreu : Deutsch et Bentin, 2001; italien : De Vincenzi et coll., 2003; japonais : Takazawa et coll., 2002; néerlandais : Chwilla et coll., 1995; Hagoort et Brown, 2000b; van den Brink et Hagoort, 2004).

1.3.3.1.1 *N400 versus LAN*

Dans certaines études, une N400 a été observée au lieu d'une LAN à la suite d'une violation de la structure argumentale du verbe (Friederici et Meyer, 2004; Frisch et coll., 2004). Cette violation de structure verbale était reliée au nombre incorrect d'arguments verbaux. La phrase 5(b) illustre le type de violation utilisé dans l'étude de Frisch et coll. (2004; les exemples sont tirés tel quel) et la phrase correcte correspondante 5(a) est donnée à titre indicatif; cette dernière servait de distracteur. La phrase de la condition correcte à laquelle la phrase agrammaticale était comparée est donnée en 5(c). Notons que la phrase 5(b) est agrammaticale, car le verbe intransitif au

passif (*wurde gearbeitet*) n'assigne pas de rôle thématique (rôle- θ) au sujet (la passivation de verbes intransitifs est permise en allemand); il s'agit d'une construction passive impersonnelle qui n'autorise pas de NP recevant un rôle- θ en position sujet. Contrairement au français, la construction impersonnelle passive allemande permet un PP adjoit en position sujet, comme dans la phrase 5(c).

- 5 (a) Das Haus wurde bald gestrichen und [autre participe passé].

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{Das}] \text{ N}[\text{Haus}]]]_j \text{ Agr}'[\text{Agr}[\text{wurde}]_i \text{ } t_i \text{ VP}[\text{PP}[\text{P}[\text{bald}]]] \text{ v}'[\text{ } t_i \text{ v}[\text{gestrichen}] \text{ } t_j]]]] \dots$

'La maison fut bientôt peinte et ...'

- (b) *Der Garten wurde oft gearbeitet und [autre participe passé].

* $\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{Der}] \text{ N}[\text{Garten}]]]_j \text{ Agr}'[\text{Agr}[\text{wurde}]_i \text{ } t_i \text{ VP}[\text{PP}[\text{P}[\text{oft}]]] \text{ v}'[\text{ } t_i \text{ v}[\text{gearbeitet}] \text{ } t_j]]]] \dots$

*'Le jardin fut souvent travaillé et ...'

(« Der Garten » ne reçoit pas de rôle- θ du verbe – alors qu'il l'exige –, car le verbe n'en assigne pas. L'erreur n'est donc pas structurelle, ici.)

- (c) Im Garten wurde oft gearbeitet und [autre participe passé].

$\text{AgrP}[\text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{In}] \text{ NP}[\text{Det}[\text{dem}]_{[+\text{Dat}]} \text{ N}[\text{Garten}]]]]]_j \text{ Agr}'[\text{Agr}[\text{wurde}]_i \text{ } t_i \text{ VP}[\text{PP}[\text{P}[\text{oft}]]] \text{ v}'[\text{v}'[\text{ } t_i \text{ v}[\text{gearbeitet}] \text{ } t_j]]]] \dots$

Dans-le jardin fut souvent travaillé et ...

'Dans le jardin, on travaillait souvent.'

Une explication de la présence de cette N400 serait que l'assignation « peu plausible » du rôle thématique contrevient aux restrictions thématiques du verbe dans la phrase 5(b) (Friederici, 2004; Frisch et coll., 2004). Une autre interprétation est que, nonobstant la contravention des restrictions thématiques du verbe, la phrase, rendue peu plausible par la violation, est plutôt perçue comme une violation sémantique que syntaxique, d'où la présence de la N400.

1.3.3.2 P600

La P600, également nommée *Syntactic Positive Shift* (SPS) ou *Late Positive Component* (LPC), est une positivité atteignant son amplitude maximale autour de 600 ms après l'apparition de deux types majeurs de constructions syntaxiques : des violations syntaxiques et des structures ambiguës ou complexes mais grammaticalement correctes (Osterhout et coll., 1994; Matzke et coll., 2002; Felser et coll., 2003). Elle est détectable dès 500 ms et peut perdurer au-delà de 1000 ms. Sa distribution semble varier en fonction du type de construction utilisé. En effet, la positivité générée par des structures ambiguës possède une distribution plutôt frontale ou proportionnellement équivalente sur tout le crâne (Hagoort et coll., 1999) tandis que les violations syntaxiques, elles, produiraient une P600 d'abord équivalente sur toute la surface du crâne (en considération de sa dimension antérieur/postérieur), *grosso modo* entre 500 et 750 ms – 1^{re} phase –, puis distribuée postérieurement de 750 à 1000 ms – 2^e phase (Hagoort et Brown, 2000a). Des études en différentes langues ont relevé une P600 (allemand : Frisch et coll., 2004; anglais : Ainsworth-Darnell et coll., 1998; Morris et Holcomb, 2005; espagnol : Barber et Carreiras, 2005; italien : Balconi et Pozzoli, 2004; japonais : Takazawa et coll., 2002; néerlandais : Hagoort et Brown, 1999; Hagoort et coll., 2003). Plusieurs types de violations syntaxiques, présentées visuellement mais aussi en modalité auditive, engendrent une P600. La composante a entre autres été répertoriée à la suite de violations de structure de phrase (Neville et coll., 1991; Hagoort et coll., 2003); de sous-jacence (Neville et coll., 1991; Kluender et Kutas, 1993b); de sous-catégorisation (Osterhout et coll., 1994; Ainsworth-Darnell et coll., 1998); et d'accord du genre (Hagoort et Brown, 1999), du nombre (De Vincenzi et coll., 2003) et du cas (Coulson et coll., 1998). Par exemple, une phrase contenant une erreur d'accord du genre entre le sujet et le verbe, comme le mot *smoke* dans la phrase 6(b) à la page suivante, provoquera une P600 comparativement au verbe fléchi correctement dans la phrase 6(a) (Hagoort et coll., 1999). Comme on peut le constater, la P600 est générée indépendamment de la cohérence sémantique de la phrase.

- 6 (a) The boiled watering-can smokes the telephone in the cat.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{The}]] \text{N}'[\text{AdjP}[\text{Adj}[\text{boiled}]] \text{N}'[\text{N}[\text{watering-can}]]]] \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{smokes}]]_i$
 $\text{TP}[\text{T}'[t_i \text{VP}[\text{V}'[t_i \text{NP}[\text{Det}[\text{the}]] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{telephone}]]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{in}]] \text{NP}[\text{Det}[\text{the}]] \text{N}[\text{cat}]]]]]]]]]$.

Traduction littérale : Le bouilli arrosoir fume le téléphone dans le chat.

- (b) *The boiled watering-can smoke_{VI} the telephone in the cat.

* $\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{The}]] \text{N}'[\text{AdjP}[\text{Adj}[\text{boiled}]] \text{N}'[\text{N}[\text{watering-can}]]]] \text{Agr}'[\text{TP}[\text{T}'[\text{VP}[\text{V}'[\text{V}[\text{smoke}]] \text{NP}[\text{Det}[\text{the}]] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{telephone}]]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{in}]] \text{NP}[\text{Det}[\text{the}]] \text{N}[\text{cat}]]]]]]]]]]]$.

Traduction littérale : Le bouilli arrosoir fumez le téléphone dans le chat.

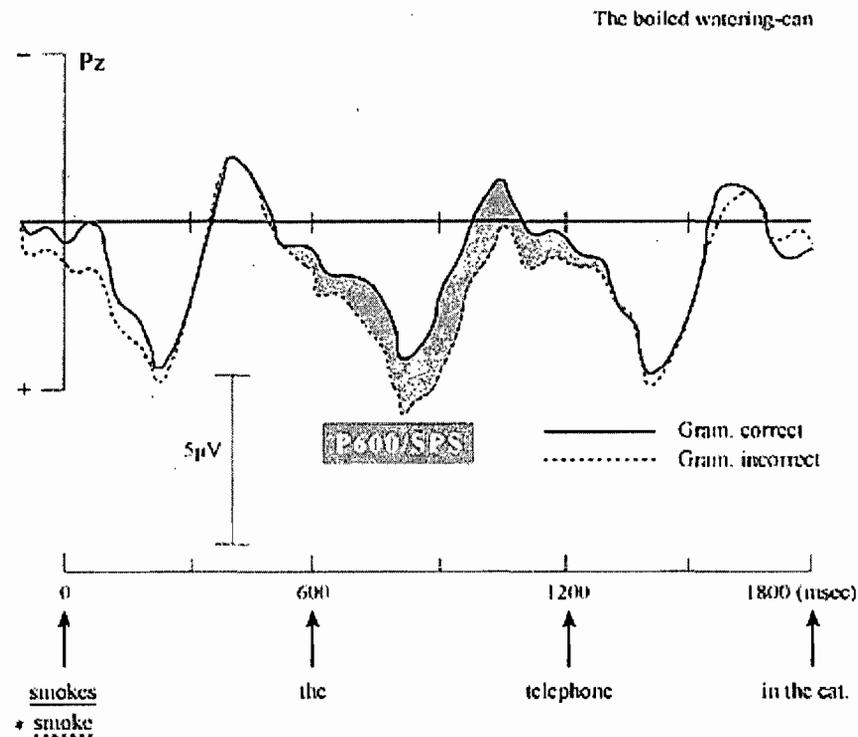


Figure 5. Exemple d'une P600 (Hagoort, 2003a : S19)

Selon une conception sérielle de la compréhension du langage, la P600 générée par des structures syntaxiques correctes complexes ou ambiguës représenterait des processus structurels liés à une révision de la structure existante. Elle possède une distribution fronto-centrale. Pour ce qui est des violations syntaxiques, les chercheurs

adhérant à cette même vision ne mentionnent pas de phases de la P600 en réponse à ces structures et croient que la composante refléterait ici des processus de réparation de la structure syntaxique incorrecte – cette P600 aurait une distribution plus centropariétale (Friederici, 2002; Friederici, 2004). Dans les deux cas, ces processus constituent la troisième phase d'analyse syntaxique dans la compréhension de la phrase, selon le modèle de Friederici (2002). Dans une perspective interactive de la compréhension du langage, la distribution frontale de la composante générée par les structures correctes complexes ou ambiguës refléterait des processus d'activation d'une structure alternative en vue de la « correction » de la structure existante. En ce qui concerne la P600 des violations syntaxiques, la première phase de la composante renverrait à la difficulté d'intégration syntaxique de la violation dans la structure, et la deuxième phase, à l'échec et la révision de l'analyse grammaticale (Hagoort et coll., 1999; Hagoort et Brown, 2000a). Enfin, une controverse quant au statut même de la P600 a déjà eu lieu. Puisque certaines études (Coulson et coll., 1998) ont démontré que cette composante variait en fonction de la probabilité, on s'est demandé si elle ne faisait pas plutôt partie d'une autre famille d'effets (P300) dont c'était une des caractéristiques. La régularité de l'apparition de la P600 à la suite de différentes violations syntaxiques ainsi que d'autres arguments (l'additivité de la P600 et de la P300 suggérant des générateurs neuronaux au moins partiellement différents, par exemple) militent cependant en faveur d'une interprétation linguistique (Osterhout et Hagoort, 1999).

1.3.3.2.1 P600 et ELAN/LAN

Comme mentionné plus haut, plusieurs recherches ont montré une suite ELAN-P600 ou LAN-P600 en réponse à différents types de violations syntaxiques (Hahne et Jescheniak, 2001; Hagoort et coll., 2003; van den Brink et Hagoort, 2004; entre autres). Friederici (2004) rend compte de cette succession de composantes par le fait qu'elles représentent deux étapes de traitement syntaxique distinctes : tel que rapporté dans son modèle (section 1.1.2 de ce chapitre), les ELAN ou LAN indiqueraient le traitement de la violation syntaxique et la P600, la réparation syntaxique de la structure violée. Le patron LAN-P600 est également visible à la suite de structures correctes

ambiguës ou complexes (Matzke et coll., 2002; Felser et coll., 2003). Dans ce cas, la LAN refléterait des processus liés à la mémoire de travail tandis que la P600 révélerait des processus de révision ou d'intégration, tout dépendant de la structure syntaxique utilisée (structure non canonique ou proposition relative).

1.4 But de la recherche et hypothèses de travail

Nous avons constaté que les premiers processus de traitement syntaxique de la phrase semblent reliés au traitement de la catégorie de mot (cf. modèle de Friederici). Les violations catégorielles de mot peuvent en effet générer deux négativités antérieures, la ELAN et la LAN. Nous avons également fait remarquer que les études sur les premiers processus syntaxiques impliqués dans la compréhension de la phrase utilisant la technique des ERPs ont surtout employé des stimuli allemands présentés dans la modalité auditive. D'autre part, il n'existe pas de recherches sur le français utilisant l'ERP pour étudier le premier traitement syntaxique de la phrase. Tenant pour acquis que la ELAN et la LAN reflètent des étapes de traitement syntaxique, elles devraient se produire dans des langues autres que l'allemand, mais avec des violations de structure équivalentes. **Le but général de notre recherche consiste donc à déterminer les corrélats électrophysiologiques des premiers processus de traitement syntaxique en français québécois.** Nous émettons l'hypothèse que ces processus se refléteront par une ELAN et/ou une LAN à la suite d'une violation de catégorie de mot dans une phrase française. La ELAN serait visible entre 100 et 300 ms après la violation aux sites d'électrodes gauches antérieurs et la LAN, entre 300 et 500 ms aux mêmes sites.

1.4.1 ELAN/LAN et processus globaux

Nous avons rapporté, plus haut (à la section 1.3.1.2), que la ELAN pourrait représenter la concomitance de processus linguistiques locaux (reliés à la catégorie de mot) et globaux (associés aux processus de conclusion de phrase – *sentence wrap-up*). Cela était dû au fait que la plupart des recherches sur l'allemand ayant répertorié la ELAN utilisaient des violations se trouvant en fin de phrase, lieu où se produit plusieurs traitements (processus globaux linguistiques, décisionnels, etc.) en plus de

l'identification de la catégorie de mot. D'autres études, menées par Hagoort et ses collaborateurs, avaient adressé ce problème en plaçant les violations de catégorie de mot en milieu de phrase afin d'observer les effets ERP seulement dus aux violations en tant que telles; aucune ELAN n'avait été remarquée. N'ayant pas comparé ces effets ERP à ceux de phrases où les mêmes violations de catégorie se seraient retrouvées en fin de phrase – ils auraient pu ainsi déterminer si leurs violations provoquaient une ELAN dans les conditions optimales –, la question à savoir si la ELAN est générée lors de la simultanéité du traitement de la violation de catégorie de mot et des traitements de fin de phrase reste ouverte. **Un sous-objectif de notre recherche en lien avec notre but général est donc de déterminer si la ELAN est un effet ERP dû à la co-occurrence de processus linguistiques locaux et globaux.** En considérant les résultats des travaux de Hagoort et de ses collaborateurs, qui tendaient à indiquer que la ELAN serait due à une co-occurrence de processus de nature diverse (malgré qu'ils n'aient pas comparé les réponses ERP aux violations en différentes positions de phrase), nous ne nous attendons pas à trouver d'ELAN en milieu de phrase mais une LAN. Pour les mêmes raisons, nous prévoyons par contre trouver la ELAN en position finale de phrase. L'hypothèse et les prédictions pour ce sous-objectif ont donc été formulées de la manière suivante.

1. *Hypothèse de la co-occurrence de processus* : La ELAN est un effet ERP issu de la co-occurrence de processus syntaxiques locaux et des processus linguistiques globaux que l'on retrouve en fin de phrase (processus de conclusion de phrase – *sentence wrap-up*, décision, etc.).

Prédictions : La ELAN devrait être générée uniquement à la suite d'une violation de catégorie de mot en fin de phrase, la phrase incorrecte étant comparée à une phrase grammaticale. Cette composante devrait apparaître entre 100 et 300 ms aux électrodes gauches antérieures. Elle ne devrait pas apparaître en milieu de phrase à la comparaison des phrases correcte et incorrecte; à cette position, on devrait plutôt apercevoir une LAN, entre 300 et 500 ms aux électrodes gauches antérieures.

Pour vérifier cela, nous avons monté une tâche où les stimuli étaient présentés visuellement et dans laquelle la violation de catégorie de mot choisie semblait équivalente à la structure allemande utilisée dans les études de Friederici et de ses collaborateurs. La violation que nous avons sélectionnée était constituée d'une suite « préposition (contractée) – verbe » – comme dans la phrase 7(a), plus bas – et était comparée à la suite grammaticale « préposition (contractée) – nom » – phrase 7(b). Le mot de comparaison (ou mot critique, souligné dans l'exemple) était le verbe, pour la condition violation, et le nom, pour la condition correcte (l'analyse de la structure des phrases sera présentée au chapitre suivant). La structure française correcte à laquelle nous comparions la structure incorrecte différait, par contre, de la structure allemande correcte. Une structure française s'y rapprochant aurait été celle en 7(c). Cependant, si nous avons utilisé cette structure, il apparaît probable que les participants auraient découvert avec plus de facilité le patron d'erreur de l'expérience, puisque dès qu'ils auraient vu une préposition contractée *du*, ils auraient su que la phrase était incorrecte. Par conséquent, la réponse électrophysiologique à l'erreur des phrases incorrectes aurait été déjà passée en conservant le verbe comme mot critique.

- 7 (a) *La clause du expire.
- (b) La clause du contrat expire.
- (c) La clause expire.

La structure syntagmatique retenue pouvant autant se trouver en milieu de phrase qu'en fin de phrase, il devient aisé de distinguer l'effet ERP lié à la violation syntaxique locale (la ELAN, possiblement) des effets ERP globaux de fin de phrase. Pour créer une condition où la violation se retrouverait en milieu de phrase, nous avons ajouté un syntagme prépositionnel (PP) après le verbe (après *expire*, dans les exemples en 7).

Notons que le mot critique (de comparaison) dans les phrases grammaticales comme celle en 7(b) n'était pas à proprement parler en fin de phrase, puisque la grammaire du français ne permet pas à une phrase de se terminer sans verbe. Par

conséquent, nous avons pris, comme mot de comparaison, le mot le plus proche de la position finale, à savoir l'avant-dernier mot de la phrase (le nom). De cette façon, un même nombre de mots depuis le début de la phrase était lu par le participant avant que celui-ci n'arrive au point critique de la phrase (correcte ou non). Nous identifierons donc plus loin ces conditions grammaticale et agrammaticale par condition « près de la fin de phrase » au lieu de « fin de phrase ».

1.4.2 ELAN/LAN et mémoire de travail

Si nous nous rapportons au modèle de Friederici (2002), celle-ci avait postulé un lien entre la mémoire de travail (sous un module spécifique de « mémoire de la structure syntaxique – *memory of syntactic structure* ») et les processus d'identification de catégorie de mot (de construction de la structure de phrase). À notre connaissance, il n'existe pas de recherches ayant porté sur le lien spécifique entre la mémoire de travail et des processus linguistiques d'identification de catégorie de mot. Nous venons également de voir que les processus linguistiques globaux semblent impliqués dans la génération de la ELAN. Il serait donc possible que la mémoire de travail influence également cet effet ERP. **Un deuxième sous-objectif de notre recherche consiste ainsi à évaluer si la mémoire de travail influence l'apparition de la ELAN.** Pour ce qui est de la LAN, nous avons vu précédemment que des liens entre cette composante et la mémoire de travail ont déjà été établis. L'hypothèse et les prédictions suivantes ont donc été avancées.

2. *Hypothèse de la mémoire de travail verbale* : La ELAN sera influencée par une variation de la charge de traitement de la mémoire de travail.

Prédictions :

- La ELAN devrait apparaître à la suite d'une violation de catégorie de mot dans une phrase demandant une charge de traitement élevée de la mémoire de travail – c'est-à-dire, dans une phrase contenant, par exemple, une relative. Elle serait générée aux électrodes gauches antérieures entre 100 et 300 ms. De plus, une LAN représentant l'emploi de ressources de la mémoire de travail devrait être visible entre

300 et 500 ms aux électrodes (gauches) antérieures.

- La ELAN ne devrait pas être générée à la suite d'une violation en milieu de phrase dans une phrase nécessitant une faible charge de traitement de la mémoire de travail – sans proposition relative; une LAN gauche antérieure devrait être visible de 300 à 500 ms. (Cette prédiction découle des prédictions de l'hypothèse de la co-occurrence de processus, où nous prévoyions qu'une violation en milieu de phrase ne devrait pas générer d'ELAN.)
- Enfin, la ELAN devrait apparaître après l'apparition d'une violation près de la fin de phrase dans une phrase demandant une faible charge de traitement de la mémoire de travail – sans proposition relative; celle-ci serait visible entre 100 et 300 ms aux électrodes antérieures gauches. (Cette prédiction est également reliée aux prédictions de l'hypothèse de la co-occurrence de processus, lesquelles prévoient qu'une violation en fin de phrase génère une ELAN.)

Afin d'examiner ces possibilités, nous avons ainsi choisi la même violation de structure de phrase que celle en 7(a), mais nous l'avons reporté à la fin d'une proposition relative enchâssée dans une proposition principale. (Nous avons placé la violation en milieu de phrase pour distinguer la contribution, à la ELAN, de l'utilisation de ressources mnésiques supplémentaires, de celle due aux effets de fin de phrase.) Les exemples en 8 illustrent le lieu de la proposition relative dans la proposition principale.

- 8 (a) La clause du contrat qui traite de la location du logement expire dans une semaine.
- (b) *La clause du contrat qui traite de la location du expire dans une semaine.

Nous avons vu plus haut que le traitement de propositions relatives demande des ressources supplémentaires à la mémoire de travail, l'emploi de ces ressources

étant entre autres reflété par une LAN (ou modulant la LAN, dans le cas de violations morphosyntaxiques). Nous nous attendons donc à ce qu'une ELAN apparaisse en milieu de phrase dans les phrases contenant une relative, puisqu'elles imposent une plus grande charge de traitement à la mémoire de travail que des phrases sans proposition relative. De plus, nous comparerons les effets ERP obtenus lors de la comparaison de phrases nécessitant une lourde charge de traitement de la mémoire de travail – les phrases avec une relative – avec les effets ERP de la comparaison de phrases demandant peu de ressources de la mémoire de travail – les phrases sans relative. Les phrases sans relative et ayant une violation en *milieu* de phrase ne devraient pas générer d'ELAN, mais une LAN en réponse à la violation syntaxique. Les phrases sans relative avec une violation près de la *fin* de phrase devraient générer une ELAN, tel que démontré dans les études de Friederici. Enfin, la capacité de la mémoire de travail de chaque participant sera contrôlée afin d'éviter des effets attribuables à des différences interindividuelles.

1.4.3 ELAN et attentes de catégorie de mot

Nous avons mentionné plus haut que certaines recherches suggéraient que la ELAN était une réponse à la contravention des attentes (syntaxiques) de catégorie de mot prévue dans une phrase; ainsi elle ne représenterait pas spécifiquement des processus de détection de violations de catégorie de mot (étant entendu que ces attentes sont toujours violées dans des structures incorrectes). Si tel est le cas, nous pouvons penser qu'un mot qui enfreint les attentes de la structure d'une phrase (c'est-à-dire, les attentes de la catégorie de mot du mot anticipé), mais qui ne rend pas la phrase agrammaticale, devrait générer une ELAN. **Un troisième sous-objectif de notre recherche est de déterminer si la ELAN est générée en réponse à la violation d'attentes (syntaxiques) de catégorie de mot et non seulement en réaction à l'agrammaticalité d'une violation de catégorie de mot.** Nous avons émis l'hypothèse et les prédictions suivantes.

3. *Hypothèse de la violation d'attentes*: La ELAN est un effet ERP attribuable à la violation des attentes de la catégorie de mot prévue dans

une phrase.

Prédictions : La ELAN devrait être générée à la suite d'une violation des attentes de la catégorie de mot dans une phrase, entre 100 et 300 ms et aux électrodes antérieures gauches. Autrement dit, nous devrions retrouver la ELAN dans une phrase de structure correcte mais imprévue.

Afin de tester cela, nous avons choisi une structure de phrase dans laquelle des adjectifs pouvaient être nominalisés, c'est-à-dire qu'ils pouvaient se comporter comme un nom dans la phrase; il s'agissait d'un syntagme nominal en position objet. Dans une version des phrases, les adjectifs se comportaient donc comme des noms – phrase 9(a) – et dans l'autre, comme des adjectifs – phrase 9(b).

- 9 (a) Justine soigne le malheureux avec délicatesse.
- (b) Justine soigne le malheureux soldat avec délicatesse.

Pour évaluer l'impact de la violation d'attentes, le mot de comparaison (ou mot critique) était le mot suivant l'adjectif, car c'est seulement rendu à cet endroit dans la phrase que l'on se rend compte si l'adjectif est nominalisé ou non. Dans le cas des phrases avec un adjectif nominalisé, il s'agissait de la préposition *avec*, et pour les phrases avec un adjectif non nominalisé, c'était un nom. Par ailleurs, nous sommes conscient du faible nombre d'adjectifs en français capables d'être nominalisés. En effet, la nominalisation d'adjectifs en contexte phrastique se révèle un procédé peu productif, surtout lorsque la phrase ne possède pas de contexte précédent et que le référent que l'adjectif devrait nécessiter est absent. Cependant, nous avons entrepris la validation des phrases de toutes les expériences décrites au chapitre suivant, ce qui a permis de garantir aux stimuli un certain aspect naturel.

Dans le prochain chapitre, la méthodologie des expériences testant les hypothèses de travail énoncées dans cette section sera décrite.

Chapitre 2

Méthodologie

La méthodologie utilisée au cours de la présente recherche sera détaillée dans ce chapitre. Nous commencerons par rappeler les hypothèses sous-tendant l'expérimentation que nous avons effectuée. La section suivante abordera tour à tour les diverses composantes et étapes de la recherche : les participants, les stimuli, la procédure expérimentale, la collecte des données et l'analyse des données.

2.1 Rappel des hypothèses

Comme nous l'avons décrit dans le chapitre précédent, le but de cette recherche est de déterminer les corrélats ERP des premiers processus syntaxiques utilisés lors de la compréhension de la phrase en français. Nous supposons qu'une ELAN et/ou une LAN devraient être générées à la suite d'une violation de catégorie de mot. D'autres hypothèses en lien avec notre objectif général ont été formulées :

1. *Hypothèse de la co-occurrence de processus* : La ELAN est un effet ERP dû à la co-occurrence de processus syntaxiques locaux et de processus (linguistiques) globaux que l'on retrouve en fin de phrase (processus de conclusion de phrase – *sentence wrap-up*, décision, etc.).

Prédictions : La ELAN devrait être générée seulement à la suite d'une violation de catégorie de mot près de la fin de phrase, entre 100 et 300 ms aux sites d'électrodes gauches antérieurs. On devrait voir aux mêmes sites d'électrodes, entre 300 et 500 ms après la violation de catégorie de mot en milieu de phrase, une LAN au lieu d'une ELAN.

2. *Hypothèse de la mémoire de travail verbale* : La ELAN sera influencée par une variation de la charge de traitement de la mémoire de travail.

Prédictions : La ELAN devrait être générée aux électrodes antérieures gauches

entre 100 et 300 ms à la suite d'une violation de catégorie de mot dans une phrase demandant une lourde charge de traitement à la mémoire de travail (une phrase avec une relative). De plus, une LAN devrait apparaître entre 300 et 500 ms aux mêmes sites d'électrodes, reflétant l'emploi de ressources de la mémoire de travail. La ELAN ne devrait pas apparaître après une violation de catégorie de mot en milieu de phrase, dans une phrase demandant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (sans proposition relative); une LAN gauche antérieure serait cependant générée entre 300 et 500 ms. La ELAN devrait être visible à la suite d'une violation de catégorie de mot près de la fin de phrase, dans une phrase demandant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (sans proposition relative); elle devrait être enregistrée aux électrodes antérieures gauches entre 100 et 300 ms.

3. *Hypothèse de la violation d'attentes* : La ELAN est un effet ERP provoqué par la violation des *attentes* de catégorie de mot plutôt que par la violation de catégorie de mot nécessairement (c'est-à-dire, dans ce dernier cas, par la violation d'attentes *et* par la violation de grammaticalité).

Prédictions : La ELAN devrait être générée entre 100 et 300 ms aux sites d'électrodes antérieurs gauches par la violation des attentes de catégorie de mot, donc dans une phrase de structure correcte mais imprévue. Une phrase ayant une structure correcte et conforme aux attentes syntaxiques ne devrait pas générer cet effet.

2.2 Méthodologie

Les trois hypothèses mentionnées plus haut ont été testées dans autant d'expériences et nous décrivons maintenant la méthodologie que nous avons utilisée pour ce faire.

2.2.1 Participants

28 étudiants universitaires et locuteurs natifs du français québécois ont participé à cette recherche (14 hommes et 14 femmes; âge moyen : 23 ans; ET : 2,52).

Tous étaient droitiers (échelle : 44 – 100 %; moyenne : 86 %) selon le *Edinburgh Handedness Inventory* (Oldfield, 1971) et sept ont rapporté qu'un des membres de leur famille était gaucher ou ambidextre. Les participants avaient une vision normale ou corrigée et aucun d'entre eux n'a signalé avoir de troubles ou d'atteintes neurologiques. Ils ne prenaient pas de médicaments affectant le système nerveux central, ni n'avaient d'histoire d'alcoolisme ou de consommation de drogues.

2.2.2 Stimuli

Deux ensembles de phrases ont été construits afin de tester les 3 hypothèses : un ensemble pour les hypothèses de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail verbale et un autre pour l'hypothèse de la violation d'attentes. Nous présenterons donc, dans cette section, les types des phrases utilisés pour chacune des expériences et la manière dont les phrases ont été contrôlées lors de prétests de validation.

2.2.2.1 *Expérience de la co-occurrence de processus*

Rappelons que nous voulons voir, dans cette expérience, si la ELAN est un effet ERP dû à la co-occurrence de processus syntaxiques locaux et de processus globaux se produisant en fin de phrase. Nous supposons donc qu'une violation de catégorie de mot en fin de phrase provoquera une ELAN, mais que le même type de violation générera une LAN en milieu de phrase.

Prétest de validation

Trois versions d'un questionnaire ont été élaborées afin de valider l'aspect naturel de l'ensemble de 300 phrases de cette expérience. La première version visait à contrôler la grammaticalité des phrases qui seraient utilisées (question : *Pour vous, est-ce que cette phrase est grammaticalement correcte?*). La deuxième évaluait leur familiarité (question : *Pour vous, est-ce que cette phrase est utilisée souvent?*). La troisième jugeait la transparence sémantique des phrases (question : *Pour vous, est-ce que cette phrase est facile à comprendre?*). Une échelle de un à cinq permettait d'évaluer les phrases selon chacun de ces critères. Les questionnaires figurent en annexe I.

Au total, 60 étudiants universitaires non rémunérés, ayant une discipline d'études autre que l'enseignement du français, les études françaises, la linguistique ou l'orthophonie, ont répondu aux questionnaires. Nous avons fait le recrutement auprès d'un nombre égal d'hommes et de femmes; toutefois, le taux de réponse aux questionnaires a varié selon le sexe. Vingt personnes ont complété le questionnaire d'évaluation de la grammaticalité (âge : 19 – 29 ans, moyenne : 23 ans; 13 femmes), vingt autres (âge : 18 – 31 ans, moyenne : 23 ans; 15 femmes), celui de la familiarité, et vingt dernières (âge : 18 – 32 ans, moyenne : 22 ans; 16 femmes), la version de la transparence. Une fois les réponses des étudiants compilées, les scores moyens (et les écarts-types correspondants) de chacune des phrases ont été calculés. Les phrases ayant un score moyen de 3 ou moins dans au moins deux des trois versions du questionnaire ont été rejetées et remplacées par d'autres qui ont été validées à leur tour. Des tests t de Student pour échantillons appariés ont ensuite été menés sur les scores moyens des phrases retenues. Ceux-ci ont démontré que les phrases contrôles étaient significativement plus grammaticalement correctes (Contrôle vs violation fin de phrase : $t(49) = 65,08$; $p < 0,001$; Contrôle vs violation milieu de phrase : $t(49) = 64,50$; $p < 0,001$), plus familières (Contrôle vs violation fin de phrase : $t(49) = 36,36$; $p < 0,001$; Contrôle vs violation milieu de phrase : $t(49) = 41,73$; $p < 0,001$) et plus faciles à comprendre (Contrôle vs violation fin de phrase : $t(49) = 62,64$; $p < 0,001$; Contrôle vs violation milieu de phrase : $t(49) = 69,33$; $p < 0,001$) que les phrases des conditions violations (décrites plus bas).

Caractéristiques des stimuli

Dans le chapitre précédent, nous avons mentionné que la plupart des expériences ayant répertorié la ELAN utilisaient des phrases où la violation se trouvait en fin de phrase (avec une suite « préposition – verbe »), lieu où se produit plusieurs traitements psycholinguistiques en plus de celui que représenterait la composante à l'étude (l'identification de catégorie de mot). Ainsi, si la ELAN représente une co-occurrence de processus cognitifs, celle-ci devrait apparaître après une violation de catégorie de mot en fin de phrase mais non en milieu de phrase (où l'on devrait trouver une LAN). Afin de tester cette hypothèse, nous avons choisi des structures de phrases

où la violation générant la ELAN pouvait se trouver en milieu et (près de la) fin de phrase.

Nous avons donc composé des phrases grammaticales courtes (de 5 mots) et moyennes (de 8 mots); il s'agissait de nos conditions contrôles. Les phrases moyennes ont été construites à partir des phrases courtes en ajoutant en fin de phrase un groupe prépositionnel (par exemple, *dans une semaine*). Les 50 phrases courtes grammaticales (par ex., *La clause du contrat expire.*) et les 50 phrases syntaxiquement correctes de 8 mots (par ex., *La clause du contrat expire dans une semaine.*) avaient leurs contreparties agrammaticales. Dans ces phrases incorrectes, la violation syntaxique se trouvait en fin de phrase, pour les phrases courtes (par ex., *La clause du expire.*), et en milieu de phrase, pour les phrases moyennes (par ex., *La clause du expire dans une semaine.*); elles formaient ainsi les conditions violations. Cette violation consistait en la succession de la préposition contractée « *du* » et d'un verbe intransitif (par exemple, *expirer*, dans une certaine acception). L'omission du nom d'un syntagme prépositionnel (PP) rendait ainsi la phrase agrammaticale (ex. *du expire*). En comparaison, une séquence « préposition contractée – nom » (ex. *du contrat*) était utilisée dans les phrases grammaticales. Pour les phrases correctes, le mot critique était le nom suivant la préposition contractée (ex. *contrat*) alors que le verbe final a joué ce rôle dans les phrases incorrectes (ex. *expire*). Notons que ces noms et ces verbes ont été appariés selon la fréquence d'utilisation (l'occurrence par million, selon la base de données Lexique 2.1). De plus, approximativement la moitié des noms (46 %) servant de mots critiques étaient de nature animée alors que 54 % des noms étaient inanimés.

Deux cents phrases expérimentales étaient donc réparties dans quatre conditions selon la grammaticalité et le lieu de comparaison. Des exemples de ces phrases et leurs structures syntaxiques de surface (selon la théorie de la grammaire générative chomskyenne) sont reproduits à la page suivante (les mots critiques sont soulignés).

a) Condition contrôle grammaticale-près de la fin de phrase (50 phrases) :

La clause du contrat expire.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}]] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}]] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}]] \text{N}[\text{contrat}]]]]] \text{Agr}[\text{expire}]_i \ t_i \ t_i]$.

b) Condition violation agrammaticale-fin de phrase (50 phrases) :

**La clause du expire.*

$\text{*AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}]] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}]] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}]] \text{N}[\text{***}]]]]] \text{Agr}[\text{expire}]_i \ t_i \ t_i]$.

c) Condition contrôle grammaticale-milieu de phrase (50 phrases) :

La clause du contrat expire dans une semaine.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}]] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}]] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}]] \text{N}[\text{contrat}]]]]] \text{Agr}[\text{expire}]_i \ t_i \ \text{VP}[\ t_i \ \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{dans}]] \text{NP}[\text{Det}[\text{une}]] \text{N}[\text{semaine}]]]]]$.

d) Condition violation agrammaticale-milieu de phrase (50 phrases) :

**La clause du expire dans une semaine.*

$\text{*AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}]] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}]] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}]] \text{N}[\text{***}]]]]] \text{Agr}[\text{expire}]_i \ t_i \ \text{VP}[\ t_i \ \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{dans}]] \text{NP}[\text{Det}[\text{une}]] \text{N}[\text{semaine}]]]]]$.

Des phrases-distracteurs, au nombre de cent, ont également été construites selon le modèle des phrases des conditions contrôle-près de la fin de phrase (50 distracteurs) et contrôle-milieu de phrase (50 phrases-distracteurs). La liste complète de toutes les phrases de cette expérience se retrouve en annexe II.

2.2.2.2 *Expérience de la mémoire de travail verbale*

Rappelons brièvement que nous voulions vérifier ici l'influence de la variation de la charge de traitement de la mémoire de travail d'une phrase sur la ELAN. Cette dernière devrait être générée dans une phrase exigeant une lourde charge de traitement de la mémoire de travail, c'est-à-dire dans une phrase contenant une proposition relative, mais une phrase nécessitant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (sans relative) ne devrait pas provoquer d'ELAN (seulement une LAN).

Prétest de validation

La procédure pour la validation de 150 phrases de cette expérience est identique à celle de l'expérience de la co-occurrence de processus. Les phrases de l'expérience de la mémoire de travail verbale étaient intégrées aux questionnaires de validation de l'expérience précédente. Par conséquent, ce sont les mêmes 60 répondants qui ont complété une des trois versions des questionnaires de grammaticalité, de familiarité et de transparence sémantique. Les tests t de Student pour échantillons appariés menés sur les scores moyens ont indiqué que les phrases de la condition contrôle (voir plus bas, pour un exemple) étaient considérées plus correctes ($t(49) = 40,61; p < 0,001$), davantage familières ($t(49) = 26,37; p < 0,001$) et plus sémantiquement transparentes ($t(49) = 43,78; p < 0,001$) que leurs équivalents de la condition violation.

Caractéristiques des stimuli

Cent phrases expérimentales ont été construites pour cette expérience à partir des phrases de l'expérience de la co-occurrence de processus. Les 50 phrases de la condition contrôle, longues de 15 mots, ont été formées avec les phrases de longueur moyenne de l'expérience précédente en y insérant une proposition relative (par ex., *qui traite de la location du logement*) entre le groupe sujet et le verbe de la proposition principale (par ex., *La clause du contrat qui traite de la location du logement expire dans une semaine.*). La violation utilisée pour bâtir les phrases agrammaticales correspondantes aux phrases contrôles était identique à celle de l'expérience de la co-occurrence de processus, puisque l'omission du nom du syntagme prépositionnel situé à la fin de la relative (par ex., *logement*) créait une séquence incorrecte « préposition contractée – verbe » (par ex., *La clause du contrat qui traite de la location du expire dans une semaine.*). La comparaison des 100 phrases de 15 mots avec les phrases (moyennes et courtes) de l'expérience précédente était ainsi possible pour mesurer l'effet sur la ELAN d'une charge de traitement accrue imposée à la mémoire de travail. Comme discuté dans le contexte théorique, cette charge accrue est créée ici par la complexité syntaxique des phrases due à la présence d'une relative. Au total, 300 phrases expérimentales ont donc été utilisées aux fins de cette expérience en utilisant,

comme critères croisés, la grammaticalité et la charge de traitement imposée à la mémoire de travail (reliée à la longueur de la phrase). Les conditions expérimentales se résument donc comme suit (les mots critiques sont soulignés) :

a) Condition contrôle grammaticale-faible charge de traitement (phrases courtes) :

La clause du contrat expire.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}] \text{N}[\text{contrat}]]]]]] \text{Agr}[\text{expire}]_i \ t_i \ t_i]$.

b) Condition violation agrammaticale-faible charge de traitement (phrases courtes) :

**La clause du expire.*

$*\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}] \text{N}[\text{***}]]]]]] \text{Agr}[\text{expire}]_i \ t_i \ t_i]$.

c) Condition contrôle grammaticale-faible charge de traitement (phrases moyennes) :

La clause du contrat expire dans une semaine.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}] \text{N}[\text{contrat}]]]]]] \text{Agr}[\text{expire}]_i \ t_i \ \text{VP}[\ t_i \ \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{dans}] \text{NP}[\text{Det}[\text{une}] \text{N}[\text{semaine}]]]]]]$.

d) Condition violation agrammaticale-faible charge de traitement (phrases moyennes) :

**La clause du expire dans une semaine.*

$*\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}] \text{N}[\text{***}]]]]]] \text{Agr}[\text{expire}]_i \ t_i \ \text{VP}[\ t_i \ \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{dans}] \text{NP}[\text{Det}[\text{une}] \text{N}[\text{semaine}]]]]]]$.

e) Condition contrôle grammaticale-lourde charge de traitement (50 phrases) :

La clause du contrat qui traite de la location du logement expire dans une semaine.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{contrat}]]] \text{CP}[\text{NP}[\text{N}[\text{Op}]_{[+Qu]}]_i \ \text{C}'[\text{C}[\text{que}]_{[+nom]} \ \text{AgrP}[\ t_i \ \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{traite}]_j \ t_j \ \text{VP}[\text{V}'[\ t_j \ \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}] \text{NP}[\text{Det}[\text{la}] \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{location}]]] \ \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}] \text{NP}[\text{Det}[\text{le}] \text{N}[\text{logement}]]]]]]]]]]]]]]]]]]]] \ \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{expire}]_k \ t_k \ \text{VP}[\text{V}'[\ t_k \] \ \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{dans}] \text{NP}[\text{Det}[\text{une}] \text{N}[\text{semaine}]]]]]]]]$.

sémantiquement transparentes ($t(53) = -6,44; p < 0,001$) que les phrases cibles.

Caractéristiques des stimuli

Comme mentionné plus haut, deux cents phrases ont été construites pour cette expérience. De ce nombre, cent phrases expérimentales grammaticales ont servi à répondre à la question selon laquelle une violation d'attentes de catégorie de mot devrait provoquer une ELAN. Leur construction s'est faite en sélectionnant des adjectifs pouvant se comporter en contexte phrastique comme un adjectif (condition contrôle) ou un nom (condition cible). Nous avons évoqué, au chapitre premier, que la liste de tels adjectifs est courte en français. Par conséquent, la fréquence d'occurrence peut varier entre ceux-ci. Cependant, nous avons vu, à la section 1.3.1, que la ELAN ne variait pas en fonction de la fréquence d'apparition d'une violation et ainsi la fréquence d'occurrence d'un mot ne devrait pas influencer sur la présence d'une ELAN. Deux groupes de phrases de nombre égal ont été formés, le premier étant constitué de 50 phrases contrôles (par ex., *Justine soigne le malheureux soldat avec délicatesse.*) et le deuxième, de 50 phrases cibles correspondantes (par ex., *Justine soigne le malheureux avec délicatesse.*). Les phrases de la condition cible comptaient un mot de moins que les phrases contrôles. Le mot critique des deux types de phrases, c'est-à-dire le mot choisi pour observer la réaction électrophysiologique au stimulus, était le mot suivant l'adjectif (nominalisé ou non) dans la phrase. Pour les phrases contrôles, le mot critique était un nom (par ex., *soldat*) et dans le cas des phrases cibles, il s'agissait de la préposition *avec*. La préposition créait ainsi la violation d'attentes de catégorie de mot.

Un deuxième groupe de cent phrases agissaient comme distracteurs. Vu la difficulté de trouver d'autres adjectifs capables de se comporter comme un nom, un autre modèle de phrases, se rapprochant néanmoins des phrases expérimentales, a été adopté. Les phrases-distracteurs étaient également séparées en deux sous-groupes de 50 phrases. Chaque phrase du premier sous-groupe était identique à une autre phrase du second sous-groupe, à l'exception d'un seul mot qui variait. Dans un cas, ce mot était un adjectif, créant une suite agrammaticale de deux adjectifs, et dans l'autre, un

nom rendait la phrase grammaticale (une séquence « nom-adjectif » était ainsi formée). Les exemples de phrases expérimentales et distracteurs suivants et leurs structures syntaxiques de surface correspondantes illustrent plus bas nos propos (les mots critiques sont soulignés) – la liste complète est en annexe IV.

a) Condition cible (50 phrases) :

Justine soigne le malheureux avec délicatesse.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Justine}] \text{Agr}[\text{soigne}]_i t_i \text{VP}[\text{V}' t_i [\text{NP}[\text{Det}[\text{le}] \text{N}[\text{malheureux}]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{avec}] \text{NP}[\text{délicatesse}]]]]]]]$.

b) Condition contrôle (50 phrases) :

Justine soigne le malheureux soldat avec délicatesse.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Justine}] \text{Agr}[\text{soigne}]_i t_i \text{VP}[\text{V}' t_i [\text{NP}[\text{Det}[\text{le}] \text{N}'[\text{AdjP}[\text{Adj}[\text{malheureux}]] \text{N}[\text{soldat}]]]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{avec}] \text{NP}[\text{délicatesse}]]]]]]]$.

c) Distracteur agrammatical (50 phrases) :

**Sonia envoie la rigide urgente avec empressement.*

$*\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Sonia}] \text{Agr}[\text{envoie}]_i t_i \text{VP}[\text{V}' t_i [\text{NP}[\text{Det}[\text{la}] \text{N}'[\text{AdjP}[\text{Adj}[\text{rigide}]] \text{N}[*\text{urgente}]]]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{avec}] \text{NP}[\text{empressement}]]]]]]]$.

d) Distracteur grammatical (50 phrases) :

Sonia envoie la lettre urgente avec empressement.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Sonia}] \text{Agr}[\text{envoie}]_i t_i \text{VP}[\text{V}' t_i \text{NP}[\text{Det}[\text{la}] \text{N}'[\text{N}[\text{lettre}] \text{AdjP}[\text{Adj}[\text{urgente}]]]]] \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{avec}] \text{NP}[\text{empressement}]]]]]]]$.

2.2.3 Procédure

Dans cette section, nous exposerons la manière dont les stimuli ont été organisés et présentés. Le contexte de la passation des expériences par les participants sera également décrit.

2.2.3.1 Organisation des stimuli

Les stimuli des trois expériences ont été répartis dans deux listes de la manière suivante :

Tableau I. Répartition des stimuli des expériences

<i>Expériences</i>	<i>Listes</i>
- Co-occurrence de processus	Liste 1 (300 phrases)
- Mémoire de travail verbale	Liste 1 (150 phrases)
- Violation d'attentes	Liste 2 (200 phrases)

Les phrases des expériences de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail verbale ont été regroupées puisque leurs commencements et leurs violations étaient semblables. L'ordre des stimuli dans chacune des listes était pseudo-aléatoire; la seule condition consistait en ce qu'un même type de phrase (contrôle ou violation) ne soit pas présenté plus de trois fois de suite. De plus, les deux listes étaient subdivisées en blocs de 50 phrases (9 blocs pour la liste 1 et 4 blocs pour la liste 2) pour permettre aux participants de prendre des pauses entre les blocs, si nécessaire. L'ordre des phrases à l'intérieur des blocs est demeuré le même pour tous les participants. La durée de chaque bloc de phrase était de 5 à 7 minutes environ. La passation de la liste 1 durait approximativement une heure et celle de la liste 2, vingt minutes.

D'autre part, afin d'éviter que la fatigue influence les réponses des participants aux derniers blocs de la liste 1, deux versions de cette liste ont été créées : dans la première, les 9 blocs se succédaient l'un après l'autre (ordre 1); et dans la deuxième, les 4 premiers blocs de la première version étaient intervertis avec les 4 derniers blocs de cette même version (ordre 2). Par ailleurs, pour éviter des effets d'ordre de tâches, quatre ordres de passation des listes ont été établis, chacun de ces ordres comptant un nombre égal de participants :

Tableau II. Nombre de participants par ordre de passation des listes

<i>Ordres de passation</i>	<i>Nombre de participants</i>
Liste 1, ordre 1; Liste 2	7
Liste 1, ordre 2; Liste 2	7
Liste 2; Liste 1, ordre 1	7
Liste 2; Liste 1, ordre 2	7

2.2.3.2 Contexte de passation des expériences et tâche des participants

Les participants ont passé deux séances d'électroencéphalographie (une pour chacune des listes) qui se sont déroulées de la même manière. Ils étaient assis dans une salle isolée de l'électricité. Tous étaient installés devant un écran d'ordinateur à une distance yeux/centre-de-l'écran de 68-69 cm. Chaque séance débutait par un enregistrement électroencéphalographique de l'activité cérébrale de base au repos durant 8 minutes. Nous avons averti les personnes au préalable que les lumières seraient éteintes pendant ce temps et qu'ils devaient fermer les yeux et se relaxer. Une fois cet EEG de base terminé, les lumières étaient rallumées pour obtenir un éclairage tamisé. Nous leur communiquions alors les instructions quant à la tâche qu'ils devaient accomplir, instructions formulées de la manière suivante : « Des phrases vont apparaître mot à mot au milieu de l'écran. Il faut les lire jusqu'à la fin. À la fin de chacune des phrases, la question 'correct?' apparaît à l'écran. Il faut répondre à ce moment pour dire si la phrase que tu as lue était correcte ou non. » Pour donner leur réponse, les participants devaient peser sur un bouton vert avec l'index de la main droite (phrase correcte) ou sur un bouton rouge avec l'index de la main gauche (phrase incorrecte) d'une boîte de réponse. Nous avons également averti les personnes de garder la tête fixe durant la lecture des phrases et d'éviter des mouvements faciaux musculaires. Ils devaient ensuite passer un bloc de pratique de cinq phrases avant de commencer la lecture des phrases des listes. Ce bloc de pratique était séparé des listes expérimentales.

2.2.3.3 Présentation des stimuli

Le logiciel de présentation des stimuli que nous avons employé était E-prime, version 1.1.4.1 (Psychology Software Tools, Inc (PST); Pittsburgh, PA). Chaque

phrase était présentée visuellement un mot à la fois au centre d'un écran d'ordinateur de 19 pouces. La durée d'apparition de chacun des mots était de 300 ms et l'intervalle inter-stimulus (ISI - temps entre la disparition d'un mot et l'apparition du suivant) durait 200 ms. Les mots étaient en caractères blancs sur fond noir et avaient 18 points de taille. Un astérisque précédait les phrases pendant 500 ms pour indiquer leur début. Après le dernier mot de chaque phrase, une question « correct ? » apparaissait et restait à l'écran jusqu'à ce que le participant réponde (au maximum, pendant 5000 ms). La phrase suivante commençait immédiatement après la réponse du sujet (ou une fois le délai pour la réponse échu). La figure ci-dessous illustre la présentation typique d'une phrase.

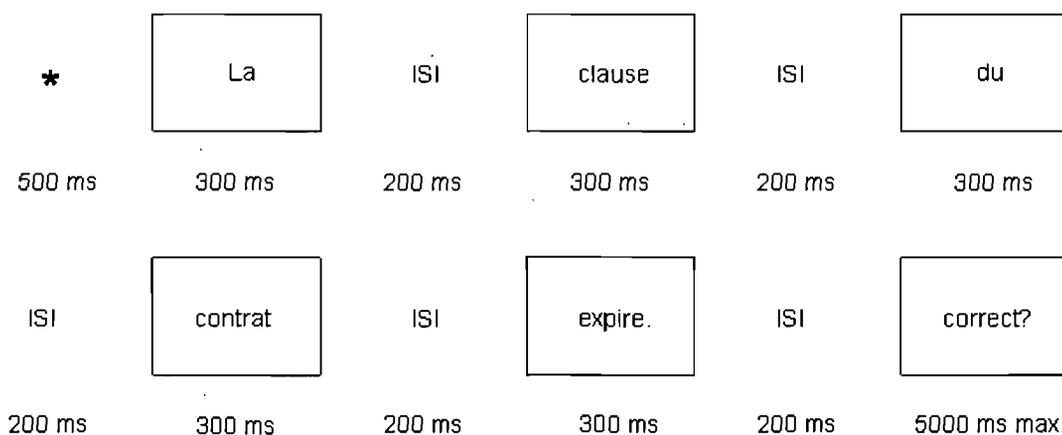


Figure 6. Exemple de présentation d'une phrase

2.2.4 Collecte des données

Dans cette section, nous détaillerons la manière dont nous avons recueilli les données comportementales (l'empan de la mémoire de travail verbale et les temps de réaction aux phrases des expériences) et les données électroencéphalographiques (ERP).

2.2.4.1 Données comportementales

L'empan de la mémoire de travail de chacun des participants a été contrôlé car il pouvait constituer une variable confondante venant fausser l'analyse des données

ERP. Les temps de réaction des participants ont également été recueillis, constituant une mesure indicatrice. Nous décrirons ici comment nous avons mesuré ces variables.

Empan de la mémoire de travail verbale

Nous avons évalué la mémoire de travail verbale des participants à l'aide de l'adaptation française de la version abrégée du *Reading span test* de Daneman et Carpenter (1980; Desmette et coll., 1995). Cette tâche contrôle visait à séparer les participants selon leur capacité mnésique (ou empan mnésique) pour vérifier, à l'analyse des données ERP, si cette différence interindividuelle influençait les réponses ERP des participants (de l'expérience de la mémoire de travail verbale, plus particulièrement). Les participants devaient lire trois ensembles de phrases, ceux-ci étant subdivisés en blocs de nombre croissant (bloc minimal : 2 phrases; bloc maximal : 6 phrases). Les blocs de phrases d'un premier ensemble leur étaient présentés un à un, en ordre croissant, et la tâche des participants consistait à lire les phrases à voix haute et à retenir le mot final de chacune des phrases du bloc présenté. À la fin de chaque bloc, ils devaient rappeler à voix haute tous les mots finaux des phrases. S'ils échouaient à se rappeler de tous les mots finaux, nous passions à l'ensemble suivant de phrases en redébutant par le bloc de 2 phrases.

Temps de réaction

Le temps de réaction de chaque essai des listes a été enregistré pour avoir une indication que le participant a donné une réponse intuitive et spontanée. Celui-ci consistait en le laps de temps en millisecondes (ms) s'écoulant entre l'apparition de la question (temps 0 ms) et la réponse du participant par pression de bouton. L'enregistrement des temps de réaction se faisait donc en simultané avec l'enregistrement des données ERPs. Le logiciel servant à cette collecte était le même que le logiciel de présentation (E-prime, version 1.1.4.1).

2.2.4.2 Enregistrement des ERPs

Les potentiels évoqués (ERPs) ont été enregistrés à l'aide d'électrodes actives en Ag/AgCl avec amplificateur intégré (système Biosemi). Les électrodes étaient

placées sur un bonnet élastique à 64 positions conformément au système international 10-20 étendu, tel que défini par l'American Electroencephalographic Society (1991). L'enregistrement continu des signaux EEG était référencé au *zero setup reference system*. L'activité moyenne enregistrée aux mastoïdes par des électrodes externes a ensuite servi comme référence à l'analyse des données. D'autres électrodes externes ont servi comme électro-oculogrammes horizontaux (EOGH) et verticaux (EOGV); celles-ci étaient placées au-dessus et en-dessous de l'œil gauche (EOGV) et au canthus externe de chaque œil (EOGH). Les artefacts d'EOG ont pu ensuite être établis et corrigés sur les signaux EEG selon la méthode de Gratton et coll. (1983). La figure 7 plus bas indique l'emplacement sur la tête de chacune des électrodes du bonnet. Enfin, un filtre passe-bande de 0,16 à 100 Hz et une fréquence d'échantillonnage de 512 Hz (pour la numérisation des signaux) ont été utilisés. Le logiciel Actiview518 (Biosemi systems; Amsterdam, P.-B.) a servi à l'enregistrement des ERP.

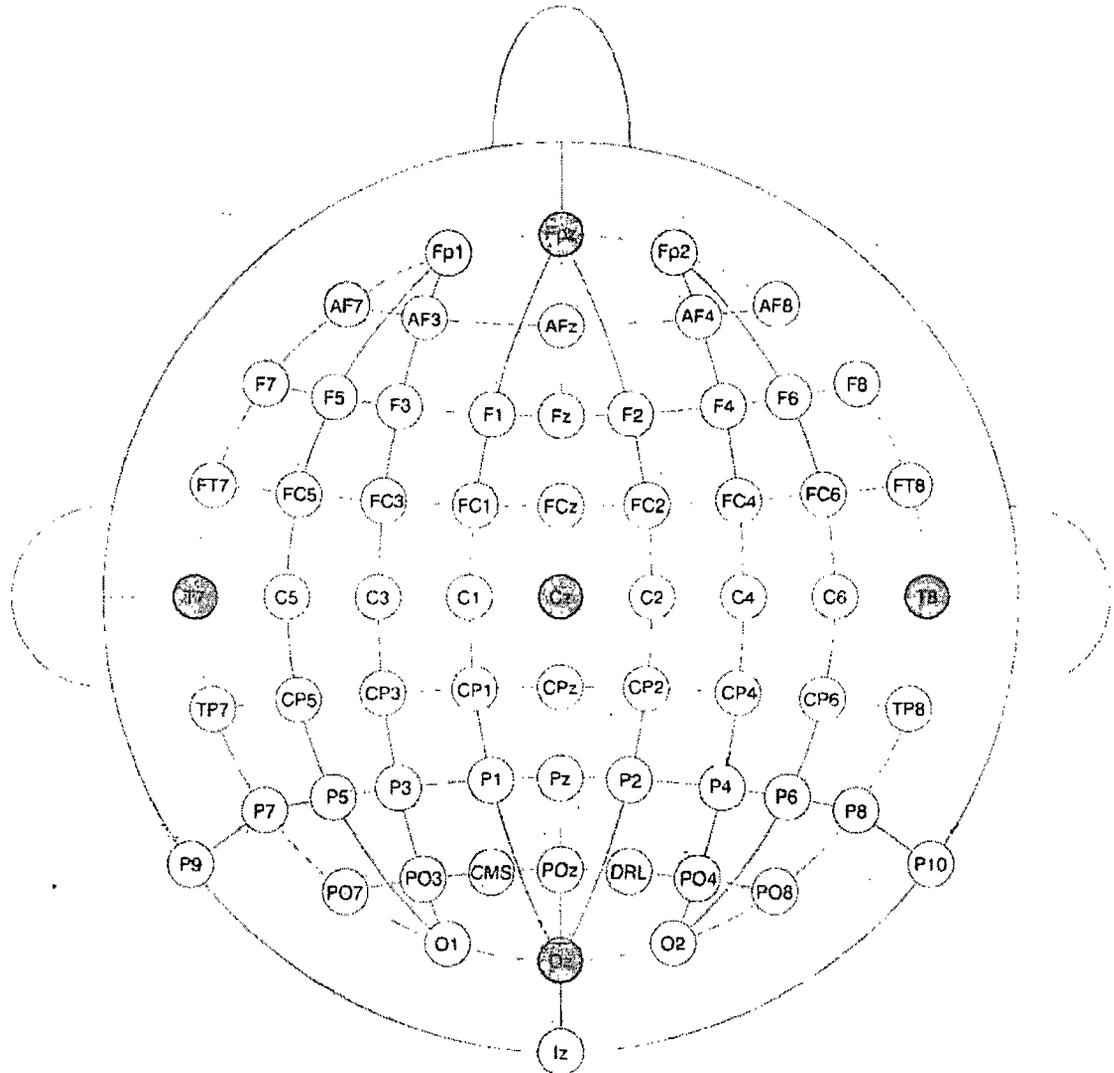


Figure 7. Emplacement des 64 électrodes sur le bonnet
(Biosemi systems, 2006)

2.2.5 Analyse des données

Comme pour la section précédente, nous exposerons d'abord la méthode d'analyse de données pour les données comportementales (empan de la mémoire de travail et temps de réaction aux phrases des expériences), puis celle pour les données ERP.

2.2.5.1 Analyse des données comportementales

L'empan de la mémoire de travail constituant une variable confondante et les temps de réaction, une mesure indicatrice dans la sélection des données ERP à analyser, nous décrivons ici la manière dont ceux-ci ont été analysés.

Empan de la mémoire de travail

L'empan de chacun des participants, déterminé à l'aide du *Reading span test* a été calculé de deux manières. La première consistait à calculer le score brut : le chiffre correspondant au nombre de mots à rappeler dans un bloc était attribué au participant si celui-ci avait répondu correctement à au moins deux blocs d'un même nombre de phrases (par exemple, un empan de 2, si le participant avait rappelé correctement les deux mots de deux blocs de deux phrases); un demi-point était accordé si la personne avait répété tous les mots d'un bloc supérieur aux deux blocs. La deuxième façon de déterminer l'empan était de compter le nombre total de mots rappelés, tous blocs de nombre de phrases et ensembles de blocs confondus, et de reporter ce total en pourcentage. Les totaux ainsi obtenus ont permis de classer les participants selon leur empan. L'échelle montrée plus bas et adaptée en français par Desmette et coll. (1995) a été utilisée pour établir l'étendue de la mémoire de travail verbale d'un individu à partir des résultats des deux types de calculs précédents. Si un conflit de classification survenait, celui-ci étant dû à un score brut et un nombre d'essais réussis (en %) non concordants, le nombre d'essais en % était retenu, car ce dernier résultat permettait une catégorisation davantage discriminante (pour plus de détails, voir Desmette et coll., 1995).

Tableau III. Attribution de l'empan mnésique selon les résultats au *Reading span test* (Daneman et Carpenter, 1980; Desmette et coll., 1995)

<i>Capacité (empan) de la mémoire de travail verbale</i>	<i>Score obtenu</i>	<i>Nombre d'essais réussis (en %)</i>
Faible	2 – 2,5	≤ 30
Moyenne	3 – 3,5	31 – 42
Élevée	4 – 6	≥ 43

Temps de réaction

Nous avons d'abord calculé le temps de réaction moyen (et l'écart-type – ET) de chaque participant pour donner une bonne réponse. Les essais de plus de 2000 ms étaient retirés du calcul de leur moyenne puisque au-delà de ce temps, la réponse enregistrée n'aurait plus été intuitive. De plus, l'inspection visuelle des données a permis de nous rendre compte que certains participants n'avaient pas toujours respecté la consigne d'attendre l'apparition de la question à la fin des phrases pour donner leur jugement de grammaticalité, car des temps de réaction plus courts que le temps minimal de réaction motrice (100 ms) avaient été enregistrés. Nous avons donc décidé de ne pas tenir compte de ces participants pour le calcul de la moyenne globale (et l'écart-type) des temps de réaction moyens aux bonnes réponses de l'ensemble des participants. Cette moyenne a servi plus tard pour la sélection des essais dans l'analyse des données ERP. En effet, seuls les essais pour lesquels une bonne réponse a été émise et dont le temps de réaction était en-deçà de la moyenne globale des temps de réaction de l'ensemble des participants + 1 écart-type ont été retenus lors de l'analyse des données électrophysiologiques. Tous ces calculs ont été réalisés avec le logiciel Excel de Microsoft Office 2003.

2.2.5.2 Analyse des données ERP

Dans cette section, les étapes de l'analyse des données ERP en tant que telles, puis celles de l'analyse statistique des données ERP seront énoncées. Pour chacune de ces descriptions, les étapes communes à toutes les expériences seront d'abord élaborées et nous traiterons ensuite des spécificités d'analyse de chacune des expériences.

2.2.5.2.1 Analyse générale des données ERP

Les données électroencéphalographiques de chaque participant ont été analysées à l'aide du logiciel Brain Vision Analyser, version 1.5. Tout d'abord, les parties d'enregistrement où une ou plusieurs électrodes étaient mauvaises et les électrodes instables tout au long (ou pour une majeure partie) de l'enregistrement ont été enlevées. Les données ont ensuite été référencées à l'activité moyenne des

mastoïdes gauche et droite. Un filtre passe-haut de 0,5 Hz et passe-bas de 20 Hz a par la suite été appliqué; un filtre *notch* de 60 Hz a également été utilisé. Une première segmentation des données en époques (période de temps) a été menée à ce stade de l'analyse pour toutes les expériences. Les époques ayant des artefacts oculaires, tel que déterminé par l'algorithme de Gratton et coll. (1983), ont ensuite été rejetées. L'enregistrement d'un participant a été réajusté (*DC Detrend*) selon des intervalles de 100 ms au début et à la fin des époques, car le courant avait varié durant l'enregistrement. Les époques ayant des artefacts (non oculaires) d'une amplitude supérieure à +100 μ V ou inférieure à -100 μ V ont par la suite été enlevées. Une deuxième segmentation des données en époques a été faite si l'expérience la requérait. L'activité moyenne du signal entre -200 ms (c'est-à-dire, 200 ms avant l'apparition du mot critique) et 0 ms (apparition du mot critique) a ensuite servi comme ligne de base aux époques. D'autres lignes de base (-100 à 0 ms; 0 à 100 ms) ont été utilisées mais n'ont pas révélé de réelles différences à l'inspection visuelle. Un moyennage (et l'écart-type correspondant) des segments par type de condition a été effectué pour chacun des participants.

2.2.5.2.2 Étapes d'analyse des données par expérience

Dans cette partie, les étapes d'analyse spécifiques à l'expérience de la co-occurrence de processus seront d'abord exposées, celles de l'expérience de la mémoire de travail verbale le seront par la suite, et celles particulières à l'expérience de la violation d'attentes seront présentées en dernier.

Expérience de la co-occurrence de processus

La définition des époques ainsi que la manière utilisée pour effectuer le marquage (*scoring*) des données seront explicitées dans cette section.

Époques

En ce qui concerne les données de l'expérience de la co-occurrence de processus, deux segmentations en époques ont été faites. Une première segmentation a été menée afin de séparer les données des phrases courtes et moyennes de cette

expérience (mot critique : quatrième mot de la phrase) de celles des phrases longues de l'expérience de la mémoire de travail (mot critique : onzième mot de la phrase). Les données de cette expérience ont donc été segmentées en fenêtres de temps de -200 ms (200 ms avant l'apparition du mot critique) à 3600 ms. Une deuxième segmentation a été faite après le rejet des artefacts (non oculaires). Les époques, toujours alignées sur le mot critique des phrases, ont été triées par condition (contrôle- près de la fin de phrase; violation-fin de phrase; contrôle-milieu de phrase; violation-milieu de phrase) et redivisées en fenêtres de temps de 1200 ms (-200 ms à 1000 ms). Ce faisant, ce sont seulement les époques pour lesquelles une bonne réponse avait été enregistrée qui ont été retenues. Le moyennage par condition de chacun des participants a été effectué. Le nombre moyen d'époques par condition par participant qui a servi à ce moyennage est montré au tableau IV.

Tableau IV. Nombre moyen d'époques ayant servi au moyennage des données ERP par participant (expérience de la co-occurrence de processus)

<i>Conditions</i>	<i>Nombre moyen d'époques</i>
Contrôle – près de la fin de phrase	34,0
Violation – fin de phrase	32,2
Contrôle – milieu de phrase	33,4
Violation – milieu de phrase	34,1

Enfin, le moyennage par condition des données de tous les participants a été réalisé afin d'avoir un portrait d'ensemble des réponses ERP dans chaque condition. Les différences d'amplitude entre conditions (par exemple, condition contrôle *versus* condition violation) étaient ainsi notables à la superposition des données d'ensemble de ces dernières.

Marquage (*scoring*)

Après le moyennage des données des participants, des fenêtres de temps ont été établies pour la détection semi-automatique de pics d'amplitude (marquage ou *scoring*) sur la base d'une inspection visuelle des données. Un marquage a été effectué pour les composantes suivantes : ELAN, LAN, N400, P600. Par exemple, nous avons

repéré l'endroit où se produisait le premier pic maximal d'amplitude négative, ce qui nous a permis de définir une première fenêtre de temps pour la ELAN; nous avons procédé de la même manière pour les autres composantes. Les composantes ont été marquées en mesurant la valeur maximale d'amplitude (en μV) à partir de la ligne de base. Notons que compte tenu de la nature linguistique de la tâche, le marquage ne s'est pas seulement limité aux composantes reliées aux premiers processus syntaxiques (ELAN et/ou LAN). Le tableau V plus bas résume les fenêtres que nous avons déterminées pour chacune des composantes.

Tableau V. Fenêtres de temps pour le marquage de composantes
(expérience de la co-occurrence de processus)

<i>Composantes correspondantes</i>	<i>Fenêtres de temps (ms à partir de l'apparition du mot critique)</i>
ELAN	80-150
	150-270
N400-LAN	370-470
P600	500-600
	650-800

Les pics reliés aux composantes particulières au traitement linguistique ont ensuite été définis de la manière suivante, en accord avec les études antérieures et les données que nous avons obtenues :

1. La ELAN est un pic maximal d'amplitude négative situé entre 80 et 270 ms après l'apparition du stimulus (mot critique). Il est important de rappeler ici, comme nous l'avons vu à la section 1.3.1 du chapitre précédent, que la ELAN ne sera identifiable qu'en superposant les données des conditions contrôle et violation. Ainsi, la ELAN pourrait être observable par une différence entre les premiers pics négatifs de deux conditions.
2. La LAN et la N400 sont le pic maximal d'amplitude négative entre 370 et 470 ms. Rappelons que la LAN est une réponse ERP à une violation (morpho)syntaxique et la N400, à une violation sémantique. Leur distribution

est parfois différente, la LAN tendant à être davantage antérieure et la N400, plus postérieure.

3. La P600 est composée des pics maximaux d'amplitude positive entre 500 et 600 ms, et 650 et 800 ms; c'est une réaction visible à la suite d'une violation syntaxique.

Les données d'amplitude amassées pour cette expérience ont pu ensuite servir à l'analyse statistique des différences observées.

Expérience de la mémoire de travail verbale

Comme pour l'expérience de la co-occurrence de processus, des segmentations en époques ainsi que le marquage des composantes ont été réalisés de la manière suivante.

Époques

Deux segmentations ont aussi été menées pour les données de l'expérience de la mémoire de travail verbale. La première segmentation après le filtrage visait à dissocier les phrases ayant leur mot critique au quatrième mot de la phrase (les phrases ayant une faible charge de traitement, c'est-à-dire, celles de l'expérience précédente) de celles où le mot critique était l'onzième mot de la phrase (les phrases ayant une lourde charge de traitement). Les fenêtres de temps des époques avaient donc la même durée (3800 ms; de -200 ms à 3600 ms) et étaient alignées sur le mot critique (ici, l'onzième mot de la phrase). La deuxième segmentation, faite après l'enlèvement des artefacts (non oculaires), ne retenait que les époques pour lesquels le participant avait répondu correctement. Les époques duraient 1200 ms (-200 ms à 1000 ms) et étaient alignées sur le mot critique. Elles ont été triées par condition de charge de traitement, puis moyennées par participant; le nombre moyen d'époques par participant par condition est illustré au tableau VI. Le moyennage de l'ensemble des données des participants par condition a ensuite été mené.

Tableau VI. Nombre moyen d'époques ayant servi au moyennage des données ERP par participant (expérience de la mémoire de travail verbale)

<i>Conditions</i>	<i>Nombre moyen d'époques</i>
Contrôle – lourde charge	28,4
Violation – lourde charge	31,3

Marquage (*scoring*)

Le marquage pour cette expérience a été réalisé de la même manière que pour les données de l'expérience de la co-occurrence de processus. Nous ne reprendrons donc pas cette description ici.

Expérience de la violation d'attentes

La définition des époques et le marquage des données étaient sensiblement différents pour cette expérience en comparaison des deux autres. Nous les exposerons donc en détail.

Époques

Une seule segmentation des données en époques a été faite par condition après le filtrage des données pour cette expérience. Les époques étaient alignées sur le mot critique (le cinquième mot de la phrase) et duraient 1200 ms (-200 ms à 1000 ms). Seules les époques pour lesquelles une bonne réponse avait été répertoriée ont été retenues pour le moyennage par condition par participant. Le tableau VII plus bas montre le nombre moyen d'époques moyennées par condition par participant (nous avons mis les distracteurs à titre indicatif). Un moyennage global des données des participants par condition a par la suite été effectué.

Tableau VII. Nombre moyen d'époques ayant servi au moyennage des données ERP par participant (expérience de la violation d'attentes)

<i>Conditions</i>	<i>Nombre moyen d'époques</i>
Contrôle	32,0
Cible	16,1
Distracteur 1	26,2
Distracteur 2	27,1

Marquage (*scoring*)

Pour ce qui est des fenêtres de temps dans lesquelles le marquage (détection semi-automatique de pics maximaux d'amplitude mesurés à partir de la ligne de base) s'est fait, celles-ci sont sensiblement différentes des expériences précédentes. Rappelons que cette différence est due au fait qu'elles sont basées sur l'inspection visuelle des données de chacune des expériences. L'inspection visuelle a donc permis de délimiter les fenêtres suivantes spécifiques à cette expérience :

Tableau VIII. Fenêtres de temps pour le marquage de composantes (expérience de la violation d'attentes)

<i>Composantes correspondantes</i>	<i>Fenêtres de temps (ms à partir de l'apparition du mot critique)</i>
ELAN	80-150
	150-270
LAN	270-350
	360-460
N400	360-460
P600	500-600

Les pics correspondant aux composantes pertinentes du point de vue du traitement linguistique ont déjà été définis à l'expérience de la co-occurrence de processus. Par conséquent, nous ne répéterons pas cette description ici. Avec ces données d'amplitude, l'analyse statistique a pu se faire par la suite.

2.2.5.2.3 Analyse statistique générale des données ERP

L'analyse statistique des données d'amplitude a été réalisée avec le logiciel SPSS pour Windows, version 13.0. Elle a été effectuée sur des paires de conditions particulières à chacune des expériences. De plus, l'analyse statistique des données d'amplitude étant difficilement manipulable et précaire si l'on laisse les 64 électrodes comme facteur d'analyse, l'utilisation de moyennes d'électrodes s'est avérée une solution pour le calcul et l'observation d'effets de variables. Ainsi, pour diminuer le nombre de degrés de liberté et mieux observer les effets potentiels de variables, des électrodes ont été choisies pour être regroupées (par moyennage) en sept régions

d'intérêt selon une logique de topographie crânienne des effets ERPs attendus et d'après des recherches précédentes (Gunter et Friederici, 1999; Hahne et Jescheniak, 2001; Hahne et coll., 2002; Frisch et coll., 2004). D'autres regroupements d'électrodes à partir de ces régions étaient alors également possibles pour observer des différences de distribution des effets selon l'hémisphère (c'est-à-dire, toutes les électrodes des régions gauches *versus* toutes les électrodes des régions droites) ou l'antériorité, la centralité et la postériorité crânienne (autrement dit, toutes les électrodes des régions antérieures, centrales et postérieures comparées les unes aux autres). Pour s'assurer d'avoir une distribution normale à chaque regroupement d'électrodes (et donc avant chaque analyse), les données ont été converties en cotes-Z (intervalle de confiance de 99 %), ce qui nous a permis de relever les participants pour lesquels des données aberrantes avaient été enregistrées. En effet, les données de ces derniers n'étaient pas considérées dans une analyse si les cotes-Z étaient inférieures à -3 ou supérieures à +3. Le nombre de participants ayant des données aberrantes enlevé pour une analyse était d'une ou deux personnes en moyenne (au maximum, ce nombre s'est par contre élevé à six participants pour une analyse).

Des analyses de variances (ANOVAs) pour mesures répétées ont été menées afin de détecter des effets ou des interactions des variables en jeu. Des variables intra-sujets ainsi que leurs niveaux correspondants ont été définis pour chacune des expériences. Une variable inter-sujets (à trois niveaux) a également été prise en compte dans toutes les analyses de variances : l'empan mnésique (faible *versus* moyen *versus* élevé). Le seuil minimal de signification des effets et interactions était de $p < 0,05$. La correction Geisser-Greenhouse a été appliquée lorsque nécessaire. Dans le cas où des effets pour des variables de trois niveaux (antériorité/centralité/postériorité, notamment) ou des interactions avec ces variables étaient identifiés, des analyses ultérieures ont été effectuées pour préciser les niveaux en jeu dans les différences statistiques relevées. Les contrastes *a posteriori* selon la méthode de Tukey aux niveaux alpha (α) 0,05 et 0,01 ont été utilisés comme examens post-hoc pour les effets des variables à trois niveaux. L'autre examen post-hoc utilisé était la décomposition en effets simples qui visait à analyser les niveaux de la variable à trois niveaux

interagissant avec la ou les autres variables. Le seuil minimal de signification de la décomposition des interactions était de $p < 0,05$.

2.2.5.2.4 Étapes d'analyse statistique par expérience

Nous exposerons maintenant les étapes de l'analyse statistique qui sont particulières à chacune des expériences.

Expérience de la co-occurrence de processus

Les analyses de variance dans cette expérience ont tout d'abord porté sur les paires de conditions contrôles et conditions violations correspondantes (par exemple, les données d'amplitude des phrases « contrôle – près de la fin de phrase » *versus* celles des phrases « violation – fin de phrase »). Trois variables intra-sujets de deux ou trois niveaux ont été considérées pour ces analyses : grammaticalité (contrôle *versus* violation); hémisphère (gauche *versus* droit); et antériorité/centralité/postériorité (antérieur *versus* central *versus* postérieur). Ces variables intra-sujets étaient valides pour les électrodes des six premières régions d'intérêt décrites plus bas. En effet, les variables *hémisphère* et *antériorité/centralité/postériorité* (ACP, pour les occurrences futures) n'étant pas pertinentes pour les électrodes médianes, elles ont été remplacées par la variable *électrode*, de six niveaux (un pour chaque électrode). Ainsi, les données des électrodes médianes ont été analysées séparément de celles des autres régions. En ce qui concerne les regroupements d'électrodes en régions d'intérêt comme facteur d'analyse, chaque région était formée de six électrodes. Le tableau IX précise les électrodes composant les régions d'intérêt.

Tableau IX. Répartition des électrodes par région d'intérêt
(expérience de la co-occurrence de processus)

<i>Régions d'intérêt</i>	<i>Électrodes choisies</i>
Antérieur gauche	F3, F5, F7, FC3, FC5
Antérieur droit	F4, F6, F8, FC4, FC6
Central gauche	C3, C5, CP3, CP5, TP7
Central droit	C4, C6, CP4, CP6, TP8
Postérieur gauche	P3, P5, PO3, PO7, O1
Postérieur droit	P4, P6, PO4, PO8, O2
Médiane	Fz, FCz, Cz, CPz, Pz

Une fois ces analyses complétées, nous avons procédé à l'analyse des différences d'amplitude entre types de conditions en soustrayant les données d'amplitude des conditions violations par celles des conditions contrôles correspondantes (*difference waveforms*). Les valeurs obtenues chiffraient les différences d'amplitude entre conditions, ce qui nous a permis de comparer statistiquement les différences d'amplitudes des phrases où le mot critique était en fin de phrase et celles où il était en milieu de phrase. Les analyses de variance sur ces valeurs de différences étaient nécessaires pour déterminer, par exemple, si la ELAN des phrases des conditions « milieu de phrase » était davantage prononcée, atténuée ou même semblable à celle des phrases des conditions « (près de la) fin de phrase ». Les variables intra-sujets utilisées ici étaient donc les suivantes : condition ((près de la) fin de phrase *versus* milieu de phrase); hémisphère (gauche *versus* droit); et ACP (antérieur *versus* central *versus* postérieur).

Expérience de la mémoire de travail verbale

La définition des régions d'intérêt et les analyses effectuées pour cette expérience étaient les mêmes que celles de l'expérience précédente. Les comparaisons entre conditions (contrôles *versus* violations) et entre différences d'amplitude des conditions ont été cependant faites en termes de charge de traitement de la mémoire de travail, mais en considérant tout de même le point de comparaison du mot critique pour les conditions ayant une faible charge de traitement. Nous pouvions ainsi départager les conditions « (près de la) fin de phrase » des conditions « milieu de phrase », toutes deux ayant une faible charge de traitement. Pour les analyses de variance entre les différences d'amplitude (*difference waveforms*), les variables intra-sujets et leurs niveaux ont été établis comme suit : condition (faible charge/fin de phrase *versus* faible charge/milieu de phrase *versus* lourde charge/milieu de phrase); hémisphère (gauche *versus* droit); et ACP (antérieur *versus* central *versus* postérieur).

Expérience de la violation d'attentes

Les ANOVAs pour cette expérience ont été menés sur les données d'amplitude des conditions contrôle et cible. (Nous allons voir, au chapitre suivant, que le même

exercice a cependant été fait avec les données des conditions contrôle et distracteur 2 et les amplitudes des conditions cible et distracteur 2.) Trois variables intra-sujets de deux ou trois niveaux ont été utilisées : condition (contrôle *versus* cible); hémisphère (gauche *versus* droit); et ACP (antérieur *versus* central *versus* postérieur). Les particularités d'analyse des électrodes médianes exposées précédemment valent aussi pour l'expérience de la violation d'attentes. Pour ce qui est de la définition des régions d'intérêt, ces dernières étaient les mêmes que les régions des expériences précédentes, à la différence près que les régions étaient formées ici de six électrodes au lieu de cinq.¹ Le tableau suivant montre la répartition des électrodes choisies par région d'intérêt.

Tableau X. Répartition des électrodes par région d'intérêt
(expérience de la violation d'attentes)

<i>Région d'intérêt</i>	<i>Électrodes choisies</i>
Antérieur gauche	F3, F5, F7, FC3, FC5, FT7
Antérieur droit	F4, F6, F8, FC4, FC6, FT8
Central gauche	C3, C5, T7, CP3, CP5, TP7
Central droit	C4, C6, T8, CP4, CP6, TP8
Postérieur gauche	P3, P5, P7, PO3, PO7, O1
Postérieur droit	P4, P6, P8, PO4, PO8, O2
Médiane	Fz, FCz, Cz, CPz, Pz, POz

Au chapitre suivant, nous exposerons les résultats des analyses que nous avons décrites ici.

¹ Les électrodes sélectionnées pour les régions d'intérêt de l'expérience de la violation d'attentes, d'une part, et les expériences de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail verbale, d'autre part, diffèrent en raison de difficultés techniques lors de l'exportation des données d'amplitude. Les données concernant certaines électrodes étaient disponibles pour la première expérience, cela n'étant pas le cas pour les deux autres.

Chapitre 3

Résultats

Dans le présent chapitre, nous présenterons les résultats de notre recherche dans l'ordre suivant. Nous rappellerons succinctement l'objectif de notre recherche ainsi que nos hypothèses de travail avant de nous attarder aux résultats des mesures comportementales, à savoir, ceux de l'évaluation de la mémoire de travail verbale et ceux des temps de réaction des phrases présentées dans les trois expériences. Dans un deuxième temps, nous examinerons plus en détails les résultats des données électrophysiologiques par expérience. Nous terminerons en résumant les résultats de chacune des expériences.

3.1 Rappel du but et des hypothèses de travail

Rappelons brièvement que le but de notre recherche est de déterminer les corrélats électrophysiologiques des premiers processus de traitement syntaxique en français québécois; nous supposons que ces processus seront reflétés par une ELAN et/ou une LAN à la suite d'une violation de catégorie de mot. Trois hypothèses reliées à cet objectif général ont été testées dans notre recherche :

1. *Hypothèse de la co-occurrence de processus* : La ELAN est un effet ERP dû à la co-occurrence de processus syntaxiques locaux et de processus (linguistiques) globaux que l'on retrouve en fin de phrase (processus de conclusion de phrase – *sentence wrap-up*, décision, etc.).

Prédictions : La ELAN devrait être générée à la suite d'une violation de catégorie de mot près de la fin de phrase, entre 100 et 300 ms aux sites d'électrodes gauches antérieurs. Après la violation de catégorie de mot en milieu de phrase, une LAN devrait être observable aux mêmes sites d'électrodes, entre 300 et 500 ms.

2. *Hypothèse de la mémoire de travail verbale* : La ELAN sera influencée par une variation de la charge de traitement de la mémoire de travail.

Prédictions : La ELAN devrait être générée aux électrodes antérieures gauches entre 100 et 300 ms à la suite d'une violation de catégorie de mot dans une phrase demandant une lourde charge de traitement à la mémoire de travail (une phrase avec une relative). Une LAN devrait être également visible entre 300 et 500 ms aux mêmes sites d'électrodes, reflétant l'emploi de ressources de la mémoire de travail. Seule une LAN devrait apparaître après une violation de catégorie de mot en milieu de phrase dans une phrase demandant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (sans proposition relative). Enfin, une ELAN devrait être visible entre 100 et 300 ms aux électrodes antérieures gauches, après une violation près de la fin de phrase, dans une phrase demandant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (sans proposition relative).

3. *Hypothèse de la violation d'attentes* : La ELAN est un effet ERP généré en réponse à la violation des *attentes* de catégorie de mot plutôt que par la violation de catégorie de mot uniquement.

Prédictions : La ELAN devrait être générée entre 100 et 300 ms aux sites d'électrodes antérieurs gauches par la violation des attentes de catégorie de mot, donc dans une phrase de structure correcte mais imprévue. Une phrase ayant une structure correcte et conforme aux attentes syntaxiques ne devrait pas provoquer d'ELAN.

3.2 Résultats des données comportementales

Nous présenterons ici les résultats du test évaluant la mémoire de travail verbale des participants. Rappelons qu'il s'agissait d'une tâche visant à contrôler les influences possibles sur le tracé EEG de différences interindividuelles mnésiques. Les temps de réaction pour chacune des expériences seront ensuite exposés à titre indicatif.

3.2.1 Évaluation de la mémoire de travail verbale

Le score moyen des participants au *Reading span test* (Desmette et coll., 1995, pour la version française; Daneman et Carpenter, 1980, pour la version originale anglaise), qui a servi à déterminer leur empan mnésique, était de 3,34 (ET : 0,55; échelle : 2,5 – 4,5). Si l'on calcule l'empan à partir du nombre d'essais réussis en %, on obtient un nombre moyen de 41,16 (ET : 13,40; échelle : 23,30 – 75,00). Le tableau XI plus bas montre la distribution des participants selon leur empan mnésique. Les moyennes et les écarts-types rapportés ci-dessous sont ceux calculés à partir du nombre d'essais (en %). À titre indicatif, nous avons également mis les moyennes et écarts-types calculés selon le score (ceux-ci figurent entre parenthèses).

Tableau XI. Nombre de participants et nombre moyen d'essais réussis en % par groupe d'empan

<i>Capacité (empan) de la mémoire de travail verbale</i>	<i>Nombre de participants (n = 28)</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Écart-type</i>
Faible	8	28,10 (2,88)	2,45 (0,23)
Moyenne	9	35,71 (3,11)	2,89 (0,22)
Élevée	11	55,11 (3,86)	9,83 (0,45)

Pour s'assurer de la valeur discriminante du *Reading span test*, nous avons mené une analyse de variance (ANOVA) à un facteur avec les nombres moyens d'essais réussis en pourcentage. Bien que celle-ci ait permis de déterminer des différences de moyennes significatives entre sous-groupes de participants ($F(2,25) = 43,81$; $CM_E = 1885$; $p < 0,001$), les tests de Tukey effectués comme examens post-hoc ont révélé une différence significative seulement entre les groupes d'empan faible et élevé ($p < 0,05$) ainsi que d'empan moyen et élevé ($p < 0,05$). Nous avons tout de même utilisé la répartition des participants selon le *Reading span test* lors de l'analyse statistique des données ERP comme variable inter-sujets.

3.2.2 Temps de réaction

Dans la section suivante, les résultats des temps de réaction seront présentés par expérience. Nous avons également ajouté les résultats des jugements de grammaticalité. Rappelons que la raison principale pour laquelle les temps de réaction ont été calculés par expérience était de déterminer un temps maximal de réponse (temps de réaction moyen + 1 ET) pour la sélection des essais lors de l'analyse des données électrophysiologiques. Les moyennes de temps de réaction par condition des expériences ne sont donc données ici qu'à titre indicatif.

3.2.2.1 *Expérience de la co-occurrence de processus*

Précisons d'abord que les temps de réaction des expériences de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail verbale ont été analysés ensemble puisque les stimuli de ces deux expériences faisaient partie de la même liste lors de la passation de l'expérimentation et que le type de violation utilisé était semblable. D'autre part, tel que mentionné dans la méthodologie, les temps de réaction ayant servi au calcul de la moyenne globale des temps de réaction sont ceux :

1. des participants ayant respecté la consigne d'attendre l'apparition de la question à la fin des phrases avant de répondre;
2. pour lesquels une bonne réponse a été enregistrée;
3. de moins de 2000 ms, pour s'assurer de la spontanéité de la réponse.

Au total, nous avons déterminé que 13 participants ont suivi la consigne de façon satisfaisante; les autres participants comptaient plus de 15 essais aberrants dans l'une ou l'autre des catégories de phrases et étaient exclus du calcul de la moyenne sur la base de ce critère. La moyenne globale des temps de réaction (c'est-à-dire, la moyenne des moyennes individuelles des temps de réaction des treize participants), toutes conditions confondues, était de 506 ms (ET : 292). Cette moyenne + 1 ET (798 ms) nous a permis de fixer le temps maximal de réponse pour la considération des essais entrant dans l'analyse des données ERP. Des analyses sur les moyennes des temps de réaction pour déterminer des différences entre conditions contrôles et

violations n'ont pas été entreprises, compte tenu des difficultés d'analyses inhérentes aux données de temps de réaction recueillies, difficultés que nous avons exposées au chapitre précédent. Cela ne constituait pas, par ailleurs, une analyse pertinente en lien avec les objectifs de notre recherche.

En ce qui concerne le taux d'erreur global, celui-ci était de 4,5 %. Les moyennes et les écarts-types des temps de réaction (TR) et les taux d'erreurs de chacune des conditions de l'expérience sont illustrés à titre indicatif dans le tableau XII ci-dessous.

Tableau XII. Temps de réaction et taux d'erreur moyens par condition (basé sur 13 participants – expérience de la co-occurrence de processus)

Conditions	Moyenne TR (ms)	Écart-type TR (ms)	Taux d'erreur (%)
Contrôle – <i>près de la fin de phrase</i>	516	131	2,50
Violation – <i>fin de phrase</i>	509	110	2,29
Contrôle – <i>milieu de phrase</i>	507	164	3,07
Violation – <i>milieu de phrase</i>	438	96	3,93

3.2.2.2 Expérience de la mémoire de travail verbale

Comme mentionné précédemment, les temps de réaction de cette expérience ont été analysés avec ceux de l'expérience de la co-occurrence de processus. La moyenne globale des temps de réaction (506 ms), le temps de réaction maximal pour la sélection des essais dans les données ERP (moyenne + 1 ET : 798 ms) et le taux d'erreur global (4,5 %) sont donc les mêmes. Les temps de réaction moyens, écarts-types et taux d'erreur des conditions lourde charge de traitement de la mémoire de travail sont reportés dans le tableau XIII à la page suivante (les données équivalentes des conditions faible charge de traitement sont celles des conditions milieu de phrase et fin de phrase de l'expérience précédente).

Tableau XIII. Temps de réaction et taux d'erreur moyens par condition
(basé sur 13 participants – expérience de la mémoire de travail verbale)

Conditions	Moyenne TR (ms)	Écart-type TR (ms)	Taux d'erreur (%)
Contrôle – (milieu de phrase) lourde charge	530	130	8,50
Violation – (milieu de phrase) lourde charge	452	112	5,79

3.2.2.3 Expérience de la violation d'attentes

Les mêmes critères d'inclusion de temps de réaction dans le calcul de la moyenne globale des temps de réaction que ceux mentionnés dans l'expérience de la co-occurrence de processus ont été employés (le nombre limite d'essais aberrants était cependant de 10 essais). Cette fois, les moyennes de temps de réaction de 12 participants ont été considérées dans le calcul de la moyenne globale. Cette dernière, toutes conditions confondues, était de 545 ms (ET : 334). Le temps maximal de réponse qui a servi à la sélection des essais lors de l'analyse des données électrophysiologiques a ainsi été établi à 879 ms (moyenne + 1 ET). Aucune analyse ultérieure n'a été entreprise sur les différences de temps de réaction entre conditions contrôles et conditions violations pour les mêmes raisons que nous avons évoquées plus haut.

D'autre part, le taux d'erreur global quant aux jugements de grammaticalité des phrases montait à 14,2 %, sans égard à la condition. Ce taux relativement élevé est dû au fait que les participants n'ont pas donné la réponse attendue pour plusieurs des phrases de la condition cible (taux d'erreur : 36,5 %). En comparaison, le taux d'erreur de la condition contrôle se situait à 4,7 %.

3.3 Résultats des données ERP

Nous décrirons, dans cette section, les résultats obtenus à la suite de l'analyse des données ERP pour chacune des expériences. Nous rappellerons d'abord

brièvement les hypothèses et prédictions de chacune des expériences. Nous comparerons ensuite les tracés électroencéphalographiques entre conditions pour chacune des fenêtres de temps préétablies dans la méthodologie, fenêtres de temps qui sont liées à différentes composantes linguistiques (ELAN, LAN, N400, P600). Nous présenterons également les résultats des tests statistiques utilisés lors de ces comparaisons. Enfin, nous résumerons les faits saillants des résultats des expériences. Rappelons que le but de cette recherche consistait à déterminer le(s) corrélat(s) ERP des premiers processus de traitement syntaxique en français.

3.3.1 Expérience de la co-occurrence de processus

Nous avons formulé l'hypothèse que la ELAN était un effet ERP issu de la co-occurrence de processus syntaxiques locaux et des processus globaux de fin de phrase (processus de conclusion de phrase – *sentence wrap-up*, décision, etc.). Par conséquent, nous avons prédit qu'une violation de catégorie de mot générerait une ELAN entre 100 et 300 ms aux sites d'électrodes antérieurs gauches uniquement en fin de phrase. En milieu de phrase, nous devrions plutôt apercevoir une LAN entre 300 et 500 ms aux électrodes antérieures gauches. Pour cette expérience, nous devons donc comparer les réponses ERP de stimuli dont la position du point de comparaison dans la phrase variait. Nous présenterons d'abord les résultats des conditions où le point de comparaison se situait en fin de phrase (ou près de celle-ci), puis ceux des conditions où le point se trouvait en milieu de phrase avant de terminer par les comparaisons entre les conditions (près de la) fin et milieu de phrase.

3.3.1.1 Conditions en fin de phrase

La comparaison de la moyenne des tracés des mots critiques de la condition contrôle-près de la fin de phrase (par ex., *contrat* dans *La clause du contrat expire.*) avec celle de la condition violation-fin de phrase (par ex., *expire* dans *La clause du expire.*), illustrée à la figure 8, révèle quelques différences statistiquement significatives; celles-ci sont identifiées par un astérisque. Notons que les différences d'amplitudes que nous avons relevées peuvent sembler importantes; cependant, elles ne sont souvent que de l'ordre d'un ou deux μV .

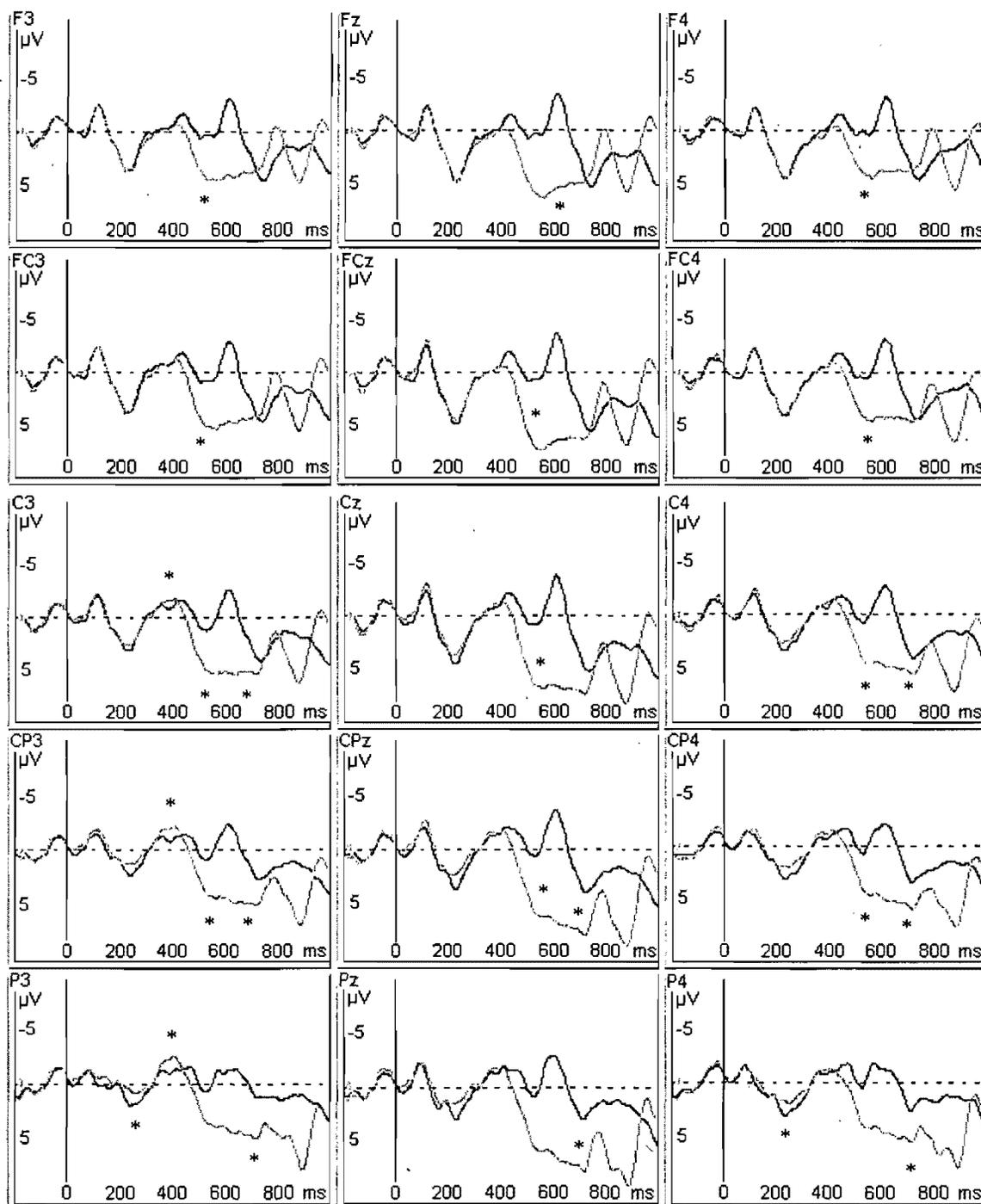


Figure 8. Comparaison des tracés des conditions contrôle (noir) et violation (gris) fin de phrase. * : différence statistiquement significative; le voltage négatif (en μV) figure vers le haut sur les graphiques (voir chapitre 2, section 2.2.4.2, pour le lieu précis des électrodes)

Nous nous pencherons maintenant sur les résultats des analyses statistiques menées dans chaque fenêtre de temps en comparant les conditions contrôle et violation. Les effets et interactions des ANOVAs seront analysés; ceux-ci sont reportés dans un tableau à l'annexe V.

80 – 150 ms

Aucun effet ni interaction n'ont été relevés dans cette fenêtre de temps; il n'y a donc pas de différence entre les premiers pics négatifs des deux conditions et, pour ainsi dire, aucune ELAN.

150 – 270 ms

L'analyse de cette fenêtre de temps a révélé une interaction *grammaticalité x antériorité/centralité/postériorité (ACP*, pour les prochaines occurrences), qui s'est avérée statistiquement significative, après décomposition en effets simples, pour la région postérieure. Cela confirme que les signaux enregistrés aux électrodes postérieures sont davantage négatifs dans la condition violation que dans la condition contrôle. La décomposition en effets simples de l'interaction *hémisphère x ACP* a permis de constater que la différence n'était valide que pour les régions antérieure et centrale (près de la valeur de signification pour la région postérieure). Ainsi, les régions antérieure et centrale (et postérieure, dans une moindre mesure) de l'hémisphère droit sont, sans égard à la condition, significativement plus positives que les mêmes régions de l'hémisphère gauche. Pour les électrodes médianes, une interaction *grammaticalité x électrode* a presque atteint le seuil de signification pour les électrodes CPz et Pz à la décomposition en effets simples. Les signaux de ces électrodes sont donc moins positifs en condition violation qu'en condition contrôle.

Bien qu'une interaction *grammaticalité x ACP* ait été notée, le fait que seule la région postérieure se soit avérée significative ne permet pas de déduire qu'une ELAN ait été présente. Il aurait fallu observer une différence dans la région antérieure gauche (et donc une interaction triple *grammaticalité x hémisphère x ACP*). Les analyses de ces deux premières fenêtres de temps n'ont donc pas révélé l'effet attendu. Nous avons

entrepris des analyses dans des fenêtres de temps subséquentes afin de vérifier si la violation syntaxique ne générerait pas d'autres effets (LAN, N400 ou P600).

370 – 470 ms

Nous avons relevé une interaction *grammaticalité x hémisphère x ACP* statistiquement significative, après décomposition en effets simples, pour les régions centrale gauche et postérieure gauche. Le tracé de ces régions est ainsi plus négatif pour la condition violation que pour la condition contrôle. Un effet principal *électrode* a été noté pour les électrodes médianes. Les contrastes *a posteriori* selon la méthode de Tukey ont permis de constater des différences au niveau alpha 0,05 entre les électrodes suivantes : Fz x CPz, et Fz x Pz. Les électrodes CPz et Pz sont ainsi significativement plus négatives que Fz, peu importe la condition.

Le fait que les sites d'électrodes central et postérieur gauches soient plus négatifs dans la condition violation que dans la condition contrôle nous amène à croire qu'il s'agit d'une N400 davantage prononcée pour cette première condition. La N400 générée par des stimuli visuels est cependant généralement plus marquée dans l'hémisphère droit que gauche. D'autre part, cette négativité pourrait également être une LAN avec une distribution atypique, si l'on considère la manipulation (syntaxique) que nous avons effectuée.

500 – 600 ms

Une interaction triple *grammaticalité x hémisphère x ACP* s'est vérifiée pour les régions antérieure gauche, antérieure droite, centrale gauche et centrale droite (marginalelement significatif pour la région postérieure droite). Ces régions sont donc plus positives dans la condition violation que dans la condition contrôle. Un effet principal *grammaticalité* a également été relevé pour les électrodes médianes, ce qui signifie que la moyenne des électrodes médianes est plus positive pour la condition violation que pour la condition contrôle.

Les différences d'amplitude entre conditions permettent de penser qu'une P600 commence dans cette fenêtre de temps. Bien que la positivité ici soit présente surtout dans les régions antérieures et centrales, cela n'est pas tout à fait en contradiction avec la distribution habituelle de la P600 dans sa première phase, habituellement relativement égale sur tout le crâne (Hagoort et Brown, 2000a).

D'autre part, nous pouvons apercevoir une négativité prononcée 600 ms après le mot cible dans la condition contrôle. Cette négativité serait en fait due au mot suivant le mot cible (chaque mot étant présenté à 500 ms d'intervalle); il s'agirait en effet de la N1 du mot suivant – la N1 est un effet ERP arrivant 100 ms après tout stimulus visuel. Nous traiterons plus en détails de cette négativité à la section 3.1.2 de ce chapitre, puisque, comme nous le verrons, une N1 a également été enregistrée dans les conditions où la violation se trouvait en milieu de phrase.

650 – 800 ms

À la suite de l'analyse de cette fenêtre de temps, nous avons obtenu une interaction *grammaticalité x ACP*, qui, après décomposition en effets simples, s'est révélée statistiquement significative pour les régions centrale et postérieure. Cela confirme que ces régions sont davantage positives pour les phrases contenant une violation que les phrases contrôles. Une interaction *hémisphère x ACP* s'est avérée statistiquement significative, après décomposition en effets simples, pour les régions antérieure et centrale. Ainsi, les régions antérieure et centrale droites sont globalement plus positives que les régions antérieure et centrale de l'hémisphère gauche. Pour les électrodes médianes, une interaction statistiquement significative *grammaticalité x électrode* a été décomposée en effets simples. Celle-ci a montré que les électrodes CPz et Pz (et Cz, dont les données ont presque atteint le seuil de signification) interagissaient avec la variable *grammaticalité*, ces électrodes étant plus positives en condition violation qu'en condition contrôle.

Les régions et électrodes impliquées dans les interactions *grammaticalité x ACP* et *grammaticalité x électrode* laissent croire que la positivité observée

s'apparente à la P600. Plus spécifiquement, la positivité ici présente possède la distribution (centro-postérieure) de la deuxième phase de la P600.

En résumé

Lors de la comparaison des conditions violation et contrôle, où le lieu de comparaison était en fin de phrase, nous prévoyions qu'une ELAN soit générée, reproduisant les résultats de certaines études précédentes. Une interaction *grammaticalité x hémisphère x ACP* (ou, à tout le moins, un effet de *grammaticalité*), significative pour la région antérieure gauche après décomposition en effets simples, aurait donc dû être présente. Les analyses statistiques entreprises ici ne révèlent pas d'effet ni d'interaction entre 80 et 150 ms, mais une interaction *grammaticalité x ACP* entre 150 et 270 ms. Toutefois, cette interaction s'avérant statistiquement significative pour la région postérieure seulement (les électrodes postérieures étant donc moins positives en condition violation qu'en condition contrôle), nous ne pouvons qualifier cette différence de ELAN puisque la distribution de l'écart observé n'est pas analogue à celle de la ELAN et que la polarité du tracé EEG demeure positive.

Une négativité a été révélée après avoir relevé une interaction *grammaticalité x hémisphère x ACP* statistiquement significative pour les régions centrale et postérieure gauches. Cette négativité pourrait s'apparenter à une N400, bien que la N400 soit habituellement plus grande dans l'hémisphère droit. Elle pourrait également être une LAN, en considération de la manipulation syntaxique effectuée, mais avec une distribution atypique. L'analyse des fenêtres de temps subséquentes a permis de confirmer la positivité de la condition violation comparée à la condition contrôle. Entre 500 et 600 ms, cette positivité s'est révélée statistiquement significative pour les régions antérieures et centrales des deux hémisphères (interaction *grammaticalité x hémisphère x ACP*) et globalement à l'analyse des électrodes médianes (effet principal *grammaticalité*). Cette positivité de la condition violation s'est poursuivie entre 650 et 800 ms pour les régions centrale et postérieure (interaction *grammaticalité x ACP*) et pour les électrodes médianes CPz et Pz (interaction *grammaticalité x électrode*). Les interactions et l'effet observés dans ces régions laissent croire aux deux phases d'une P600 (d'abord largement distribuée, puis centro-postérieure).

3.3.1.2 Conditions en milieu de phrase

La figure 9, à la page suivante, illustre les tracés de la moyenne des mots critiques des phrases de la condition contrôle-milieu de phrase (par ex., *contrat* dans *La clause du contrat expire dans une semaine.*) et de celle des mots critiques des phrases de la condition violation-milieu de phrase (par ex., *expire* dans *La clause du expire dans une semaine.*). Les différences statistiquement significatives sont identifiées par un astérisque.

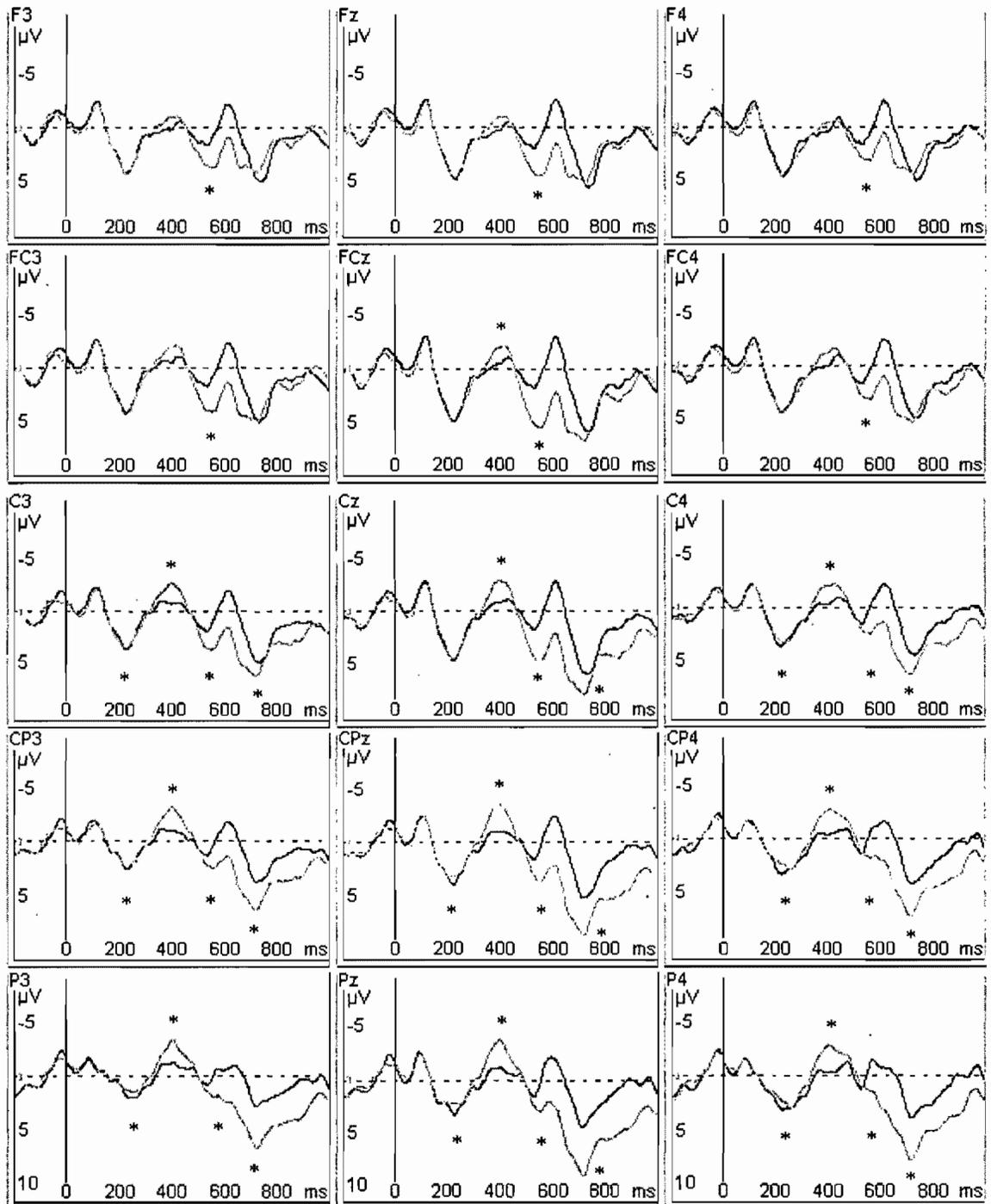


Figure 9. Comparaison des tracés des conditions contrôle (noir) et violation (gris) milieu de phrase. * : différence statistiquement significative; le voltage négatif (en μV) figure vers le haut sur les graphiques.

Nous présenterons maintenant, par fenêtre de temps, les résultats des analyses statistiques de la comparaison des conditions contrôle et violation-milieu de phrase. Les résultats des ANOVAs sont détaillés dans un tableau à l'annexe VI.

80 – 150 ms

Aucune interaction ni effet n'ont été relevés dans cette fenêtre de temps, ce qui signifie que les premiers pics négatifs de chacune des conditions sont d'amplitude équivalente; il n'y a donc pas d'ELAN visible.

150 – 270 ms

Une interaction *grammaticalité x ACP* a été obtenue pour cette fenêtre de temps. La décomposition en effets simples a révélé que cette interaction était statistiquement significative pour les régions centrale et postérieure. Les électrodes de ces régions sont ainsi moins positives dans la condition violation que dans la condition contrôle. Nous avons également relevé une interaction *hémisphère x ACP*. Après décomposition en effets simples, seules les régions antérieure et centrale sont ressorties statistiquement significatives, ce qui veut dire que les électrodes de ces régions sont de façon générale davantage positives dans l'hémisphère droit que dans le gauche. Pour les électrodes médianes, une interaction *grammaticalité x électrode* a été relevée. La décomposition en effets simples a permis de constater que l'interaction n'était statistiquement significative que pour les électrodes centrale et postérieure CPz et Pz (marginale pour Cz); celles-ci sont donc moins positives dans la condition violation que dans la condition contrôle. La distribution (centro-postérieure) et la polarité (positive) de la différence notée ici ne correspondent pas à celles de la ELAN.

370 – 470 ms

L'analyse de cette fenêtre de temps a montré une interaction *grammaticalité x ACP*. La décomposition en effets simples a démontré que cette interaction était statistiquement significative pour les régions centrale et postérieure. Les électrodes des régions centrale et postérieure ont ainsi une amplitude davantage négative pour les

phrases de la condition violation que pour celles de la condition contrôle. Une interaction *grammaticalité x électrode* est également ressortie statistiquement significative pour les électrodes médianes FCz, Cz, CPz et Pz; celles-ci sont donc plus négatives dans la condition violation que dans la condition contrôle.

La distribution centrale et postérieure de la négativité accrue dans la condition cible nous amène à penser qu'il s'agit d'une N400 plus grande que dans la condition contrôle. La N400 possède cette distribution, quoique habituellement avec une plus grande importance dans l'hémisphère droit lorsque des stimuli visuels sont utilisés. Cependant, nous pouvons également penser qu'il s'agit d'une LAN, compte tenu que la tâche en était une de détection de violation syntaxique.

500 – 600 ms

Un effet principal de *grammaticalité* s'est révélé statistiquement significatif, confirmant que la moyenne globale des électrodes pour la condition violation est plus positive que celle dans la condition contrôle. Un effet *hémisphère* a aussi été répertorié : les signaux enregistrés sur l'hémisphère gauche sont donc plus positifs que ceux de l'hémisphère droit, toutes conditions confondues. Pour les électrodes médianes, une interaction statistiquement significative *grammaticalité x électrode* a été constatée. Celle-ci s'est vérifiée pour toutes les électrodes, ce qui veut dire que les électrodes médianes sont plus positives dans la condition violation que dans la condition contrôle.

L'effet *grammaticalité* et l'interaction *grammaticalité x électrode* montrent que la positivité enregistrée dans la condition violation est distribuée largement sur tout le crâne. La latence et distribution de cette positivité la rapprochent de la P600 dans sa première phase.

650 – 800 ms

Une interaction *grammaticalité x ACP* a été obtenue. La décomposition en effets simples a révélé qu'elle était statistiquement significative pour les régions

centrale et postérieure, c'est-à-dire que ces régions sont plus positives en condition violation qu'en condition contrôle. L'analyse de cette fenêtre a également dévoilé une interaction *hémisphère x ACP*. Seules les régions antérieure et centrale ont atteint le seuil de signification après la décomposition en effets simples. Ainsi, cela confirme que les électrodes des régions antérieure et centrale du côté de l'hémisphère droit sont, sans égard à la condition, davantage positives que celles du côté de l'hémisphère gauche. Enfin, une interaction *grammaticalité x électrode* est ressortie comme statistiquement significative pour les électrodes médianes. À la décomposition en effets simples, les électrodes centrales et postérieure Cz, CPz et Pz se sont avérées statistiquement significatives; ces électrodes sont donc plus positives pour la condition violation que pour la condition contrôle.

La distribution de la positivité observée pour la condition violation en comparaison avec la condition contrôle est centro-postérieure, tel qu'indiqué par les interactions de *grammaticalité* obtenues dans cette fenêtre de temps. Elle s'apparente ainsi avec celle de la P600 dans sa deuxième phase.

Par ailleurs, nous pouvons également voir, à la figure 9, un pic d'amplitude négative vers 600 ms après le mot cible pour la condition contrôle, mais également que le signal est moins positif à cette même latence pour la condition violation. Comme mentionné plus haut, cet effet serait dû dans les deux cas à l'apparition du mot suivant, 500 ms après le mot-cible. Cette N1, composante marquant la perception d'un stimulus visuel (ici le mot suivant le mot critique), intervient donc dans la P600 du mot critique. Nous sommes donc conscient que la P600 observée dans les fenêtres de temps 500-600 ms et 600-800 ms est vraisemblablement contaminée par les effets ERP du mot suivant (la P600 du mot critique coïncidant avec la N1 et la P2 – positivité à 200 ms – du mot suivant). Cependant, si la P600 dans les fenêtres de temps entre 500 et 800 ms constituait un effet seulement attribuable au mot suivant le mot critique, cet effet aurait dû être contaminé dans une proportion équivalente, que la phrase soit correcte ou non. Dans ce cas, la P2 du mot suivant le mot critique de la phrase correcte (se produisant environ 700 ms après le mot critique) aurait été d'une amplitude équivalente à la P2 du

mot suivant le mot critique de la phrase incorrecte. Or, nous observons que la P2 du mot suivant la violation (survenant donc durant la P600 provoquée par cette dernière), dans la phrase incorrecte, est d'une plus grande amplitude que la P2 du mot suivant le mot critique de la phrase correcte. Nous pouvons ainsi penser que l'effet accru sur la P600 est attribuable à la violation et non à l'apparition du mot suivant le mot critique.

En résumé

Nous avons prévu observer une LAN, mais non une ELAN, à la comparaison des conditions contrôle et violation, où le mot critique se trouvait en milieu de phrase. Aucun effet ou interaction n'ont été obtenus entre 80 et 270 ms permettant de croire à la présence d'une ELAN. De 370 à 470 ms, la décomposition des interactions *grammaticalité x ACP* et *grammaticalité x électrode* a révélé une négativité accrue dans la condition violation pour les régions et électrodes médianes centrales et postérieures. La distribution de cette négativité ressemble à celle de la N400, bien que la N400 générée par des stimuli visuels soit habituellement davantage prononcée dans l'hémisphère droit. Compte tenu de la nature (syntaxique) de la tâche, on pourrait supposer que cette négativité accrue est une LAN. Il est également possible que cette négativité soit la manifestation de la co-occurrence d'une LAN et d'une N400. D'autre part, l'effet et les interactions de *grammaticalité* qui sont ressorties entre 500 et 800 ms nous amènent à penser que la positivité enregistrée dans la condition violation est une P600 en deux phases, tel que soutenu par ses variations de distribution.

3.3.1.3 Comparaisons entre conditions en milieu et fin de phrase

Afin de déterminer si la position de la violation a une influence sur la négativité (LAN ou N400) et la positivité (P600) observées, nous avons effectué des analyses statistiques sur les différences d'amplitude (*difference waveforms*) des conditions (près de la) fin de phrase ([amplitudes de la condition violation-fin de phrase] moins [amplitudes de la condition contrôle-près de la fin de phrase]) et des conditions en milieu de phrase ([amplitudes de la condition violation-milieu de phrase] moins [amplitudes de la condition contrôle-milieu de phrase]). Seules les fenêtres de temps pour lesquelles des effets ERP ont été relevés ont été comparées (entre 370 et

800 ms). En termes statistiques, nous avons vérifié si un effet ou une interaction de condition étaient présents. Les résultats des analyses sont reportés dans le tableau XIV.

Tableau XIV. Effets et interactions des conditions comparées de position de violation dans la phrase. ACP : antériorité/centralité/postériorité; Cond : condition; Élec : électrode médiane; Hém : électrodes de l'hémisphère (G : gauche; D : droit). Les décompositions figurent en italique et les différences statistiquement significatives, en gras.

Effets et interactions par fenêtre de temps	<i>F</i>	<i>ddl; ddl_E</i>	<i>Carré moyen de l'erreur (CM_E)</i>	<i>Sign. (p)</i>
<i>370 – 470 ms</i>				
Cond x Hém x ACP	5,88	2;44	0,45	0,009
<i>Cond x Hém G x Antérieur</i>	2,79	1;27	3,94	0,107
<i>Cond x Hém D x Antérieur</i>	1,98	1;27	4,38	0,171
<i>Cond x Hém G x Central</i>	< 1			
<i>Cond x Hém D x Central</i>	3,24	1;27	5,80	0,083
<i>Cond x Hém G x Postérieur</i>	< 1			
<i>Cond x Hém D x Postérieur</i>	3,33	1;27	6,41	0,079
Cond (Élec)	7,57	1;22	39,97	0,012
<i>500 – 600 ms</i>				
Cond	9,76	1;22	15,68	0,005
Cond x Élec	3,69	4;88	1,53	0,035
<i>Cond x Fz</i>	22,30	1;27	5,89	< 0,001
<i>Cond x FCz</i>	19,74	1;27	6,39	< 0,001
<i>Cond x Cz</i>	18,51	1;27	8,01	< 0,001
<i>Cond x CPz</i>	35,49	1;27	6,65	< 0,001
<i>Cond x Pz</i>	38,63	1;27	6,27	< 0,001
<i>650 – 800 ms</i>				
Aucun	--	--	--	--

370 – 470 ms

L'analyse de cette fenêtre de temps a révélé une interaction *condition x hémisphère x ACP*. Celle-ci a presque atteint le seuil de signification pour les régions centrale et postérieure droites après la décomposition en effets simples. Un effet principal de *condition* a également été trouvé pour les électrodes médianes, indiquant

une différence de différence moyenne d'amplitude entre les conditions (près de la) fin de phrase et milieu de phrase. La comparaison des différences d'amplitude est toutefois difficile pour cette fenêtre, compte tenu que le tracé de la condition contrôle est généralement plus négatif que celui de la condition violation pour les conditions (près de la) fin de phrase (sauf pour les régions centrale et postérieure gauches, seules régions statistiquement significatives, par ailleurs), alors que c'est le tracé de la condition violation qui est plus négatif que celui de la condition contrôle pour les conditions en milieu de phrase (statistiquement significatif pour les régions centrale et postérieure). Les résultats pour cette fenêtre de temps doivent donc être considérés avec précaution.

500 – 600 ms

Un effet principal *condition* s'est avéré statistiquement significatif ici. L'interaction *condition x électrode* est aussi ressortie statistiquement significative après décomposition en effets simples pour toutes les électrodes médianes. Cet effet et cette interaction confirment que la différence moyenne des conditions en fin de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]) est plus grande que celle des conditions en milieu de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]). Ainsi, la P600, dans sa première phase est plus prononcée pour la condition violation en fin de phrase que pour la condition violation en milieu de phrase.

650 – 800 ms

Nous n'avons pas relevé d'effet ou d'interaction de condition dans cette fenêtre de temps. Cela signifie que la deuxième phase de la P600 de la violation en fin de phrase est d'une amplitude équivalente à celle de la violation en milieu de phrase.

En résumé

Les comparaisons entreprises dans cette partie avaient pour but de vérifier si l'amplitude des négativités et positivités observées dans les conditions violations par rapport aux conditions contrôles variait en fonction de la position de la violation dans la phrase. Nous prévoyions obtenir une interaction ou un effet de condition dans le cas

où une différence d'amplitude des conditions (près de la) fin de phrase était supérieure ou inférieure à la différence des conditions en milieu de phrase et inversement.

L'interaction *condition x hémisphère x ACP* trouvée entre 370 et 470 ms ne s'est pas révélée statistiquement significative après décomposition. Cela voudrait également dire que les différences de négativités en milieu de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]) et (près de la) fin de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]) sont d'une amplitude semblable. Cependant, pour des raisons de distributions non concordantes des LANs (ou N400) à comparer et des différences d'amplitudes inverses entre conditions contrôles et violations des deux positions de phrase, il est difficile de tirer des conclusions claires des résultats dans cette fenêtre de temps.

Enfin, les comparaisons entre l'amplitude de la P600 en fin de phrase et celle de la P600 en milieu de phrase ont révélé que la positivité en fin de phrase était davantage prononcée dans sa première phase (entre 500 et 600 ms) que la positivité en milieu de phrase (soutenu par les effet *condition* et interaction *condition x électrode*). Pour ce qui est de la fenêtre de temps 650 – 800 ms, aucun effet ni interaction de condition n'ayant été répertorié, cela signifie que l'amplitude de la P600 dans sa deuxième phase générée par une violation en fin de phrase est équivalente à celle de la P600 provoquée par une violation en milieu de phrase.

3.3.1.4 Résumé – *Expérience de la co-occurrence de processus*

Nous voulions, dans cette expérience, vérifier que la ELAN représentait un effet ERP dû à la co-occurrence de processus syntaxiques locaux (détection de la violation syntaxique) et de processus globaux de fin de phrase (processus de conclusion de phrase – *sentence wrap-up*, etc.). Nous nous attendions donc à retrouver cette composante en réaction à une violation grammaticale en fin de phrase, mais non en milieu de phrase, où nous prévoyions obtenir une LAN. Dans les deux positions, aucun effet ou interaction laissant croire à la présence d'une ELAN n'ont été démontrés. En effet, l'amplitude moindre de la positivité entre 150 et 270 ms pour les

conditions violations comparées aux conditions contrôles, que ce soit en milieu ou (près de la) fin de phrase, ne peut être qualifiée de ELAN vu sa distribution centro-postérieure et sa polarité (demeurant) positive.

Toutefois, la violation en milieu ou en fin de phrase a généré une négativité dans les régions centrale et postérieure (de l'hémisphère gauche, pour la condition violation en fin de phrase) entre 370 et 470 ms. Celle-ci pourrait s'apparenter à une N400, malgré quelques considérations de distribution; il est vraisemblable qu'elle pourrait également se rapprocher d'une LAN, en regard de la nature syntaxique de la tâche. Enfin, il est plausible que cette négativité représente la co-occurrence des deux effets ERP, une LAN et une N400. Nous avons déjà évoqué que nous n'avons pu tirer de conclusions claires quant à l'examen des comparaisons entre les négativités des conditions (près de la) fin de phrase et milieu de phrase dans cette fenêtre de temps. De plus, nous avons observé une positivité en deux phases entre 500 et 800 ms. Dans sa première phase, c'est-à-dire entre 500 et 600 ms, celle-ci s'avère davantage positive dans la condition violation en fin de phrase (et limitée aux régions antérieures et centrales, quel que soit l'hémisphère) que dans la condition violation en milieu de phrase. Dans sa deuxième phase, entre 650 et 800 ms, elle ne diffère pas d'amplitude (ni de distribution – centro-postérieure) en fonction de la position de la violation dans la phrase. Ainsi, cette positivité possède les caractéristiques d'une P600.

3.3.2 Expérience de la mémoire de travail verbale

Pour cette expérience, nous avons émis l'hypothèse que la ELAN serait influencée par une variation de la charge de traitement de la mémoire de travail. Nous prévoyions que la ELAN serait générée aux électrodes gauches antérieures entre 100 et 300 ms à la suite d'une violation de catégorie de mot dans une phrase demandant une lourde charge de traitement de la mémoire de travail (avec une relative). Nous avons également prédit qu'une LAN de distribution antérieure (gauche) serait générée entre 300 et 500 ms, reflétant l'emploi de ressources de la mémoire de travail. Nous ne nous attendions pas à observer d'ELAN en milieu de phrase dans une phrase nécessitant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (sans relative), mais seulement une

LAN gauche antérieure entre 300 et 500 ms. De plus, nous prévoyions qu'une ELAN serait visible aux électrodes gauches antérieures, entre 100 et 300 ms après une violation de catégorie de mot en fin de phrase, dans une phrase nécessitant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (sans relative).

Les résultats pour les phrases qui demandent une faible charge de traitement à la mémoire de travail ayant déjà été présentés (il s'agit des conditions (près de la) fin de phrase et en milieu de phrase de l'expérience précédente), seuls les résultats pour les phrases exigeant une lourde charge de traitement et ensuite les comparaisons entre les trois conditions (faible charge/fin de phrase vs faible charge/milieu de phrase vs lourde charge/milieu de phrase) seront exposés.

3.3.2.1 Conditions lourde charge de traitement

La comparaison des tracés de la moyenne des mots critiques des phrases de la condition contrôle (par ex., *logement* dans *La clause du contrat qui traite de la location du logement expire dans une semaine.*) et de celle des mots critiques des phrases de la condition violation (par ex., *expire* dans *La clause du contrat qui traite de la location du expire dans une semaine.*) est illustrée à la figure 10, à la page qui suit. Les différences statistiquement significatives sont marquées d'un astérisque.

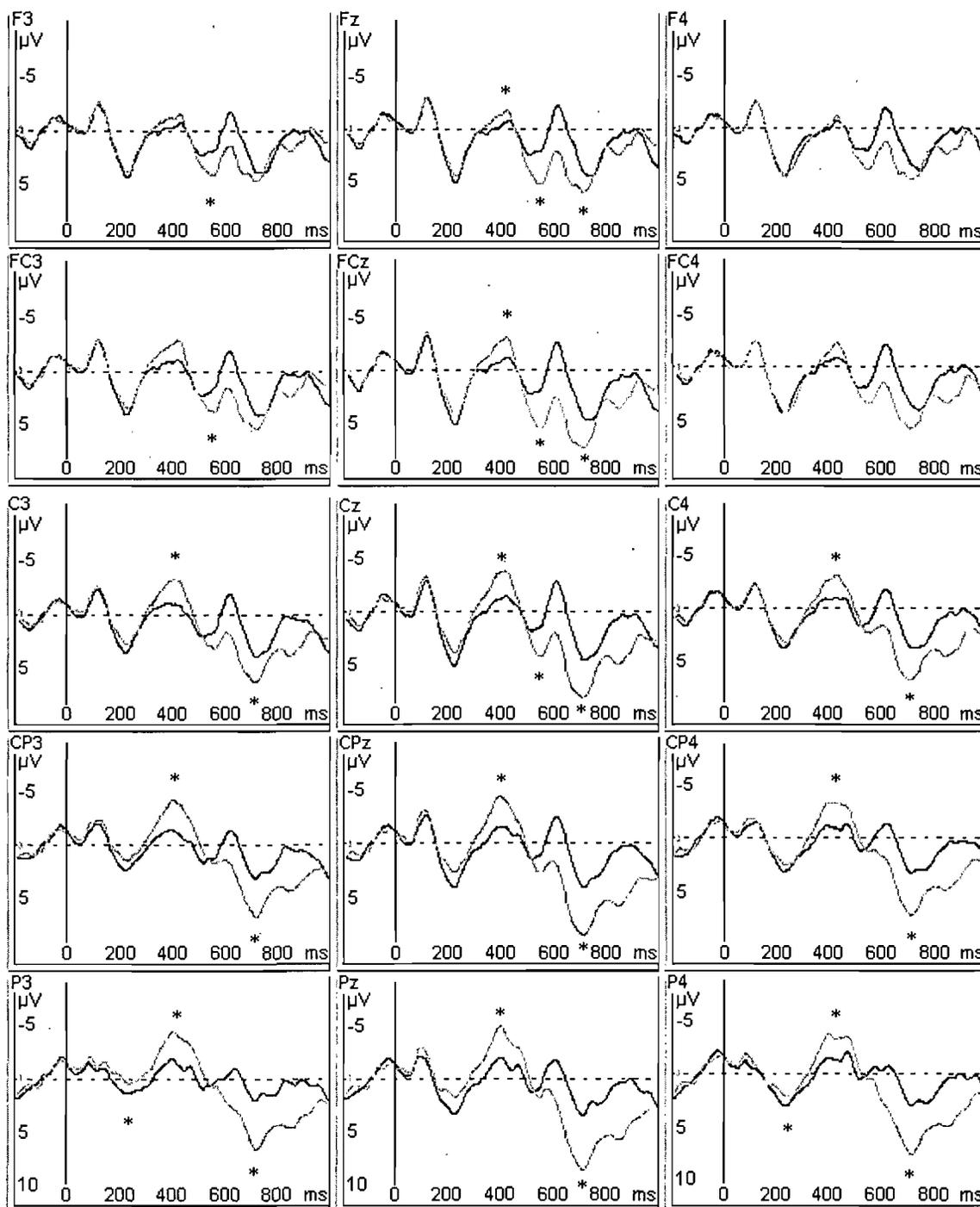


Figure 10. Comparaison des tracés des conditions contrôle (noir) et violation (gris) lourde charge/milieu de phrase. *: différence statistiquement significative; le voltage négatif (en μV) figure vers le haut sur les graphiques.

Les résultats des analyses statistiques, c'est-à-dire des effets et interactions de chaque fenêtre de temps obtenus à l'aide d'ANOVAs, seront maintenant décrits. Les effets et interactions sont reportés dans un tableau à l'annexe VII.

80 – 150 ms

Aucune différence statistiquement significative n'a pu être constatée entre les pics négatifs de la condition contrôle et de la condition violation; il n'y a donc aucune ELAN dans cette fenêtre de temps.

150 – 270 ms

L'analyse de cette fenêtre de temps a révélé une interaction *grammaticalité x ACP*. Seule la région postérieure s'est avérée statistiquement significative après la décomposition en effets simples, confirmant que celle-ci est moins positive dans la condition violation que la condition contrôle. Une interaction *hémisphère x ACP* a également été trouvée; la décomposition en effets simples de cette interaction a indiqué que, de façon générale, toutes les régions étaient plus positives dans l'hémisphère droit que gauche. En ce qui concerne les électrodes médianes, l'interaction *grammaticalité x électrode x empan* a été décomposée en effets simples pour chacun des groupes d'empan. L'interaction ne s'est montrée statistiquement significative que pour les électrodes CPz et Pz dans le groupe d'empan élevé ($n = 11$), ce qui veut dire que ces électrodes sont moins positives pour les phrases de la condition violation que pour celles de la condition contrôle. Les interactions de cette fenêtre de temps ne permettent pas de conclure qu'une ELAN était présente.

370 – 470 ms

A la suite des analyses statistiques menées dans cette fenêtre, nous avons relevé une interaction *grammaticalité x ACP* qui s'est montrée statistiquement significative pour les régions centrale et postérieure après la décomposition en effets simples. Ainsi, ces deux régions sont davantage négatives dans la condition violation que dans la condition contrôle. Une interaction *grammaticalité x électrode* s'est révélée statistiquement significative pour toutes les électrodes médianes. Ces électrodes sont

donc plus négatives pour la condition violation que pour la condition contrôle. La négativité accrue de la condition violation possède une distribution (centro-postérieure) qui nous permettrait de la qualifier comme une N400. Comme mentionné précédemment, cette négativité pourrait également être une LAN, puisqu'elle a été générée à la suite d'une violation syntaxique, ou encore, il pourrait s'agir de la co-occurrence d'une N400 et d'une LAN.

500 – 600 ms

Une interaction *grammaticalité x hémisphère x ACP* a été identifiée dans cette fenêtre de temps. Après décomposition en effets simples, cette interaction ne s'est révélée statistiquement significative que pour la région antérieure gauche (la région antérieure droite ont presque atteint le seuil de signification). Cette région est donc davantage positive dans la condition violation que dans la condition contrôle. En ce qui concerne les électrodes médianes, l'interaction *grammaticalité x électrode* s'est montrée statistiquement significative, à la décomposition en effets simples, pour les électrodes Fz, FCz et Cz. Ainsi, ces électrodes sont davantage positives dans la condition violation que la condition contrôle.

Il peut paraître difficile d'attribuer l'effet ténu observé pour cette fenêtre de temps dans la région antérieure gauche (faiblement dans la région antérieure droite) et les électrodes médianes antérieures (surtout) à la première phase de la P600. En effet, la distribution de la P600 dans sa première phase est généralement plus large, c'est-à-dire présente sur tout le crâne. Nous pouvons cependant supposer que la négativité accrue de la fenêtre précédente, présente dans les régions centrale et postérieure, influence la première phase de la P600 de façon à ce que cette dernière composante ne ressorte clairement que dans la région antérieure gauche et aux électrodes médianes antérieures.

650 – 800 ms

Dans cette fenêtre de temps, une interaction *grammaticalité x ACP* s'est révélée statistiquement significative pour les régions centrale et postérieure, après

décomposition en effets simples, confirmant que ces deux régions sont d'une amplitude plus positive pour les phrases de la condition violation que celles de la condition contrôle. Une interaction *hémisphère x ACP* a aussi été relevée; elle s'est vérifiée seulement pour la région antérieure. Ainsi, cette région est, sans égard à la condition (violation ou contrôle), davantage positive dans l'hémisphère droit que gauche. Concernant les électrodes médianes, une interaction *grammaticalité x électrode* s'est confirmée pour toutes les électrodes; elles sont donc plus positives dans la condition violation que dans la condition contrôle. La distribution centro-postérieure de la positivité de cette fenêtre est similaire à celle de la P600 dans sa deuxième phase. Bien que les électrodes médianes antérieures (Fz, FCz) se soient avérées plus positives dans la condition violation, nous attribuons cet effet à la force de la P600 qui a été générée ici.

Comme pour les conditions faible charge de traitement, dont les résultats sont exposés aux sections 3.3.1.1 et 3.3.1.2, une négativité à 600 ms après le mot cible est visible pour la condition contrôle et le tracé pour la condition violation devient moins positif à cette même latence. Les effets ERP dus à l'apparition du mot suivant le mot-cible, à 500 ms, ont ainsi probablement contaminé la P600 de la condition violation. Tel que mentionné plus haut, nous croyons cependant que l'effet accru (la P600) entre 500 et 800 ms est dû à la violation. Si l'effet ERP avait été seulement attribuable à l'apparition du mot suivant le mot cible, les tracés des conditions contrôle et cible, durant ces fenêtres de temps, auraient été modulés de façon à ce qu'ils soient d'une amplitude équivalente.

En résumé

Nous nous attendions à ce que la comparaison de la condition violation avec la condition contrôle, pour les phrases ayant une lourde charge de traitement pour la mémoire de travail, révèle une ELAN entre 80 et 270 ms. En termes statistiques, nous aurions dû obtenir une interaction *grammaticalité x hémisphère x ACP* pendant ce laps de temps, ce qui n'a pas été le cas. Les autres interactions dans les fenêtres 80 – 150 ms et 150 – 270 ms n'ont pas permis de conclure à la présence d'une ELAN.

Nous avons prévu qu'une LAN serait présente entre 370 et 470 ms due à l'emploi de ressources de la mémoire de travail. Une négativité accrue pour la condition violation dans cette fenêtre de temps a bien été rapportée. La distribution plutôt centro-postérieure de cet effet le fait se rapprocher de la N400, composante qui possède une distribution analogue. Cette négativité pourrait également s'apparenter à une LAN puisqu'elle a été générée à la suite d'une violation syntaxique, ou encore, à la co-occurrence d'une LAN et d'une N400. La positivité qui suit, essentiellement antérieure gauche entre 500 et 600 ms, peut se comparer à la première phase d'une P600 si l'on considère que la négativité (centro-postérieure) accrue de la fenêtre précédente influence la positivité en la réduisant dans les régions centrale et postérieure. Cette positivité se poursuit d'ailleurs dans ces dernières régions entre 650 et 800 ms, distribution caractéristique d'une P600 dans sa deuxième phase.

3.3.2.2 Comparaisons entre conditions faible et lourde charge de traitement

Pour vérifier si la charge de traitement de la mémoire de travail induite par les types de phrases avait une influence sur les négativités et positivités relevées, nous avons procédé de la même manière que dans l'expérience précédente. Nous avons mené des ANOVAs sur les différences d'amplitudes (*differences waveforms*) entre les conditions faible charge/fin de phrase ([amplitudes de la condition violation faible charge/fin de phrase] moins [amplitudes de la condition contrôle faible charge/fin de phrase]), les conditions faible charge/milieu de phrase ([amplitudes de la condition violation faible charge/milieu de phrase] moins [amplitudes de la condition contrôle faible charge/milieu de phrase]) et les conditions lourde charge/milieu de phrase ([amplitudes de la condition violation lourde charge/milieu de phrase] moins [amplitudes de la condition contrôle lourde charge/milieu de phrase]). Seules les fenêtres de temps pour lesquelles des effets ERP ont été relevés ont été inspectées (entre 370 et 800 ms). Les effets et interactions (les décompositions sont en italique) sont résumés au tableau XV; ceux étant statistiquement significatifs ont leurs valeurs de signification en gras.

Tableau XV. Effets et interactions des conditions comparées de charge de traitement (et de position de violation). Cond : condition; ACP : antériorité/centralité/postériorité; Elec : électrode médiane; Hém : électrodes de l'hémisphère (G : gauche; D : droite). Les décompositions figurent en italique et les différences statistiquement significatives, en gras.

Effets et interactions par fenêtre de temps	<i>F</i>	<i>ddl; ddl_E</i>	<i>CM_E</i>	<i>Sign. (p)</i>
<i>370 – 470 ms</i>				
Cond x Hém x ACP	3,78	4;88	0,42	0,011
<i>Cond x Hém G x Antérieur</i>	2,43	2;54	3,23	0,098
<i>Cond x Hém D x Antérieur</i>	1,63	2;54	4,37	0,205
<i>Cond x Hém G x Central</i>	2,47	2;54	3,15	0,094
<i>Cond x Hém D x Central</i>	3,78	2;54	4,26	0,029
<i>Cond x Hém G x Postérieur</i>	4,30	2;54	3,99	0,018
<i>Cond x Hém D x Postérieur</i>	4,36	2;54	4,18	0,018
Cond (Elec)	10,15	2;44	25,93	0,001
<i>500 – 600 ms</i>				
Cond x ACP	3,74	4;108	2,04	0,035
<i>Cond x Antérieur</i>	15,62	2;54	2,30	< 0,001
<i>Cond x Central</i>	20,21	2;54	2,39	< 0,001
<i>Cond x Postérieur</i>	1,19	2;54	5,40	0,313
Cond x Elec	3,95	8;176	1,73	0,010
<i>Cond x Fz</i>	16,94	2;54	5,07	< 0,001
<i>Cond x FCz</i>	18,21	2;54	5,75	< 0,001
<i>Cond x Cz</i>	20,18	2;54	6,47	< 0,001
<i>Cond x CPz</i>	29,23	2;54	6,56	< 0,001
<i>Cond x Pz</i>	32,86	2;54	6,13	< 0,001
<i>650 – 800 ms</i>				
Aucun	--	--	--	--

370 – 470 ms

Une interaction *condition x hémisphère x ACP* s'est révélée statistiquement significative après la décomposition en effets simples pour les régions centrale droite, postérieure gauche et postérieure droite. Afin de déterminer les conditions (c'est-à-dire, les types de phrases) entre lesquelles se trouvent les différences significatives dans ces régions, nous avons mené des contrastes *a posteriori* selon la méthode de Tukey. Ceux-ci ont démontré que les différences d'amplitudes des conditions lourde

charge/milieu de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]) sont plus grandes (au niveau $\alpha = 0,05$) que les différences d'amplitudes des conditions faible charge/fin de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]) dans les régions centrale droite et postérieures (gauche et droite). Cela signifierait que la négativité accrue de la condition violation lourde charge/milieu de phrase est d'une plus grande amplitude que celle de la condition violation faible charge/fin de phrase, du moins pour la région postérieure gauche seulement, puisqu'il s'agit de la seule région s'étant avérée différente entre les amplitudes des conditions contrôle et violation de chacun des types de phrases (faible charge/fin de phrase et lourde charge/milieu de phrase).

Un effet principal *condition* a aussi été trouvé pour les électrodes médianes, mais il ne s'est pas montré statistiquement significatif après avoir fait des contrastes *a posteriori* selon la méthode de Tukey au niveau $\alpha = 0,05$. Encore une fois, rappelons qu'il est difficile de comparer les différences d'amplitudes des conditions faible charge/fin de phrase avec celles des conditions faible charge/milieu de phrase et lourde charge/milieu de phrase entre 370 et 470 ms, car le tracé de la condition contrôle est plus négatif que celui de la condition violation pour les conditions faible charge/fin de phrase (sauf pour les régions centrale et postérieure gauches), tandis que c'est l'inverse pour les conditions faible charge/milieu de phrase et lourde charge/milieu de phrase (le tracé de la condition violation est plus négatif que celui de la condition contrôle). Les résultats de cette fenêtre de temps doivent donc être considérés avec circonspection.

500 – 600 ms

Les analyses conduites dans cette fenêtre de temps ont révélé une interaction *condition x ACP*. La décomposition en effets simples de l'interaction a indiqué qu'elle n'était valide que pour les régions antérieure et centrale. Les contrastes *a posteriori* selon la méthode de Tukey ont ensuite montré que pour ces deux régions, les conditions faible charge/milieu de phrase et lourde charge/milieu de phrase avaient chacune une différence d'amplitude moindre que la condition faible charge/fin de phrase ($\alpha = 0,01$). Une interaction *condition x électrode* est également ressortie pour les électrodes médianes. Plusieurs décompositions en effets simples ont été nécessaires

pour identifier les niveaux de conditions différents les uns des autres pour chacune des électrodes médianes. Celles-ci ont démontré que les différences d'amplitude statistiquement significatives des électrodes médianes sont celles entre les conditions faible charge/milieu de phrase et lourde charge/milieu de phrase.

Les interactions de *condition* énumérées ici indiquent toutes que les différences d'amplitude des conditions faible charge/fin de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]) sont plus grandes que celles des conditions faible charge/milieu de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]) et lourde charge/milieu de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]). Cela signifie que la première phase de la P600 de la condition violation faible charge/fin de phrase est plus prononcée (c'est-à-dire, d'une plus grande amplitude) que celle de la condition violation faible charge/milieu de phrase et que la positivité de la condition violation lourde charge/milieu de phrase.

650 – 800 ms

Aucun effet ni interaction de condition n'ont été obtenus pour cette fenêtre de temps. Les différences d'amplitude entre les trois types de phrases étant ainsi similaires, nous pouvons affirmer que les deuxièmes phases des P600 de chacune des conditions violations (en milieu de phrase ou en fin de phrase; ayant une faible charge ou une lourde charge de traitement) sont équivalentes entre elles.

En résumé

Nous voulions vérifier, avec ces comparaisons, si la charge de traitement influençait les négativités et les positivités observées dans les conditions violations par rapport aux conditions contrôles. Les différences d'amplitude (*difference waveforms*) entre conditions de charge et de position de phrase ont ainsi été analysées.

L'interaction *condition x hémisphère x ACP* trouvée entre 370 et 470 ms s'est avérée statistiquement significative pour les régions centrale droite, postérieure gauche et postérieure droite. De plus, ces différences significatives de différences

d'amplitudes l'étaient seulement entre les conditions faible charge/fin de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]) et lourde charge/milieu de phrase ([condition violation] moins [condition contrôle]). Rappelons cependant que, puisque le tracé de la condition contrôle faible charge/fin de phrase était plus négatif que celui de la condition violation faible charge/fin de phrase (excepté pour les régions centrale gauche et postérieure gauche) et que l'inverse s'était produit pour les conditions faible charge/milieu de phrase et lourde charge/milieu de phrase (le tracé de la condition violation était davantage négatif que celui de la condition contrôle), les comparaisons entre ces conditions de charge de traitement et de position de violation sont difficilement mesurables. Nous pouvons néanmoins affirmer que la négativité accrue de la condition violation lourde charge/milieu de phrase était davantage prononcée que la négativité de la condition violation faible charge/fin de phrase pour la région postérieure gauche seulement (car, dans les deux cas, les courbes des conditions violations sont plus négatives que les conditions contrôles dans cette région).

Les interactions de *condition* de la fenêtre de temps suivante (500 – 600 ms) ont indiqué que les différences d'amplitudes des conditions faible charge/fin de phrase sont plus grandes que celles des conditions faible charge/milieu de phrase et lourde charge/milieu de phrase pour les régions antérieure et centrale. Ainsi, la première phase de la P600 de la condition violation faible charge/fin de phrase (par rapport à la condition contrôle) est davantage prononcée que la première phase des P600 des conditions violations faible charge/milieu de phrase et lourde charge/milieu de phrase. Entre 650 et 800 ms, par contre, les analyses ont montré que les deuxièmes phases des P600 des conditions violations des trois types de phrases sont équivalentes entre elles (aucun effet ou interaction de condition).

3.3.2.3 Résumé – *Expérience de la mémoire de travail verbale*

Cette expérience avait pour but d'examiner si la charge de traitement de la mémoire de travail influençait la ELAN (c'est-à-dire les processus mentaux qui la sous-tendent). Nous nous attendions à observer une ELAN (entre 100 et 300 ms aux électrodes gauches antérieures) en milieu de phrase quand la charge de traitement

d'une phrase est lourde et ne pas en trouver une dans cette même position de phrase lorsque la charge est faible. Nous prévoyions également trouver une LAN dans la condition lourde charge de traitement entre 300 et 500 ms aux électrodes antérieures (gauches), reflétant l'emploi de ressources de la mémoire de travail. Une LAN (reliée au traitement syntaxique) devait être générée dans la condition de faible charge de traitement en milieu de phrase. Pour la condition de faible charge de traitement (près de la) fin de phrase, nous nous attendions à ce qu'une ELAN soit générée aux électrodes antérieures gauches entre 100 et 300 ms. Aucun effet ou interaction de grammaticalité permettant de conclure à la présence d'une ELAN ne se sont avérés statistiquement significatifs après décomposition en effets simples, et ce, pour les trois types de phrases (faible charge/fin de phrase; faible charge/milieu de phrase; lourde charge/milieu de phrase).

Une négativité accrue dans la condition violation comparée à la condition contrôle a également été constatée entre 370 et 470 ms pour les trois types de phrases. Si sa distribution était centrale et postérieure dans le cas des phrases faible charge/milieu de phrase et lourde charge/milieu de phrase, elle était toutefois restreinte à l'hémisphère gauche de ces mêmes régions pour les phrases faible charge/fin de phrase. Aussi, les analyses ont démontré que la négativité de la condition violation lourde charge/milieu de phrase était plus prononcée dans les régions centrale droite, postérieure gauche et postérieure droite que celle de la condition violation faible charge/fin de phrase. Notons cependant que, contrairement aux autres types de phrases, le tracé de la condition contrôle était plus négatif que celui de la condition violation (hormis pour les régions centrale gauche et postérieure gauche) pour les phrases faible charge/fin de phrase. Nous pouvons donc affirmer que la différence de négativité entre les conditions violations faible charge/fin de phrase et lourde charge/milieu de phrase sont valides pour la région postérieure gauche seulement. Cette négativité peut être interprétée comme une N400, une LAN ou une combinaison de ces deux types d'effets ERP, ce que nous verrons au prochain chapitre.

Enfin, une P600 en deux phases a ensuite été répertoriée pour tous les types de phrases. Si la distribution de la première phase de la P600 varie entre types de phrases

(d'un effet général, pour les phrases faible charge/milieu de phrase, elle semble circonscrite à la région antérieure gauche pour les phrases lourde charge/milieu de phrase), nous avons vu plus haut que cette dissimilitude pourrait être due à l'influence de la négativité de la fenêtre de temps précédente (surtout en ce qui concerne les phrases lourde charge/milieu de phrase). Cela n'est peut-être pas étranger au fait que la première phase de la P600 de la condition violation faible charge/fin de phrase soit d'une plus grande amplitude pour les régions antérieure et centrale que celle de la condition violation lourde charge/milieu de phrase. La deuxième phase de la P600, entre 650 et 800 ms, est de distribution centro-postérieure pour toutes les conditions violations des types de phrases; elle ne varie pas non plus en fonction de la charge de traitement ou de la position de la violation dans la phrase.

3.3.3 Expérience de la violation d'attentes

Nous voulions vérifier ici l'hypothèse que la ELAN était un effet ERP généré à la suite de la violation des attentes de la catégorie de mot prévue dans une phrase. Nous avons prédit que nous trouverions une ELAN dans une phrase de structure correcte mais imprévue, entre 100 et 300 ms et aux sites d'électrodes gauches antérieurs, à la suite d'une violation d'attentes de catégorie de mot. La moyenne des tracés des mots critiques des phrases contrôles (par ex., *soldat* dans *Justine soigne le malheureux soldat avec délicatesse.*) et celle des tracés des mots critiques des phrases cibles (par ex., *avec* dans *Justine soigne le malheureux avec délicatesse.*) sont représentées à la figure 11. Les différences statistiquement significatives sont identifiées par un astérisque.

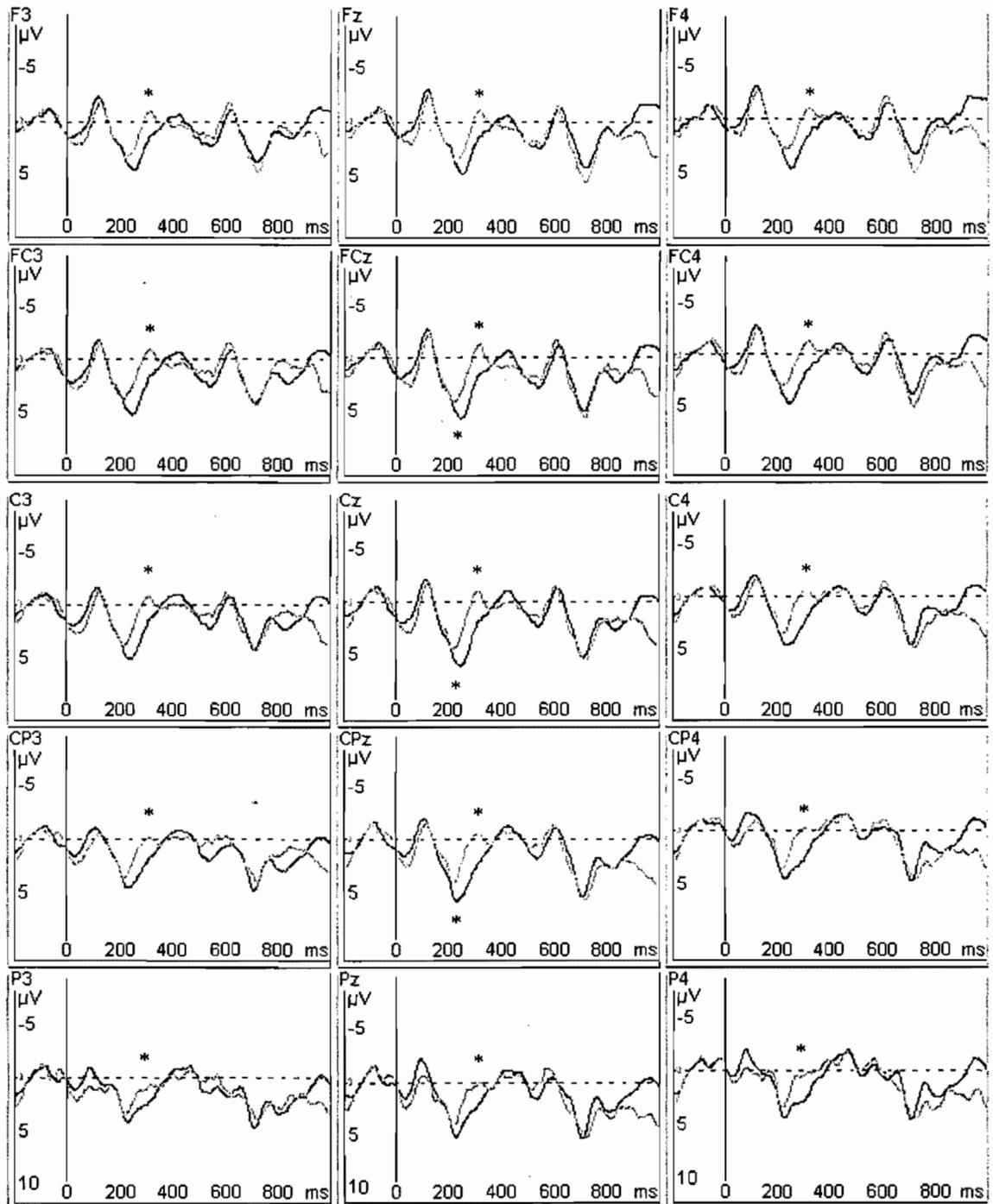


Figure 11. Comparaison des tracés des conditions contrôle (noir) et cible (gris).

* : différence statistiquement significative; le voltage négatif (en μV) figure vers le haut sur les graphiques.

Dans les prochaines lignes, nous examinerons les résultats des analyses statistiques et détaillerons les effets et interactions obtenus à l'aide d'ANOVAs dans chacune des fenêtres de temps. Un tableau à l'annexe VIII résume les effets et interactions par fenêtre de temps pour la comparaison des conditions contrôle et cible.

80 – 150 ms

Un effet principal d'*hémisphère* a été relevé, ce qui signifie que les signaux enregistrés aux électrodes du côté droit de la tête sont d'une plus grande amplitude négative que ceux de gauche. Un effet *ACP* a également été obtenu; les contrastes *a posteriori* selon la méthode de Tukey au niveau $\alpha = 0,01$ ont démontré que l'amplitude de la région antérieure était plus négative que celle de la région postérieure. Les analyses effectuées dans cette fenêtre de temps ne permettent pas de conclure à la présence d'une ELAN. Pour que cette composante ait été présente, il eut fallu que nous observassions une interaction *condition x hémisphère x ACP*, la décomposition de cette interaction s'avérant statistiquement significative pour la région antérieure gauche. De plus, l'amplitude de cette région aurait dû être différente entre conditions (c'est-à-dire, plus négative dans la condition cible que dans la condition contrôle) de celle des autres régions.

150 – 270 ms

Une interaction *condition x électrode*, pour les électrodes médianes, a atteint le seuil de signification dans cette fenêtre de temps. La décomposition en effets simples de cette interaction a révélé que les électrodes FCz, Cz et CPz (et marginalement pour Fz) variaient selon la condition. En d'autres termes, ces trois électrodes médianes sont moins positives pour les phrases de la condition cible que pour celles de la condition contrôle. Cependant, nous ne pouvons affirmer qu'une ELAN est présente, car la polarité des tracés des deux conditions demeure positive.

270 – 350 ms

Les analyses effectuées pour cette fenêtre ont révélé un effet principal *condition* autant pour les régions latérales que pour les électrodes médianes. Ainsi, la

négativité observée pour les phrases cibles par rapport aux phrases contrôles est significative. Elle est cependant largement distribuée puisque nous n'avons pas obtenu d'interaction *condition x hémisphère x ACP* et ne peut donc être qualifiée de ELAN ou de LAN. La latence maximale (311 ms) de cette négativité de la condition cible la fait ressembler davantage à une N280, malgré des considérations de distribution non conforme avec cette composante (la N280 est plus prononcée dans l'hémisphère gauche). Cette N280 serait due au fait que les mots comparés entre conditions sont de classe différente (pour la condition cible, il s'agissait d'une préposition alors que dans la condition contrôle, des noms étaient utilisés), ce que nous expliciterons davantage au prochain chapitre.

360 – 460 ms

L'interaction statistiquement significative *condition x hémisphère* ne s'est pas confirmée après avoir été décomposée en effets simples. Une interaction *ACP x empan* a également atteint le seuil de signification. Les contrastes *a posteriori* selon la méthode de Tukey ont toutefois révélé que les différences d'amplitude se trouvaient seulement dans le groupe de participants ayant un empan élevé ($n = 11$) : les électrodes postérieures sont d'amplitude plus négative que les électrodes antérieures (niveau $\alpha = 0,01$) et les électrodes centrales (niveau $\alpha = 0,01$).

L'analyse des électrodes médianes a révélé une interaction *condition x électrode* qui ne s'est pas, par contre, avérée statistiquement significative pour chacune des électrodes à la décomposition en effets simples. L'interaction statistiquement significative *électrode x empan* a été examinée par contrastes *a posteriori* selon la méthode de Tukey. Si, pour le groupe d'empan moyen ($n = 8$), aucune comparaison d'électrode n'a été trouvée, des différences pour les électrodes Fz x POz et FCz x POz ($\alpha = 0,05$) dans le groupe d'empan faible ($n = 6$) ont été constatées. Pour ce qui est du groupe d'empan élevé ($n = 10$), les différences d'électrodes sont les suivantes : Fz x CPz ($\alpha = 0,01$), Fz x Pz ($\alpha = 0,01$) et FCz x Pz ($\alpha = 0,05$). Remarquons que les différences d'amplitudes d'électrodes dans ces deux derniers groupes sont entre des électrodes antérieures (Fz, FCz) et postérieures (CPz, Pz, POz), les électrodes postérieures étant plus négatives que les antérieures.

De façon générale, l'absence d'effet *condition* (ou d'interaction statistiquement significative avec cette variable après examens post-hoc) indique que la négativité davantage prononcée aux électrodes centro-médianes et centrales gauches pour les phrases de la condition contrôle comparées aux phrases de la condition cible n'est que circonstancielle. Notons également que le faible nombre de participants dans chacun des groupes d'empan pour les analyses où une interaction a lieu avec le facteur *empan* ne nous permet pas d'affirmer de façon certaine que les différences entre sous-groupes sont réelles.

500 – 600 ms

L'analyse de cette fenêtre de temps a révélé une interaction triple *condition x hémisphère x ACP*. Toutefois, après décomposition en effets simples, aucune région n'interagissait avec la variable *condition*. Un effet *électrode* a également été obtenu pour les électrodes médianes. Les contrastes *a posteriori* selon la méthode de Tukey au niveau alpha 0,05 n'ont démontré aucune différence d'amplitude statistiquement significative entre elles. Ainsi, la comparaison des moyennes d'amplitude de la condition cible avec celles de la condition contrôle n'a pas permis de conclure à des différences entre celles-ci dans cette fenêtre de temps.

3.3.3.1 Comparaisons complémentaires

Afin d'assurer la validité de notre tâche, des analyses supplémentaires ont été entreprises en comparant les conditions expérimentales (conditions contrôle et cible) avec la condition (correcte) distracteur 2; ces analyses soutiennent les résultats exposés plus haut, confirmant ainsi la validité de notre tâche, et ne seront donc pas présentés ici.

3.3.3.2 Résumé – Expérience de la violation d'attentes

Dans cette expérience, nous voulions déterminer si la ELAN représentait une réponse à une violation des *attentes* de catégorie de mot plutôt qu'à la violation syntaxique en tant que telle. Nous avons prédit qu'une ELAN devrait être générée entre 100 et 300 ms aux électrodes gauches antérieures dans une phrase de structure

correcte mais imprévue, à la suite d'une violation des attentes de catégorie de mot. Les comparaisons entre la condition cible et la condition contrôle n'ont pas révélé de négativité dans la condition cible entre 80 et 270 ms (c'est-à-dire, aucun effet ou interaction de condition significatifs et importants). On ne peut donc pas conclure à la présence d'une ELAN.

L'analyse des données de la fenêtre suivante (270 – 350 ms) a montré que la négativité observée pour les phrases cibles constitue une réponse particulière à la lecture du mot critique dans ces phrases (cette réponse étant visible lorsque les phrases cibles sont comparées aux phrases contrôles); en termes statistiques, un effet *condition* a été noté. Cette négativité ne peut cependant pas être désignée comme une ELAN ou une LAN puisqu'elle n'est pas limitée à la région antérieure gauche, mais plus largement distribuée. Nous hésitons toutefois à attribuer à cette négativité le statut de composante reflétant une violation des attentes (de la catégorie de mot), compte tenu du taux d'erreur élevé de la condition cible (36,5 %) et du faible nombre moyen d'époques (d'essais, en d'autres termes) de cette condition qui restaient après l'analyse des données ERP en tant que telles (16,1 époques). Bien que sa large distribution ne concorde pas avec celle de la N280 (cette dernière est prépondérante surtout dans l'hémisphère gauche), la négativité, maximale à 311 ms, pourrait être qualifiable de N280 puisqu'elle en possède la latence (235 – 400 ms). Nous verrons, dans le chapitre suivant, que des considérations théoriques nous amènent à croire qu'il s'agit d'une N280. Enfin, aucun effet notable n'a été remarqué dans les fenêtres de temps subséquentes.

3.4 Résumé global

Nous présenterons ici les faits saillants de chacune des expériences. Les hypothèses, prédictions et résultats principaux des expériences seront donc résumés. Nous relierons nos résultats à l'objectif de notre recherche dans un dernier temps.

3.4.1 Expérience de la co-occurrence de processus

Le but de cette expérience était de déterminer si la ELAN était un effet ERP issu de la co-occurrence des processus syntaxiques locaux de détection de violation de

catégorie de mot et des processus globaux se produisant en fin de phrase (processus de conclusion de phrase – *sentence wrap-up*, décision, etc.). Nous prévoyions retrouver la ELAN (entre 100 et 300 ms aux électrodes gauches antérieures) à la suite d'une violation de catégorie de mot (condition violation) en fin de phrase, cette phrase incorrecte étant comparée à une phrase correcte (condition contrôle). En milieu de phrase, nous nous attendions à ce que la même violation de catégorie de mot provoque une LAN entre 300 et 500 ms aux électrodes gauches antérieures. Les effets suivants ont été obtenus à la comparaison des conditions violations et contrôles :

- Aucun effet ressemblant à une ELAN n'a été généré entre 80 et 150 ms, et entre 150 et 270 ms, autant en fin de phrase qu'en milieu de phrase.
- Une positivité réduite dans les conditions violations en milieu et fin de phrase a été notée entre 150 et 270 ms. Sa distribution était (centro-)postérieure.
- Une négativité accrue est ressortie entre 370 et 470 ms dans les conditions violations. Elle était distribuée dans les régions centrale et postérieure gauches, pour les violations en fin de phrase, et dans les régions centrale et postérieure (sans tenir compte de l'hémisphère), pour les violations en milieu de phrase. Aucune différence d'amplitude de cet effet n'a été répertoriée par rapport à la position de la violation dans la phrase. Cette négativité peut être qualifiée de LAN (ou de N400, ou encore de la co-occurrence d'une LAN et d'une N400) dans les deux positions.
- Une positivité en deux phases a été remarquée autant après la violation en fin de phrase qu'en milieu de phrase. Dans sa première phase, c'est-à-dire entre 500 et 600 ms, elle est distribuée dans les régions antérieures et centrales de chacun des hémisphères, pour la violation en fin de phrase, alors qu'elle l'est plus largement sur tout le crâne en milieu de phrase. Elle est également d'une amplitude plus grande après la violation en fin de phrase qu'en milieu de phrase. La deuxième phase de la positivité (entre 650 et 800 ms) est d'amplitude et de distribution (centro-postérieure) équivalente, peu importe la position de la violation dans la phrase. Nous considérons cette positivité comme une instance d'une P600.

3.4.2 Expérience de la mémoire de travail verbale

Cette expérience consistait à étudier l'impact de la variation de la charge de traitement de la mémoire de travail sur la ELAN. Nous nous attendions à ce que la charge de traitement influence la ELAN et que celle-ci apparaisse entre 100 et 300 ms, aux électrodes gauches antérieures, à la suite d'une violation de catégorie de mot en milieu de phrase, dans une phrase nécessitant une lourde charge de traitement de la mémoire de travail (contenant une relative). De plus, nous avons prédit qu'une LAN reflétant l'emploi de ressources mnésiques soit générée entre 300 et 500 ms aux électrodes gauches antérieures. Nous ne nous attendions pas à retrouver une ELAN en milieu de phrase dans une phrase demandant une faible charge de traitement de la mémoire de travail, mais une LAN (indicatrice de traitement syntaxique). Il était également prévu qu'une violation en fin de phrase, dans une phrase demandant une faible charge de traitement de la mémoire de travail, génère une ELAN entre 100 et 300 ms aux sites d'électrodes antérieurs gauches. La comparaison des conditions violations (faible charge/fin de phrase; faible charge/milieu de phrase; lourde charge/milieu de phrase) avec les conditions contrôles a permis de montrer les effets suivants :

- Aucun effet s'apparentant à une ELAN n'a été constaté entre 80 et 150 ms, et entre 150 et 270 ms, dans toutes les conditions de charge et sans égard à la capacité mnésique.
- Une positivité (P2) de moindre amplitude dans les trois conditions violations par rapport à celle des trois conditions contrôles a été remarquée entre 150 et 270 ms dans les régions (centrale et) postérieure. Cette différence d'amplitude était équivalente pour toutes les conditions de charge (faible ou lourde).
- Une négativité accrue dans les trois conditions violations a également été notée entre 370 et 470 ms dans toutes les conditions de charge de travail. Sa distribution était centro-postérieure pour les phrases faible charge/milieu de phrase et lourde charge/milieu de phrase, et centro-postérieure gauche pour les phrases faible charge/fin de phrase. Elle était aussi d'une amplitude plus grande dans la région postérieure gauche pour la condition violation lourde

charge/milieu de phrase que pour la condition faible charge/fin de phrase. Pour les trois conditions de charge, cette négativité s'apparente à une LAN, une N400 ou une combinaison de ces deux composantes.

- Une positivité en deux phases a été répertoriée pour les trois conditions violations. La distribution de la première phase de cette positivité (de 500 à 600 ms) diffère entre deux conditions de charge seulement : elle occupe les régions antérieures et centrales de chaque hémisphère pour les phrases faible charge/fin de phrase tandis qu'elle est limitée à la région antérieure gauche (marginale en antérieur droit) pour les phrases lourde charge/milieu de phrase. Dans ce dernier cas, nous soupçonnons que la faible étendue de la positivité est due à l'influence de la négativité précédente. Entre 650 et 800 ms, la seconde phase de la positivité a une distribution centro-postérieure dans toutes les conditions de charge (faible ou lourde). Cette positivité rappelle la P600.

Notons que le manque de puissance statistique dû au faible nombre de participants par groupe d'empan n'a pas permis d'isoler avec certitude des différences électrophysiologiques selon la capacité mnésique.

3.4.3 Expérience de la violation d'attentes

Cette expérience visait à établir que la ELAN constituait une réponse EEG à une violation des *attentes* de la catégorie de mot prévue et non seulement à la violation syntaxique de catégorie de mot (c'est-à-dire, à une violation de la *grammaticalité* et des attentes de la catégorie de mot, dans ce dernier cas). Nous nous attendions donc à trouver une ELAN (entre 100 et 300 ms aux sites d'électrodes gauches antérieurs) dans une phrase dont la structure est correcte mais dévie des attentes de catégorie de mot (condition cible) en comparaison à une phrase correcte et de structure conforme aux attentes de catégorie de mot (conditions contrôle et distracteur 2). La comparaison de ces conditions a révélé les effets suivants :

- Aucun effet laissant croire à la présence d'une ELAN n'a été généré entre 80 et 150 ms, et entre 150 et 270 ms après la lecture du mot critique dans les phrases.

- Une négativité largement distribuée et maximale à 311 ms est ressortie entre 270 et 350 ms. Comme nous verrons dans le chapitre suivant, des arguments théoriques nous amènent à penser qu'il s'agit d'une N280, malgré une distribution n'étant pas comparable avec la N280.

Rappelons que l'objectif de notre recherche consistait à identifier les corrélats ERP des premiers processus de traitement syntaxique en français. Selon les résultats de nos expériences, ceux-ci semblent être reflétés par une négativité entre 370 et 470 ms plutôt que par une ELAN (entre 80 et 270 ms). La positivité (P600) enregistrée entre 500 et 800 ms représenterait d'autres processus également syntaxiques subséquents à la première analyse syntaxique suggérée par la négativité. Nous développerons davantage ces points dans le chapitre suivant.

Chapitre 4

Discussion

Dans ce chapitre, nous discuterons des résultats obtenus pour chacune des expériences. Nous rappellerons d'abord le but de notre recherche et l'hypothèse découlant de ce but. L'objectif, l'hypothèse, les prédictions, les résultats et la confirmation ou l'infirmité de nos hypothèses de travail seront ensuite présentés. Une discussion générale sur nos résultats et leurs conséquences au niveau théorique suivra. Nous résumerons en dernier les implications de nos résultats sur le modèle du traitement de la phrase de Friederici (2002) et présenterons des limites à notre étude.

4.1 Objectifs, hypothèses, résultats et conclusions

Le but de notre recherche consistait à déterminer les corrélats ERP des premiers processus syntaxiques en français québécois. Nous nous attendions à ce que ces processus se reflètent par une ELAN (entre 100 et 300 ms aux sites d'électrodes gauches antérieures) et/ou par une LAN (entre 300 et 500 ms aux électrodes antérieures gauches) à la suite d'une violation (syntaxique) de catégorie de mot. Les résultats de nos diverses expériences indiquent que les premiers processus syntaxiques semblent se manifester en français québécois sous la forme d'une LAN de distribution centro-postérieure entre 370 et 470 ms après une violation de catégorie de mot. Comme nous l'avons vu à la section 1.3.2.1 du chapitre 1, cette réponse a déjà été enregistrée à la suite de ce type de violation syntaxique. Friederici (2002, 2004) avait alors énoncé certaines conditions pour la génération d'une ELAN auxquelles contrevenaient la plupart des études ayant observé une LAN. Bien que nous ayons respecté ces conditions (ce dont nous traiterons à la section 4.2.1 de ce chapitre), nous n'avons pas répertorié d'ELAN, mais une LAN. Nos résultats contredisent donc le modèle de Friederici (2002) qui suppose que les premiers processus syntaxiques liés à l'identification de catégorie de mot permettant une construction de la structure de la phrase sont reflétés par une ELAN aux sites d'électrodes gauches antérieurs entre 100 et 300 ms et non une LAN.

4.1.1 Hypothèse de la co-occurrence de processus

Un sous-objectif de notre recherche était de déterminer si la ELAN était un effet ERP dû à la co-occurrence de processus syntaxiques locaux et de processus linguistiques globaux (processus de conclusion de phrase – *sentence wrap-up*). Nous avons avancé que la ELAN était un effet ERP de fin de phrase issu de la co-occurrence de ces processus locaux et globaux. Par conséquent, nous avons prédit que la ELAN serait générée seulement à la suite d'une violation en fin de phrase (et non en milieu de phrase) et qu'elle apparaîtrait entre 100 et 300 ms aux électrodes gauches antérieures. En milieu de phrase, nous nous attendions à obtenir une LAN entre 300 et 500 ms aux mêmes sites d'électrodes. L'analyse des résultats n'a pas indiqué d'ELAN, quel que soit le lieu de la violation dans la phrase. Une négativité entre 370 et 470 ms a cependant été relevée en fin de phrase (distribution centrale et postérieure gauches) et en milieu de phrase (distribution centro-postérieure), laquelle peut s'apparenter à une LAN (une N400, ou une combinaison de ces deux composantes, comme nous le verrons plus bas). Une P600 en deux phases a également été répertoriée en fin de phrase (phase 1 : distribution antérieure et centrale; phase 2 : distribution centro-postérieure) et en milieu de phrase (phase 1 : distribution large sur tout le crâne; phase 2 : distribution centro-postérieure).

Les processus globaux de fin de phrase (comme le *sentence wrap-up*) ne semblent pas avoir influencé le traitement syntaxique de la violation en fin de phrase de manière à générer une ELAN, puisque cet effet n'a pas été généré. Notre hypothèse selon laquelle la ELAN est un effet ERP de fin de phrase issu de la co-occurrence des processus syntaxiques locaux et de processus linguistiques globaux est donc infirmée. Cependant, le fait que notre hypothèse soit infirmée ne soutient pas directement le modèle de Friederici (2002), où les processus globaux de fin de phrase ne semblent pas avoir d'influence sur le traitement de la catégorie de mot, car une LAN, au lieu d'une ELAN, a été générée en réaction à une violation syntaxique de catégorie de mot. La LAN (au lieu de la ELAN) refléterait ici les premiers processus syntaxiques traitant la violation de catégorie de mot en fin de phrase mais également en milieu de phrase; celle-ci semble influencée par les processus globaux de fin de phrase puisqu'elle est

latéralisée à gauche en fin de phrase, mais nous la retrouvons bilatéralement en milieu de phrase. (Nous verrons plus loin que cela peut par contre s'expliquer par la force de la P600 en fin de phrase.) Notre interprétation de la LAN, reflet des premiers processus syntaxiques en français québécois, va à l'encontre du modèle de Friederici (2002) qui suppose que la LAN représente une deuxième phase de traitement syntaxique, celle de l'intégration des informations morphosyntaxiques. Pour ce qui est de la P600 que nous avons répertoriée, celle-ci indiquerait des processus plus tardifs de difficulté d'intégration syntaxique (première phase) et d'échec et de révision de la structure de phrase incorrecte (deuxième phase), tel qu'avancé par Hagoort et Brown (2000a), ce que nous verrons plus en détails à la section 4.2.3 de ce chapitre.

4.1.2 Hypothèse de la mémoire de travail verbale

Le deuxième sous-objectif de notre recherche visait à évaluer si la mémoire de travail influençait la ELAN. Nous avons formulé l'hypothèse que la ELAN serait influencée par une variation de la charge de traitement de la mémoire de travail. Nous avons prédit que cet effet ERP apparaîtrait entre 100 et 300 ms aux sites d'électrodes gauches antérieurs à la suite d'une violation de catégorie de mot en milieu de phrase, dans une phrase demandant une lourde charge de traitement de la mémoire de travail, c'est-à-dire dans une phrase avec une proposition relative. De plus, une LAN entre 300 et 500 ms serait présente aux électrodes antérieures (gauches), indiquant l'utilisation de ressources mnésiques. À l'inverse, la ELAN serait absente dans une phrase exigeant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (sans relative) et où la violation de catégorie de mot se trouve en milieu de phrase, mais une LAN serait générée aux sites d'électrodes antérieurs gauches entre 300 et 500 ms (à la suite de la violation syntaxique). Nous nous attendions cependant à observer une ELAN, aux électrodes gauches antérieures, entre 100 et 300 ms après une violation de catégorie de mot en fin de phrase, dans une phrase demandant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (sans relative).

Les résultats n'ont pas montré d'ELAN dans les phrases imposant une lourde charge de traitement à la mémoire de travail; aucune ELAN n'a été répertoriée non

plus dans les phrases nécessitant une faible charge de traitement de la mémoire de travail (ces phrases étaient celles de l'expérience de la co-occurrence de processus). On a toutefois enregistré une négativité (de distribution centro-postérieure) ressemblant à une LAN (ou à une N400, ou encore, à une co-occurrence de LAN et de N400) et une P600 en deux phases (phase 1 : distribution antérieure gauche; phase 2 : distribution centro-postérieure) pour les phrases demandant une lourde charge de traitement de la mémoire de travail. Comme nous avons vu plus haut, ces mêmes composantes, quoique avec des distributions et amplitudes parfois différentes, ont été générées pour les phrases de faible charge de traitement.

De la même manière que pour les processus globaux de fin de phrase, l'utilisation de ressources de la mémoire de travail ne semble pas influencer le traitement syntaxique de la violation de catégorie de mot de manière à générer une ELAN, puisque celle-ci n'a pas été générée, que la charge de traitement de la mémoire de travail soit lourde ou faible. Notre hypothèse selon laquelle une variation de la charge de traitement influencerait la ELAN est donc infirmée. Une LAN centro-postérieure, générée à la suite de la violation de catégorie de mot, est ressortie pour toutes les conditions de charge; cette LAN (au lieu de la ELAN) refléterait ainsi les premiers processus syntaxiques de traitement de la catégorie de mot. De plus, ce traitement syntaxique semble être influencé par la charge de traitement de la mémoire de travail puisque l'amplitude de la LAN est plus grande lorsque cette charge est élevée que faible (en fin de phrase seulement – comme mentionné plus haut, l'influence de la P600 suivante pourrait aussi expliquer la faible amplitude et distribution de la LAN de la condition faible charge/fin de phrase). Comme pour l'expérience précédente, cette interprétation de la LAN contredit le modèle de Friederici (2002) selon lequel la LAN, à la deuxième phase du modèle, est indicatrice de l'intégration des informations morphosyntaxiques et non du traitement syntaxique de l'identification de la catégorie de mot. Comme pour l'hypothèse précédente, nous souscrivons à l'interprétation de Hagoort et Brown (2000a), pour ce qui est de la P600 générée ici.

4.1.3 Hypothèse de la violation d'attentes

Un dernier sous-objectif était de déterminer si la ELAN est générée en réponse à la violation d'attentes (syntaxiques) de catégorie de mot et non seulement en réaction à l'agrammaticalité d'une violation de catégorie de mot (la violation de catégorie de mot étant une violation de grammaticalité *et* une violation d'attentes de catégorie de mot). Nous avons émis ici l'hypothèse que la ELAN était un effet ERP attribuable uniquement à la violation des *attentes* de la catégorie de mot prévue dans une phrase. Nous avons prédit que la ELAN serait générée entre 100 et 300 ms aux électrodes gauches antérieures par une phrase de structure correcte mais imprévue, c'est-à-dire qui viole les attentes de catégorie de mot mais non la structure de la phrase. À l'analyse des résultats, nous n'avons pas répertorié d'ELAN à la suite de la violation d'attentes. Cependant, entre 270 et 350 ms, une négativité largement distribuée, d'amplitude maximale à 311 ms a été enregistrée. Malgré des questions de distribution dissemblable, nous avons allégué que cette négativité s'apparentait à une N280.

Notre hypothèse selon laquelle la ELAN serait générée à la suite d'une violation des attentes de la catégorie de mot est donc infirmée, car aucune ELAN n'a été répertoriée; la ELAN serait ainsi uniquement générée par des violations de catégorie de mot. Nous venons cependant de voir que des violations de catégorie de mot claires ne provoquent pas une ELAN mais une LAN, qui indiquerait des premiers processus de traitement syntaxique (de la catégorie de mot). Ainsi, l'infirmité de l'hypothèse de la violation d'attentes ne supporte pas directement le modèle de Friederici (2002) puisque même avec des violations de catégorie de mot claires, aucune ELAN n'a été générée.² La négativité répertoriée ici, la N280, ne serait pas rattachée à un traitement syntaxique mais à un traitement lexical, ce que nous verrons à la section 4.2.4.

² Après avoir constaté que les violations de catégorie de mot n'ont pas généré d'ELAN, nous pouvons penser qu'il aurait été inutile de tester l'hypothèse de la violation d'attentes. Cette vision suppose cependant que nos expériences ont été menées de manière séquentielle; cela n'a pas été le cas, car notre paradigme expérimental a été construit de façon à ce que nous devions mener les expériences en concomitance.

4.2 Discussion générale

Nous avons vu que les résultats des trois expériences n'ont pas montré d'ELAN, effet ERP rattaché aux premiers processus de traitement syntaxique de la phrase selon le modèle de Friederici (2002). Ces processus semblent plutôt reflétés en français québécois par une LAN visible entre 370 et 470 ms après une violation de catégorie de mot et non par une ELAN. En outre, une P600, indicatrice de processus tardifs de traitement syntaxique, et une N280, représentant un traitement lexical, ont été générées. Dans cette section, nous suggérerons des raisons pouvant expliquer l'absence d'ELAN et nous traiterons plus en détails des causes et de la signification de la LAN et des autres composantes.

4.2.1 ELAN

Ni une violation syntaxique claire de catégorie de mot (expériences de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail verbale), ni une structure contrevenant seulement aux attentes de catégorie de mot (expérience de la violation d'attentes) n'ont provoqué d'ELAN. L'absence totale d'ELAN peut paraître surprenante compte tenu que les critères énoncés par Friederici (1999, 2004) pour obtenir une ELAN dans la modalité visuelle ont été satisfaits, à savoir, un temps de présentation rapide des mots (300 ms par mot, 200 ms ISI) et une présentation visuelle des mots claire (caractères blancs sur fond noir). De plus, la violation de catégorie de mot que nous avons retenue, pour tester les hypothèses de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail verbale, est bel et bien nette (*outright*) et ne constitue pas une structure non préférée (Friederici, 2002; Friederici, 2004). Dans ces conditions, la catégorie de mot aurait dû être accessible rapidement et la détection de la violation aurait résulté en une ELAN, comme prévu par le modèle de Friederici (2002). Divers facteurs peuvent expliquer l'absence de l'effet ERP : (1) la non-équivalence de la structure du français et de celle de l'allemand; (2) l'influence de la modalité de l'input; (3) la position du mot critique dans les conditions en fin de phrase; (4) l'influence des informations sémantiques du mot critique entre conditions; (5) le comportement similaire de la ELAN et de la LAN en ce qui a trait à la charge de la mémoire de travail; (6) la perception de la structure de phrase comme non préférée

(pour la violation d'attentes de catégorie de mot). Nous traiterons plus bas de chacune de ces causes potentielles.

4.2.1.1 Non-équivalence de structures entre langues

Cette explication s'applique aux stimuli des deux premiers sous-objectifs de recherche (co-occurrence de processus et mémoire de travail verbale). Nous pouvons penser que la structure du français n'a pas rendu équivalent le traitement de la violation que nous avons choisie (par ex., *La clause du expire.*) à celui de la violation allemande. Le français est une langue SVO (sujet – verbe – objet) alors que l'allemand est une langue SOV (sujet – objet – verbe), où le verbe ou l'auxiliaire (pour les temps composés ou les structures passives) doit systématiquement monter devant l'objet dans les propositions principales pour être fléchi (en français, le verbe monte aussi mais reste en deuxième position). Le verbe déplacé laisse une trace après l'objet et ce dernier se retrouve ainsi enchâssé entre le verbe et sa trace de la position d'origine (comme dans l'exemple 1(a) plus bas, en caractères gras), ce qui n'est pas le cas en français. Lors de la reconstruction de la structure de phrase incorrecte allemande en vue de la compréhension de la phrase, la coréférence du verbe avec sa trace se fait peut-être trop tôt, vu la présence précoce du participe passé (dans le syntagme prépositionnel incomplet – voir l'exemple 1(b)), ou bien, le verbe n'a pu être relié à sa trace à cause de l'arrivée précoce du participe passé interférant dans le syntagme prépositionnel incomplet (voir l'exemple 1(c)), cela se reflétant dans l'EEG par la ELAN. La ELAN représenterait ici des processus linguistiques spécifiques aux langues SOV. Nous illustrons nos propos ci-dessus par les exemples de stimuli suivants tirés des études de Friederici.

1 (a) Die Gans wurde im Stall gefüttert.

$\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{Die}] \quad \text{N}[\text{Gans}]] \quad \text{Agr}'[\text{Agr}[\text{wurde}]_i \quad \text{TP}[\text{T}'[\quad t_i \quad \text{VP}[\text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{in}] \quad \text{NP}[\text{Det}[\text{dem}]_{[+Dat]} \quad \text{N}[\text{Stall}]]]]] \quad \text{v}'[\quad t_i \quad \text{v}[\text{gefüttert}]]]]]]].$

'L'oise fut dans-le poulailler nourrie.'

(b) *Die Gans wurde im gefüttert.

*_{AgrP}[NP[_{Det}[Die] N[Gans]] _{Agr'}[_{Agr}[**wurde**]_i TP[T'_i VP[PP[P'_i[P[in] NP[_{Det}[dem]_[+Dat] V'_i[t_i v[gefüttert]]]]]]]]].

*'L'oise fut dans-le nourrie.'

(c) *Die Gans wurde im gefüttert.

*_{AgrP}[NP[_{Det}[Die] N[Gans]] _{Agr'}[_{Agr}[**wurde**]_i TP[T'_i VP[PP[P'_i[P[in] NP[_{Det}[dem]_[+Dat] V[gefüttert]]]]] V'_i[t]]]]]].

*'L'oise fut dans-le nourrie.'

Cependant, on pourrait penser que cette différence ne saurait expliquer à elle seule l'absence d'ELAN en français puisque cet effet n'a pas été répertorié en néerlandais, une autre langue SOV où le verbe monte toujours dans les principales (Hagoort et Brown, 2000a; Hagoort et coll., 2003). Nous avons remarqué que dans les recherches sur le néerlandais investiguant les effets ERP de violations de catégorie de mot, aucune n'utilisait une violation de catégorie de mot affectant le verbe de la proposition principale et ne faisaient intervenir le participe passé du verbe de la principale (il s'agissait, pour la plupart, de structures *« adjectif – adverbe – nom » ou *« article – adjectif – participe passé non relié au verbe de la principale, mais ressemblant au nom de la phrase correcte »). Nous pourrions rendre compte de cette manière de l'absence d'ELAN en néerlandais, pourtant une langue SOV comme l'allemand. Ces explications seraient donc en accord avec une perspective sérielle de la compréhension de la phrase, dans la mesure où la construction de la structure de phrase, basée sur un élément essentiel de toute phrase (le verbe – et sa relation avec sa position d'origine), est la première étape de traitement linguistique (hormis les analyses acoustiques/visuelles et phonologique). Une réinterprétation de la première phase d'analyse de la phrase selon le modèle de Friederici (2002) serait donc nécessaire puisque les processus linguistiques reflétés par la ELAN n'auraient pas trait à l'identification de la catégorie de mot, mais à l'établissement de la relation du verbe avec sa position d'origine (sa trace), cette opération permettant la construction de la structure de phrase.

4.2.1.2 *Influence de la modalité de l'input*

Comme nous l'avons évoqué à la section 1.3.1.2 du chapitre 1, la ELAN pourrait être dépendante de la modalité de l'input linguistique et, plus précisément, elle ne serait présente que lorsque les stimuli sont présentés auditivement. Le fait que nous n'ayons pas trouvé cet effet en fin et en milieu de phrase avec des stimuli visuels tend à confirmer la tendance observée par Frisch et coll. (2004), qui n'avaient pas obtenu d'ELAN (ni de LAN) dans une tâche visuelle mais qui ont observé une LAN entre 200 et 400 ms dans la modalité auditive, et ce, avec les mêmes stimuli. Si tel est le cas, il serait peu vraisemblable que la ELAN représente des processus syntaxiques puisqu'ils ne se produiraient que dans la modalité auditive. D'autre part, ces déductions vont à l'encontre de celles de Hahne et coll. (2002), qui avaient conclu à l'indépendance des traitements des caractéristiques physiques et linguistiques d'un stimulus dans la fenêtre de temps de la ELAN. Notre interprétation ne contredit pas nécessairement, par contre, le modèle de Friederici (2002) dans la mesure où l'on présume que l'analyse des stimuli auditifs linguistiques et celle de stimuli visuels suivent des voies neuroanatomiques différentes, ce qui se refléterait différemment électrophysiologiquement.

4.2.1.3 *Position du mot critique dans les conditions en fin de phrase*

Une autre raison de l'absence d'ELAN, du moins pour les conditions où le mot critique se trouve en fin de phrase, consisterait en ce que le mot critique de la condition contrôle (phrase 2 (a)) n'était pas en position finale absolue de la phrase comparative à la condition violation (phrase 2(b) – les mots critiques sont soulignés). Notons, par ailleurs, que cette structure correcte française différait également de la structure correcte allemande (voir p. 29 pour la justification du choix de cette structure).

2 (a) La clause du contrat expire.

(b) La clause du expire.

Comme nous l'avons mentionné au chapitre 1, Hagoort avait fait remarquer que les processus linguistiques globaux se produisant en fin de phrase (processus de

conclusion de phrase – *sentence wrap-up*, de décision ou de réponse) sont reflétés dans l'EEG et que ceux-ci pourraient contribuer à la génération de la ELAN (d'où notre hypothèse de la co-occurrence de processus). Pour mesurer cette contribution, il faut donc que le mot critique se retrouve en fin de phrase autant dans la condition contrôle que la condition violation. La manifestation des processus linguistiques globaux de traitement de la phrase, bien que visibles dans l'EEG pour la condition violation (phrase 2(b)), n'ont peut-être pas été aperçus dans la condition contrôle (phrase 2(a)) puisque le mot critique n'était pas en finale absolue de phrase, dans cette dernière condition. (Rappelons cependant que nous avons choisi le nom comme mot critique dans la condition contrôle pour conserver les mêmes mots (et le même nombre de mots) traités préalablement dans les deux conditions (contrôle et violation) avant d'arriver au mot critique, ce qui n'était pas le cas dans les stimuli allemands.) La critique de Hagoort ne peut pas être supportée pour ces raisons, mais le modèle de Friederici (2002) demeure toutefois invalidé puisque celui-ci prédit qu'une violation de catégorie claire, comme dans notre cas, engendrera une ELAN.

4.2.1.4 Influence des informations sémantiques du mot critique entre conditions

Dans la même veine, alors que dans les phrases allemandes le mot critique pour les conditions violation et contrôle était le même (le participe passé), ici, il variait. Pour les expériences de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail, le mot critique était un nom dans la condition contrôle (voir phrase 2(a)), alors qu'il s'agissait d'un verbe dans la condition violation (voir phrase 2 (b)). Pour l'expérience de la violation d'attentes, on retrouvait également un nom dans la condition contrôle, mais la préposition *avec* dans la condition cible. Il se peut que le traitement sémantique de chaque mot (le nom, dans les conditions contrôles et les verbes ou la préposition, dans les conditions violations et cible) ait influencé les tracés EEG de façon à ce qu'on ne puisse voir d'ELAN. En effet, rappelons ici que la détection de ces informations sémantiques doit se faire (au moins) avant 400 ms puisque l'intégration sémantique, telle qu'indiquée par la N400, a déjà cours à cette latence. Cette éventualité, en plus de contredire les résultats de Hahne et Jescheniak (2001), qui avaient conclu que la ELAN était indépendante de la présence d'informations sémantiques, contreviendrait au

modèle de Friederici (2002) puisque dans ce dernier, la première phase de traitement, de nature syntaxique, se déroule de manière sérielle et donc avant l'analyse de l'information sémantique. Elle supporte par contre les modèles interactifs, car le traitement sémantique de la phrase se produirait en parallèle et en interaction avec le traitement syntaxique et que le cerveau analyserait les informations, autant syntaxiques que sémantiques, dès qu'elles sont disponibles. Notons par ailleurs que dans le cas des phrases de l'expérience de la violation d'attentes, la classe de mot variait aussi entre conditions; nous développerons davantage sur ce point dans la section 4.2.4 (sur la N280).

4.2.1.5 Comportement similaire de la ELAN et de la LAN

Cette explication s'applique aux résultats de l'expérience de la mémoire de travail verbale. Nous avons vu, au chapitre 1, que la ELAN faisait partie de la famille d'effets LAN. Il se pourrait qu'elle en partage donc certaines caractéristiques (et non seulement la distribution). Or, la LAN provoquée par des stimuli morphosyntaxiques varie en fonction de la charge de traitement de la mémoire de travail et de la complexité syntaxique : lorsque ces dernières sont importantes, la LAN disparaît (Vos et coll., 2001; Kolk et coll., 2003). Il est possible que la ELAN, comme la LAN, ne se soit pas produite dans la condition lourde charge de traitement à cause de l'importance de cette charge et de la complexité des phrases. De plus, on a déjà démontré que la LAN disparaissait chez des personnes avec un empan mnésique faible, comparativement à d'autres avec un empan élevé, à la lecture de phrase contenant une violation morphosyntaxique dans une relative enchâssée – ce qui demande davantage de ressources de la mémoire de travail (Vos et coll., 2001). Il s'avère toutefois difficile d'affirmer avec certitude qu'une lourde charge de traitement imposée à la mémoire de travail a provoqué la disparition de la ELAN, compte tenu de l'absence d'ELAN dans les conditions faible charge, et *a fortiori* en fin de phrase, où l'on aurait dû observer cet effet. Cette absence d'ELAN dans les différentes conditions de charge de traitement tend cependant à invalider le modèle de Friederici (2002) puisque même en faisant varier les demandes de ressources à la mémoire de travail, et ce avec un même type de violation, aucune ELAN indiquant l'identification de catégorie de mot n'a été répertoriée.

4.2.1.6 Perception de la structure de phrase comme non préférée

Dans le cas de l'expérience de la violation d'attentes de catégorie de mot, l'absence d'ELAN pourrait être due au fait que les participants auraient traité les phrases de la condition cible (avec un adjectif nominalisé) comme une structure non préférée (voir exemple 3(a) – le mot critique est souligné) comparativement aux phrases de la condition contrôle (voir exemple 3(b)). Selon Friederici (2002, 2004) des structures correctes mais non préférées sont en effet susceptibles de ne pas générer d'ELAN.

- 3 (a) Justine soigne le malheureux avec délicatesse.
 (b) Justine soigne le malheureux soldat avec délicatesse.

Ainsi, les processus d'identification de catégorie de mot n'auraient pas détecté de violation d'où l'absence d'ELAN; selon cette interprétation, nous ne pouvons réfuter le modèle de Friederici (2002) compte tenu que celui-ci ne prévoyait pas d'ELAN dans ce contexte. Dans cette même logique, une violation syntaxique claire (*outright*) serait donc nécessaire pour provoquer une ELAN. Nous avons cependant vu, dans les deux autres expériences, que même en présence d'une violation de catégorie de mot claire, la ELAN était absente.

4.2.1.7 Que représente alors la ELAN?

Comme nous venons de voir, nos résultats et les raisons pouvant justifier l'absence d'ELAN ne tendent pas à supporter l'interprétation selon laquelle les premiers processus syntaxiques de traitement de la phrase (en français québécois) se manifestent sous la forme d'une ELAN, tel que prévu par le modèle de Friederici (2002). Nous avons évoqué, à la section 4.2.1.2 de ce chapitre, que la ELAN pouvait être dépendante de la modalité d'entrée des stimuli, celle-ci ayant surtout été rapportée dans des études employant des stimuli auditifs. D'autre part, comme mentionné dans le contexte théorique, la violation dans les phrases allemandes (pour la plupart) de ces recherches était au participe passé, lequel commence par le préfixe *ge-* pour la grande majorité des verbes allemands. Il se pourrait donc que ce préfixe, présenté auditivement, produise un effet acoustique/phonologique spécifique qui module la N1

des participes passés en position de violation (la N1 est une composante reliée aux premiers processus d'analyse acoustique/visuelle); la différence de N1 entre les conditions contrôle et violation serait ainsi désignée comme une ELAN. Il serait alors peu vraisemblable que la ELAN représente des processus d'identification de catégorie de mot ou même de coréférence du verbe avec sa trace (comme exposé à la section 4.2.1.1), car ceux-ci ne se produiraient qu'à l'écoute (et non à la lecture) de phrases, et plus spécifiquement, de phrases de langues SOV comme l'allemand.

Admettant l'interprétation que la ELAN est une modulation de N1, une modification au modèle de Friederici (2002) s'avère nécessaire. La N1 étant rattachée à une analyse phonologique (l'identification de phonèmes) dans ce modèle, une modulation de cette composante, telle la ELAN, indiquerait le traitement différent d'une syllabe caractéristique dans la langue allemande, le préfixe *ge-* : ce marqueur du temps passé des verbes allemands bénéficierait ainsi d'un traitement particulier dans les phrases au passé puisqu'une fois l'auxiliaire traité, des attentes phonologiques pour un participe passé (commençant par *ge-*) seraient créées. L'apparition de la ELAN dans des phrases agrammaticales indiquerait que les attentes phonologiques sont remplies trop tôt (un autre mot devait être traité avant le participe passé dans les phrases allemandes) et serait ainsi un marqueur de traitement phonologique comme la N1, ce traitement correspondant à la « phase 0 » du modèle de Friederici (2002). Ainsi, la ELAN ne serait pas une réponse à une violation syntaxique, mais à une violation d'attentes phonologiques. Dans la même veine, Steinhauer et Connolly (2007) avancent que cette violation d'attentes phonologiques serait indicatrice d'un mécanisme de détection ou de dissonance (*mismatch*) phonologique basé sur les régularités de traitement et les attentes résultant de ce traitement (selon eux, le préfixe *ge-* n'est pas un bon marqueur de la catégorie de mot puisque d'autres mots que des participes passés commencent par ce préfixe). La ELAN n'est pas, par contre, selon eux, une modulation de la N1, ce qui va à l'encontre du modèle de Friederici (2002). Enfin, après cette analyse phonologique, le corrélat des premiers processus de traitement syntaxique se produirait par la suite sous la forme d'une LAN, comme dans notre recherche. Nous développerons davantage ce point à la section 4.2.2.

Il ne semble donc pas avoir été possible, dans notre recherche, de générer une ELAN en français québécois, car cette réaction phonologique est davantage visible dans la modalité auditive et en présence de stimuli particuliers, voire spécifiques à la langue allemande. La ELAN n'étant pas une réaction à une violation syntaxique de catégorie de mot, nous répondons en partie à l'objectif général de notre recherche en ce que les premiers processus syntaxiques impliqués dans le traitement de la phrase ne sont pas reflétés par une ELAN en français québécois.

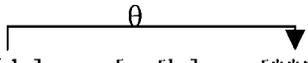
4.2.2 LAN

Lorsque nous avons testé les hypothèses de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail verbale, une négativité a été relevée entre 370 et 470 ms après la violation de catégorie de mot. Compte tenu de la nature syntaxique de la tâche (c'est-à-dire, un jugement de grammaticalité), nous avons prétendu qu'elle se rapprochait d'une LAN. Cette interprétation concorderait avec certaines études dans lesquelles des violations de catégorie de mot, en soi un type de violation syntaxique, avaient mené à une LAN (Hagoort et coll., 1993; Muentz et coll., 1993; Gunter et coll., 1999, entre autres). La distribution des LANs de ces recherches était cependant bien antérieure (gauche) alors que la distribution de notre LAN est centro-postérieure. Cette distribution est habituellement typique d'une N400; nous examinerons ainsi à la section 4.2.2.1 si notre négativité peut s'apparenter à une N400 ou une combinaison d'une LAN et d'une N400. D'autre part, nous avons remarqué que la négativité variait en fonction de la charge de traitement de la mémoire de travail; nous proposons donc des raisons justifiant cette variation à la section 4.2.2.2. Enfin, en 4.2.2.3, nous traiterons de la désignation que nous donnons à notre négativité et les modifications que cela implique au modèle de Friederici (2002).

4.2.2.1 LAN et/ou N400?

Nous avons mentionné que notre négativité centro-postérieure pourrait évoquer la N400, composante représentant l'intégration de l'information sémantique d'un mot dans son contexte environnant (Chwilla et coll., 1995). Cela est dû au fait qu'une négativité avec une pareille distribution a déjà été obtenue en réponse à une violation

morphosyntaxique de structure argumentale du verbe. Comme nous avons vu dans la section 1.3.2.1 du contexte théorique, Frisch et coll. (2004) ont avancé que l'impossibilité de l'assignation du rôle thématique (rôle- θ) d'un verbe intransitif passivé (structure impersonnelle passive) à un NP en position sujet nécessitant un rôle- θ avait entraîné une négativité de large distribution (dans la tâche visuelle) qu'ils ont désigné comme une N400. Lorsque nous observons les phrases avec une violation de catégorie de mot dans nos expériences, nous constatons que l'assignation du rôle thématique de la préposition n'a pu se faire en raison de la venue précoce du verbe. L'exemple en 4 illustre notre propos.

- 4 *La clause du expire.
- θ

- $\text{AgrP}[\text{NP}[\text{Det}[\text{La}]] \quad \text{N}'[\text{N}'[\text{N}[\text{clause}]]] \quad \text{PP}[\text{P}'[\text{P}[\text{de}]] \quad \text{NP}[\text{Det}[\text{le}]] \quad \text{N}[\text{***}]]]]]$
 $\text{Agr}[\text{expire}]_i \quad t_i \quad t_i$.

Nos résultats ressemblent donc à ceux de Gunter et Friederici (1999) qui avaient également obtenu une négativité qu'ils avaient analysée comme une N400 avec une violation de catégorie de mot réalisée par une préposition assignatrice de rôle- θ (*von*, « de » en allemand). Friederici analyse la présence de cette N400 comme suit : lorsqu'une préposition assigne un rôle thématique (comme dans le cadre de notre syntagme prépositionnel), elle fait partie de la représentation sémantique. Dans notre cas, cela peut cependant paraître inconséquent en regard de la manipulation effectuée puisque la violation de catégorie de mot est clairement une violation de la structure de phrase, c'est-à-dire une violation syntaxique. Nous admettons toutefois que les participants peuvent avoir perçu la violation de nos phrases davantage comme une violation de l'assignation du rôle thématique de la préposition que comme une violation de catégorie de mot. Cependant, si cela est le cas, le fait que nous ayons obtenu une N400 à la suite de cette double violation de catégorie de mot et d'assignation du rôle thématique voudrait dire que la détection de la violation « sémantique » (du rôle θ) se ferait avant ou simultanément à celle de la violation de catégorie de mot (syntaxique) puisqu'aucune ELAN ou LAN n'ont été obtenus préalablement à la N400. Que le traitement sémantique se produise avant ou en même temps que le traitement syntaxique de la catégorie de mot ne serait pas en accord avec

la vision sérielle des premières phases de traitement de la phrase du modèle de Friederici (2002), car ce dernier prévoit que le traitement syntaxique de la catégorie de mot survient avant le traitement sémantique.

Nous avons également évoqué la possibilité que notre négativité soit la manifestation concomitante d'une LAN et d'une N400. Dans la même veine de ce que nous avons avancé, les participants ont peut-être perçu une double violation de catégorie de mot et de structure argumentale du verbe, ce qui aurait eu pour résultat la génération des deux effets ERP. Ainsi, le traitement « sémantique » (l'impossibilité de l'assignation du rôle thématique) et le traitement syntaxique (la violation de la catégorie de mot) se produiraient en parallèle. De prime abord, cette interprétation ne contrevient pas au modèle de Friederici (2002) puisqu'il prévoit la simultanéité des traitements syntaxique et sémantique à la latence de la LAN et de la N400. Cependant, cette explication enfreint le modèle, car elle suppose que la LAN, et non la ELAN, constitue le corrélat ERP du traitement de la violation de la catégorie de mot.

Notons que nous pourrions présumer qu'il y a également violation sémantique sans référence aux rôles thématiques dans la phrase (en plus de la violation syntaxique). En effet, dans la condition violation, le verbe arrive à la fin d'un syntagme prépositionnel incomplet, ce qui viole la structure de phrase locale (le syntagme prépositionnel), mais il termine également un NP-sujet (par ex., *La clause du*), ce qui enfreint les attentes sémantiques du syntagme nominal incomplet. (Cette explication pourrait également s'appliquer aux phrases allemandes utilisées dans les études de Friederici et de ses collaborateurs, puisque la violation syntaxique se trouvait à la fin d'un syntagme prépositionnel incomplet, contrevenant aux attentes sémantiques de ce syntagme. Comme nous avons vu, la majorité d'entre elles n'ont cependant enregistré qu'une ELAN sans N400.) Ainsi, il se peut que la préposition ait plus engendré des attentes sémantiques que des attentes (syntaxiques) de catégorie de mot et qu'une violation de ces attentes sémantiques ait généré une négativité semblable à une N400. Cela ne change par contre rien au fait que si notre négativité est une N400, elle contredit le modèle de Friederici (2002), car dans celui-ci, le traitement

syntaxique de la catégorie de mot doit se faire avant l'intégration sémantique de ce mot. Selon ce modèle, la double violation aurait donc dû générer une ELAN sans N400 et non le contraire.

4.2.2.2 *Variation de la négativité selon la charge de traitement de la mémoire de travail*

Nos résultats montrent que la négativité entre 370 et 470 ms varie en fonction de la charge de traitement de la mémoire de travail. En effet, son amplitude, dans la condition lourde charge de traitement, est plus grande que dans la condition faible charge de traitement/fin de phrase (dans la région postérieure gauche). Cette différence d'amplitude n'est pas due à la position de la violation dans la phrase, car nous aurions alors déjà observé une différence entre les phrases faible charge de traitement/fin de phrase et faible charge de traitement/milieu de phrase dans l'expérience précédente. Trois causes peuvent expliquer l'effet accru de la négativité des phrases incorrectes de lourde charge de traitement : (1) la lourde charge de traitement en tant que telle; (2) une plus grande violation des attentes sémantiques; (3) une combinaison de ces deux causes.

Lourde charge de traitement

D'une part, la négativité accrue pourrait être causée par le traitement de la charge supplémentaire imposée à la mémoire de travail, du fait de la rétention du sujet (par ex., *La clause du contrat*) dans la mémoire de travail, pendant le traitement de la relative se terminant incorrectement par le verbe (par ex., *qui traite de la location du expire*). L'emploi de ressources supplémentaires de la mémoire de travail se refléterait donc, du moins en partie, par la plus grande amplitude de la LAN provoquée par la violation de catégorie de mot; cela indiquerait une non-addition (à tout le moins partielle) de la LAN rattachée au traitement morphosyntaxique avec celle associée à la mémoire de travail, et donc une indépendance (possiblement imparfaite) du traitement de violations morphosyntaxiques et de l'emploi de la mémoire de travail. Cette interprétation irait à l'encontre des résultats de Vos et al. (2001) qui avaient trouvé que la LAN générée par des violations morphosyntaxiques est réduite lorsque la charge de

traitement et la complexité syntaxique des phrases sont élevées. Ils en avaient déduit que le traitement morphosyntaxique était influencé par (l'emploi de) la mémoire de travail. Notons, par ailleurs, que nous n'avons pas remarqué de différences dans les tracés EEG selon les groupes d'empan mnésique. Nos résultats diffèrent ainsi de ceux de Vos et al. (2001) qui avaient constaté que la LAN était absente dans un groupe de participants d'empan faible; ils avaient interprété leurs résultats en termes de conception de la mémoire de travail verbale (composante unique *versus* plusieurs composantes). Le fait que, selon nos résultats, la LAN induite par une violation syntaxique soit (en partie) indépendante de l'emploi de ressources de la mémoire de travail ne contredit pas nécessairement le modèle de Friederici (2002); cela y apporte une précision.

Plus grande violation des attentes sémantiques

D'autre part, la différence d'amplitude serait peut-être due au fait que le verbe de la principale contrevient aux attentes sémantiques de la relative incomplète dans une mesure plus grande que la même violation placée dans une courte phrase sans relative. Par exemple, le verbe *expire* contreviendrait plus aux attentes sémantiques de la phrase 5(a) que le même verbe dans la phrase sans relative 5(b).

- 5 (a) La clause du contrat qui traite de la location du expire dans une semaine.
- (b) La clause du expire.

Dans ce cas, la négativité enregistrée ici s'apparenterait à une N400. Cette interprétation confirmerait les résultats de Kutas et Hillyard (1984), qui avaient remarqué que l'amplitude de la N400 variait de façon inversement proportionnelle à la concordance d'un mot avec le contexte précédent ce dernier. Cependant, comme mentionné à la section 4.2.2.1, le fait de traiter la négativité obtenue ici comme une N400 contrevient au modèle de Friederici (2002), puisque une double violation (syntaxique de catégorie de mot et sémantique) devrait engendrer une ELAN sans N400, ce qui n'était pas le cas ici, peu importe la charge de traitement de la mémoire

de travail. Le pattern que prévoit Friederici, dans le cas d'une double violation de ce type (une ELAN sans N400), est relié à la primauté fonctionnelle du traitement syntaxique de la catégorie de mot sur le traitement sémantique des mots.

Lourde charge de traitement et violation des attentes sémantiques

Enfin, la négativité accrue pourrait s'expliquer par la violation (par ex., *du expire*) qui contreviendrait d'une manière plus prononcée aux attentes sémantiques de la relative, et ce, pendant la rétention du sujet, que la même violation placée en fin de phrase sans proposition relative. Ainsi, il serait plus difficile de « créer du sens » avec la violation (d'où la négativité assimilable à une N400, dans ce cas) pendant que la charge de traitement de la mémoire de travail est importante que lorsque cette charge l'est moins. Cette interprétation de la négativité comme une N400 contredit, comme signalé plus haut, le modèle de Friederici (2002).

4.2.2.3 Désignation de notre négativité

Rappelons tout d'abord que, bien que notre négativité entre 370 et 470 ms puisse s'apparenter à une N400, nous croyons davantage qu'il s'agit d'une LAN en regard de la nature syntaxique de la tâche demandée aux participants (un jugement de grammaticalité). De plus, comme énoncé précédemment, certaines études ont répertorié une LAN à la suite de violations de catégorie de mot. Ainsi, notre LAN serait probablement révélatrice des premiers processus de traitement syntaxique en français québécois, dans la perspective où il est impossible de générer la ELAN en français et que cette dernière est en fait une différence de N1; nous répondrions ainsi au but général de notre recherche, qui consistait à déterminer les corrélats ERP des premiers processus syntaxiques en français québécois.

Le fait que la violation de catégorie de mot provoque une LAN au lieu d'une ELAN vient à l'encontre du modèle de Friederici (2002) puisque, comme nous l'avons mentionné, le traitement des informations de la catégorie de mot, auquel est rattaché la ELAN, constitue la première phase de traitement syntaxique. La deuxième phase, représentée par la LAN, est signe de l'intégration des informations

morphosyntaxiques. Nos résultats indiquent donc que le traitement de la catégorie de mot devrait être inclus sous le traitement des informations morphosyntaxiques représentés par la LAN. Ainsi, le modèle de Friederici (2002) ressemblerait à un modèle interactif, car (1) comme mentionné plus haut, la ELAN serait un marqueur d'analyse phonologique et la LAN du traitement de l'information (morpho)syntaxique (catégorie de mot incluse), et (2) la deuxième phase du modèle actuel, où l'interaction entre traitements syntaxique (LAN) et sémantique (N400) est déjà prévue, serait en fait la première phase de traitement des informations linguistiques.

4.2.3 P600

La positivité en deux phases que nous avons obtenue en réponse aux violations de catégorie de mot (dans les expériences de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail verbale) rappelle la P600. Le fait que sa distribution varie en deux temps concorde bien avec l'interprétation de cette composante que Hagoort a proposée, interprétation à laquelle nous souscrivons. La première phase correspondrait à la difficulté d'intégration syntaxique de la violation dans la phrase, et la deuxième, à l'échec et à la révision de l'analyse grammaticale (de la structure de phrase incorrecte - Hagoort et coll., 1999; Hagoort et Brown, 2000a). La distribution de la P600 semble également varier en fonction de la charge de traitement de la mémoire de travail; nous aborderons ce point à la section 4.2.3.1. D'autre part, nous avons constaté que la violation dans notre recherche générait un pattern LAN-P600 (ou N400-P600); nous traiterons de cette suite de composantes en 4.2.3.2. Nous terminerons en examinant les implications de notre P600 sur le modèle de Friederici (2002) à la section 4.2.3.3.

4.2.3.1 *Variation de la P600 selon la charge de traitement de la mémoire de travail*

Pour l'expérience de la mémoire de travail verbale, nous avons mentionné que la positivité enregistrée dans la condition violation lourde charge de traitement était une P600 en deux phases. Comme pour la LAN qui variait en fonction de la charge de traitement (elle était accrue sous une lourde charge), la première phase de la P600 semble aussi affectée par une lourde charge de traitement puisque sa distribution, habituellement large sur toute la surface du crâne, ne s'est avérée significative que dans la région antérieure gauche. Deux raisons peuvent expliquer cette distribution

particulière. La LAN précédente, de par son amplitude accrue et sa distribution centro-postérieure (et même antérieure pour les électrodes médianes), empiète probablement dans la première fenêtre de temps (500-600 ms) de la P600 de manière à ce que la positivité en soit réduite aux sites d'électrodes gauches antérieurs.

On peut également supposer que le commencement (de cette première phase) de la P600 a été retardé à cause de la lourde charge de traitement de la mémoire de travail pendant le traitement de la violation de catégorie de mot; en d'autres termes, le traitement syntaxique représenté par la P600 aurait été ralenti en raison de la charge supplémentaire appliquée à la mémoire de travail, cette charge ayant déjà influencé le traitement syntaxique représenté par la LAN. Cette interprétation est en accord avec celle de Vos et coll. (2001) qui ont remarqué un délai dans le début de la P600 induite par une violation morphosyntaxique au verbe de la proposition principale, ce verbe suivant une proposition relative enchâssée (exigeant une charge supplémentaire de traitement à la mémoire de travail). Contrairement à ces derniers, nous n'avons pas, par contre, observé d'atténuation de l'amplitude de la P600 pour le groupe de participants d'empan faible comparativement au groupe d'empan élevé. Pour ce qui est de la deuxième phase de la P600 des phrases lourde charge de traitement, celle-ci n'était pas différente, ni en amplitude, ni en distribution, de celles des conditions faible charge de traitement (milieu et fin de phrase). Nous en déduisons donc que la charge additionnelle de traitement n'a pas eu d'effets sur le traitement syntaxique à cette latence. Ainsi, en rapport avec l'interprétation fonctionnelle des deux phases de la P600 (de Hagoort et de ses collaborateurs), nous avançons que, dans le cas où une charge importante de traitement est imposée à la mémoire de travail, la difficulté de l'intégration syntaxique serait encore plus grande que normalement (c'est-à-dire, sans charge additionnelle), mais les processus de révision de la structure ne seraient pas affectés par ce surplus de travail.

4.2.3.2 *Patron LAN-P600 (N400-P600)*

On a déjà rapporté les successions de composantes LAN-P600 et N400-P600 à la suite de violations morphosyntaxiques. Comme énoncé dans le contexte théorique,

de nombreuses études sur le traitement syntaxique de la phrase employant divers types de violations (morpho)syntaxiques ont fréquemment relevé une suite LAN-P600 (Hagoort et coll., 2003; van den Brink et Hagoort, 2004; Barber et Carreiras, 2005; Palolahti et coll., 2005; Roehm et coll., 2005). La LAN et la P600, lorsqu'elles sont conjointement présentes, représenteraient les deuxième et troisième étapes de traitement syntaxique de la phrase, d'après le modèle de Friederici (2002), ou simplement des étapes de traitement syntaxique distinctes, selon une vision interactive de la compréhension de la phrase. Comme mentionné plus haut, nous croyons que, puisque la tâche demandée au participant était essentiellement de nature syntaxique (un jugement de grammaticalité), la détection de la violation syntaxique (LAN) puis la difficulté d'intégration de la violation (P600, phase 1) et l'échec / la révision de la structure incorrecte (P600, phase 2) sont représentés par une suite LAN-P600 dans notre recherche.

Remarquons que quelques recherches ont rapporté une suite N400-P600 en réaction à des violations morphosyntaxiques (Osterhout et coll., 1994; Gunter et Friederici, 1999; Frisch et coll., 2004). Comme mentionné plus haut, cette suite était explicable par l'impossibilité de l'assignation du rôle thématique d'un des éléments de la phrase (d'où la N400), cette impossibilité étant causée par une violation syntaxique (de sous-catégorisation du verbe, pour Osterhout et coll., 1994; de catégorie de mot, pour Gunter et Friederici, 1999; de structure argumentale du verbe, pour Frisch et coll., 2004), d'où la P600. Certains ont en outre avancé que la N400 pourrait représenter l'effort du participant pour trouver un mot dans le lexique qui pourrait rendre la phrase grammaticale. Pour ce qui est de la P600, on a interprété que les processus la sous-tendant visaient à réanalyser et à réparer la structure de phrase incorrecte (conformément au modèle de Friederici (2002)). Si notre négativité est une N400 plutôt qu'un LAN, nous proposons qu'elle représenterait l'effort du participant pour « créer du sens » avec le verbe violateur (par ex., *expire*) des phrases agrammaticales (par ex., *La clause du expire.*), c'est-à-dire un effort pour intégrer sémantiquement le verbe de la phrase. La P600 indiquerait ensuite la difficulté d'intégration de la violation de la structure de phrase (par ex., *du expire*) et la révision subséquente de

cette dernière pour que la structure concorde avec le sens créé (possiblement la suppression de la préposition contractée pour obtenir la phrase : *La clause expire.*).

4.2.3.3 Implications sur le modèle de Friederici (2002)

Nous avons mentionné, en ce qui concerne la P600 répertoriée à la suite de la violation de catégorie de mot de notre recherche, que nous adoptions l'interprétation de Hagoort, à savoir que la première phase de cette composante indiquerait la difficulté d'intégration syntaxique de la violation, et la deuxième phase, l'échec et la révision de la structure de phrase incorrecte (Hagoort et Brown, 2000a). Cette interprétation ne s'accorde pas avec le modèle de Friederici (2002), puisque celui-ci prévoit deux P600s distinctes, de différentes distributions et non une P600, de deux phases. En effet, Friederici (2004) a rattaché la P600 avec une distribution fronto-centrale à l'intégration syntaxique (générée dans le cas de structures correctes mais complexes) et l'autre P600 avec une distribution centro-pariétale, à des processus de réanalyse et de réparation de structures (générée par des violations syntaxiques) – elle ne rapporte pas, par contre, si ces deux P600s peuvent se produire en co-occurrence.

4.2.4 N280

À l'expérience de la violation d'attentes de catégorie de mot, nous avons remarqué qu'une négativité largement distribuée entre 270 et 350 ms avait été générée dans des phrases ayant une violation d'attentes. Nous avons avancé qu'il était davantage vraisemblable que cette négativité se rapproche d'une N280, plutôt qu'elle soit une réaction à la violation d'attentes. Comme mentionné en 4.2.1.4, cela serait dû au fait que la classe de mots du mot critique des phrases cible (phrase 3(a)) et contrôle (phrase 3(b)) variait. Nous avons reporté ici les exemples de phrases 3(a) et (b) déjà donnés plus haut.

- 3 (a) Justine soigne le malheureux avec délicatesse.
- (b) Justine soigne le malheureux soldat avec délicatesse.

En effet, la préposition *avec* appartient à la classe de mots fermée (ou mots de fonction) et le nom *soldat*, à la classe de mot ouverte (ou mots de contenu). Les mots

de la classe fermée fournissent des informations syntaxiques sur les mots de la classe ouverte en créant des relations syntaxiques entre ces derniers (Hagoort et coll., 1999). Ils constituent un ensemble fermé d'éléments lexicaux composé, entre autres, des conjonctions, prépositions et articles. Les mots de la classe ouverte sont ceux qui sont pourvus de sens (par ex., les noms, verbes et adjectifs). De nouveaux mots de cette classe peuvent être créés (d'où le nom classe « ouverte »), par opposition à la classe fermée.

La N280 est une composante de polarité négative qui culmine approximativement à 280 ms après l'apparition d'un mot de la classe fermée, ce mot étant comparé à un autre de la classe ouverte; la N280 est donc reliée au traitement lexical et non au traitement syntaxique. Cette composante constituerait un marqueur distinctif de l'information catégorielle d'un mot (Neville et coll., 1992). Des études ont toutefois rapporté une N280 pour les deux classes de mots; dans cette optique, cet effet ERP général indiquerait la disponibilité de l'information catégorielle du mot traité (Brown et coll., 1999). Nos résultats s'accordent avec ceux des recherches indiquant une N280 seulement pour les mots de la classe fermée. Cependant, une différence importante entre la négativité que nous avons trouvée et la N280 est la distribution des deux effets ERP : la N280 est habituellement limitée aux sites d'électrodes antérieurs gauches (quoique on l'ait déjà répertoriée bilatéralement) alors que notre négativité est plus largement distribuée. Toutefois, notre négativité tombe dans la latence habituelle de la N280, à savoir entre 235 et 400 ms et est, comme la N280, générée en réponse à un mot de la classe fermée. Ainsi, notre N280 agit ici comme un marqueur ERP distinctif de l'information catégorielle d'un mot. Compte tenu que la N280 indique un traitement lexical et non un traitement syntaxique (de la phrase), nous ne pouvons relier cette composante au modèle neurocognitif du traitement de la phrase de Friederici (2002).

4.3 Implications sur le modèle de Friederici (2002)

D'après nos résultats, une LAN suivie d'une P600 a été générée à la suite d'une violation de catégorie de mot en français québécois. Nous avons avancé que cette LAN constituait le corrélât ERP des premiers processus de traitement syntaxique en français

québécois, c'est-à-dire, ici, la détection de la catégorie de mot. La P600 (en deux phases) indiquerait une analyse syntaxique subséquente à celle révélée par la LAN : dans un premier temps, la difficulté d'intégration syntaxique de la violation et ensuite, l'échec et la révision de la structure de phrase. L'absence d'ELAN suggère que cet effet ERP serait davantage relié à l'analyse phonologique (et possiblement généré par des violations d'attentes phonologiques), plus particulièrement dans la modalité auditive; la ELAN ne serait ainsi qu'une modulation de la N1.

Nos résultats et notre interprétation vont donc à l'encontre du modèle du traitement de la phrase de Friederici (2002). En effet, dans celui-ci, la ELAN n'est pas révélatrice d'une analyse phonologique, mais reflète plutôt les premiers processus de traitement syntaxique, c'est-à-dire l'identification de la catégorie de mot permettant la construction de la structure de la phrase. La LAN indique l'intégration de l'information morphosyntaxique et deux P600s distinctes révèlent, dans un cas, la difficulté d'intégration syntaxique (pour ce qui est des phrases correctes complexes) et, dans l'autre, la réanalyse et la réparation de la structure syntaxique (pour ce qui est de violations syntaxiques) – ces deux P600s n'ont pas de phases de traitement. À la lumière de nos analyses, les modifications à apporter au modèle de Friederici (2002) seraient telles qu'il ressemblerait plus, à la fin, à un modèle interactif qu'un modèle sériel dans sa première phase de traitement syntaxique de la phrase – tel que le modèle de Friederici (2002) est élaboré dans sa forme actuelle.

L'absence d'ELAN dans notre recherche supporte davantage une vision interactive du traitement de la phrase, où les processus traitant les informations syntaxiques et sémantiques se déroulent en co-occurrence et où ces dernières peuvent interagir dès qu'elles sont disponibles à l'analyse, si nécessaire. Conformément à cette perspective interactive, la présence d'une LAN à la suite des violations syntaxiques de notre étude viendrait renforcer l'idée que les premiers processus de traitement (morpho)syntaxique se produisent dans la même fenêtre de temps que les processus sémantiques (indiqués par la N400). Cependant, les partisans de la vision sérielle peuvent néanmoins prétendre, comme nous l'avons mentionné plus haut, que la ELAN

pourrait représenter la perturbation des processus de coréférence du verbe fléchi avec sa trace dans les langues SOV, la rupture étant causé par un participe passé intervenant dans l'objet. Des recherches dans des langues SOV autres que l'allemand (comme le néerlandais) permettraient de vérifier cette proposition.

4.4 Limites et améliorations

Notre recherche comporte des limites et quelques améliorations auraient pu y être portées. Nous les détaillerons dans cette section.

4.4.1 Antécédence fonctionnelle vs antécédence temporelle

Comme mentionné dans le contexte théorique, les ERPs n'indiquent que d'une façon indirecte les processus qui leur sont sous-jacents. Ainsi, la composante ERP enregistrée à la suite d'une violation peut indiquer des processus ne s'étant pas déroulés en même temps que la composante, mais antérieurement à celle-ci. Par exemple, dans notre recherche, les processus d'identification de la catégorie de mot se sont peut-être produits avant la LAN que nous avons enregistrée. L'ordre de traitement des informations linguistiques proposé par Friederici dans son modèle – le traitement d'informations syntaxiques permettant la construction de la structure de phrase qui se produit avant le traitement d'informations sémantiques – demeure ainsi toujours valide. Il est donc important de garder à l'esprit la distinction entre l'antécédence fonctionnelle et l'antécédence temporelle des processus linguistiques.

4.4.2 Tâche auditive et tâche visuelle

Nous avons mentionné que la ELAN, qui représente les premiers processus syntaxique de traitement de la phrase dans le modèle de Friederici (2002), semblait plutôt générée à la présentation de phrases dans la modalité auditive que dans le mode visuel. Ayant seulement effectué, ici, une tâche visuelle où les premiers processus syntaxiques étaient reflétés par une LAN, il est possible que ceux-ci soient représentés par une ELAN lorsque les mêmes phrases en français québécois sont présentées auditivement (soutenant le modèle de Friederici (2002)). Il aurait donc été souhaitable de réaliser une tâche auditive en complémentarité de la tâche visuelle, celles-ci

employant les mêmes stimuli. La comparaison des réponses ERP des deux tâches aurait permis de déterminer clairement s'il est possible que les premiers processus syntaxiques soient reflétés par une ELAN en français québécois, et ce, indépendamment de la modalité d'entrée des phrases.

4.4.3 Répartition des sujets entre groupes d'empan

Une meilleure répartition des sujets entre groupes d'empan aurait peut-être permis de trouver des différences inter-sujets. En effet, lors de l'analyse statistique de nos données, la subdivision des participants en deux groupes d'empan basée sur la distribution des participants selon leur score au *Reading span test*, au lieu d'une distribution selon le barème du même test, aurait permis de mieux cerner l'influence de la mémoire de travail sur les premiers processus syntaxiques. L'augmentation du nombre de participants par groupes d'empan aurait pu, par le fait même, donner davantage de puissance statistique à nos analyses. Cela présuppose, par contre, que la ELAN se comporte comme la LAN (ces deux composantes faisant partie de la même famille d'effets) entre sujets de groupes d'empan différents. À ce titre, nous avons évoqué, au chapitre 1, que la LAN variait en fonction de la capacité mnésique des sujets, celle-ci étant absente chez des sujets ayant un faible empan. Il est donc possible que nous n'ayons pas relevé d'ELAN entre groupes d'empan à cause de la répartition des sujets.

4.4.4 Analyses ultérieures de la LAN

Comme exposé dans ce chapitre, nous avons avancé que la négativité trouvée en réponse aux violations de catégorie de mot était une LAN qui traduisait les premiers processus syntaxiques de la phrase en français québécois. Nous avons également mentionné la possibilité que cette négativité soit une N400. Des analyses ultérieures permettraient de déterminer avec davantage de précision avec laquelle de ces composantes nous sommes en présence. Une façon d'y arriver est d'identifier les générateurs neuronaux sous-jacents à la négativité. L'analyse de sources est un moyen pour effectuer spécifiquement cet examen. Compte tenu de contraintes temporelles, nous n'avons cependant pas pu mener ce type d'analyse.

4.4.5 Structures linguistiques non équivalentes

Pour répliquer des effets ERP entre études, il s'avère important de respecter toutes les conditions dans lesquelles ces effets ont été générés. Nous avons vu, à la section 4.2.1.1, que la structure du français, langue SVO, différente de la structure de l'allemand, langue SOV, n'a pas rendu équivalent le traitement de la violation française à celui de la violation allemande; pour cette raison, nous n'avons peut-être pas aperçu d'ELAN. Ainsi, il est possible que la ELAN (au lieu de la LAN de notre recherche) soit toujours un marqueur des premiers processus syntaxiques lors du traitement d'une phrase en français québécois, ce qui supporterait le modèle de Friederici (2002). Il serait donc intéressant de mener des études entre langues de structures différentes pour observer si des effets ERP reliés au langage sont reliés aux groupes de langues (SVO vs SOV, par exemple).

4.4.6 Étude translinguistique

Dans la même veine, nous aurions pu effectuer une étude translinguistique des premiers processus syntaxiques impliqués dans le traitement de la phrase. En construisant une tâche similaire à celle que nous avons faite en français dans une autre langue (toutes considérations de structures de langues prises en compte), il aurait été plus aisé de contraster les résultats de chacune des tâches que faire le même exercice entre recherches puisque les conditions d'enregistrement et les analyses des données ERP varient nécessairement d'un laboratoire à l'autre. Ainsi, nous aurions pu voir si les premiers processus syntaxiques se reflètent de la même manière entre langues. Tenir compte de ces considérations serait utile lors de recherches futures sur le même sujet.

Chapitre 5

Conclusion

Le but de notre recherche visait à déterminer les corrélats ERP des premiers processus de traitement syntaxique de la phrase en français québécois. Friederici (2002) a proposé un modèle de compréhension de la phrase dans lequel la ELAN était liée à des processus d'identification de la catégorie de mot (permettant une construction de la structure de phrase) et la LAN représentait le traitement des autres informations (morpho)syntaxiques. Cependant, des recherches ont montré que les processus d'identification de catégorie de mot pouvaient être reflétés tantôt par la ELAN, tantôt par la LAN, divers critères semblant expliquer cette variation. Nous avons donc tenté de clarifier cet état des faits en français (québécois), langue qui n'avait pas été investiguée jusqu'à présent dans la perspective de ce premier traitement syntaxique.

Nos résultats démontrent que les premiers processus syntaxiques en français québécois tendent à se manifester sous la forme d'une LAN entre 370 et 470 ms après une violation syntaxique de catégorie de mot (et non une structure violant seulement les attentes de catégorie de mot mais non la grammaticalité de la phrase). On peut par contre objecter que la négativité de cette fenêtre de temps est une N400, vu sa distribution centro-postérieure, et constitue une réponse à la violation des attentes sémantiques de la phrase; selon cette interprétation, la violation syntaxique utilisée ici aurait été perçue davantage comme une violation sémantique. Nonobstant cette interprétation, nous constatons que les résultats de notre recherche sont en accord avec ceux d'études en diverses langues (en néerlandais et en espagnol, notamment) ayant conclu que la LAN (et non la ELAN) reflétait les premiers processus de traitement syntaxique de la phrase. Nous avons également suggéré une explication quant à la signification de la ELAN. Cet effet ERP ne semble pas rattaché au traitement syntaxique mais plutôt une réaction phonologique imputable au type de construction

utilisé dans des recherches allemandes. Nos résultats vont donc à l'encontre du modèle neurocognitif du traitement de la phrase de Friederici (2002), dans lequel la première analyse syntaxique se produit sur la base de l'identification de la catégorie de mot, une violation de ce processus engendrant une ELAN.

Notre recherche aura toutefois permis de mettre en relief certaines pistes de recherche. Bien que nous ayons rejeté le fait que la ELAN soit une composante ERP liée au traitement syntaxique de langues SOV, l'étude de différences de traitement du langage entre groupes de langues (SVO vs SOV, par exemple) mériterait d'être davantage explorée. D'autre part, nous avons mentionné que la présence, dans notre recherche, d'une LAN indicatrice de traitement (morpho)syntaxique lorsque les demandes de ressources de la mémoire de travail sont élevées (indépendamment de la capacité mnésique individuelle) contredisait les résultats d'études antérieures. Par conséquent, il serait intéressant d'éclaircir la relation entre le traitement morphosyntaxique et la mémoire de travail. Enfin, nous avons évoqué que la ELAN serait une réponse à un effet acoustique/phonologique. À ce titre, notons le besoin d'études clarifiant le lien entre le traitement physique de stimuli linguistiques (par opposition aux autres types de stimuli) et leurs corrélats neurophysiologiques, et la nécessité de modèles psycholinguistiques intégrant en détails cette dimension.

Références

- Ainsworth-Darnell, K., Shulman, H. G., et Boland, J. E. (1998) Dissociating brain responses to syntactic and semantic anomalies: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Memory and Language*, 38, 112-130.
- American Electroencephalographic Society (1991) Guidelines for standard electrode position nomenclature. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 8, 200-202.
- Anderson, J. E. et Holcomb, P. J. (2005) An electrophysiological investigation of the effects of coreference on word repetition and synonymy. *Brain and Language*, 94, 200-216.
- Angrilli, A., Penolazzi, B., Vespignani, F., De Vincenzi, M., Job, R., Ciccarelli, L., Palomba, D., et Stegagno, L. (2002) Cortical brain responses to semantic incongruity and syntactic violation in Italian language: an event-related potential study. *Neuroscience Letters*, 322, 5-8.
- Baddeley, A. (1990) *Human memory: theory and practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- Balconi, M. et Pozzoli, U. (2004) Elaborazione di anomalie semantiche e sintattiche con stimolazione visiva e uditiva. Un'analisi mediante correlati ERPs. *Giornale italiano di psicologia*, 31, 585-612.
- Barber, H. et Carreiras, M. (2005) Grammatical gender and number agreement in Spanish: An ERP comparison. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 137-153.
- Biosemi systems (2006) *Emplacement des électrodes du bonnet medium (64 électrodes)*. http://www.biosemi.com/pics/cap_64_layout_medium.jpg.
- Brown, C. M., Hagoort, P., et ter Keurs, M. (1999) Electrophysiological signatures of visual lexical processing: Open- and closed-class words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 261-281.
- Chomsky, N. (1981) *Lectures on Government and Binding: The Pisa lectures*. Berlin: Mouton de Gruyter.

- Chwilla, D. J., Brown, C. M., et Hagoort, P. (1995) The N400 as a function of the level of processing. *Psychophysiology*, 32, 274-285.
- Coulson, S., King, J. W., et Kutas, M. (1998) Expect the unexpected: Event-related brain response to morphosyntactic violations. *Language and Cognitive Processes*, 13, 21-58.
- Daneman, M. et Carpenter, P. A. (1980) Individual Differences in Working Memory in Reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19, 450-466.
- De Vincenzi, M., Job, R., Di Matteo, R., Angrilli, A., Penolazzi, B., Ciccarelli, L., et Vespignani, F. (2003) Differences in the perception and time course of syntactic and semantic violations. *Brain and Language*, 85, 280-296.
- Desmette, D., Hupet, M., Schelstraete, M.-A., et Van der Linden, M. (1995) Adaptation en langue française du "Reading span test" de Daneman et Carpenter (1980). *L'Année psychologique*, 95, 459-482.
- Deutsch, A. et Bentin, S. (2001) Syntactic and semantic factors in processing gender agreement in Hebrew: Evidence from ERPs and eye movements. *Journal of Memory and Language*, 45, 200-224.
- Felser, C., Clahsen, H., et Muentz, T. F. (2003) Storage and integration in the processing of filler-gap dependencies: An ERP study of topicalization and wh-movement in German. *Brain and Language*, 87, 345-354.
- Fiebach, C. J., Schlesewsky, M., et Friederici, A. D. (2001) Syntactic working memory and the establishment of filler-gap dependencies: Insights from ERPs and fMRI. *Journal of Psycholinguistic Research*, 30, 321-338.
- Fiebach, C. J., Schlesewsky, M., et Friederici, A. D. (2002) Separating syntactic memory costs and syntactic integration costs during parsing: the processing of German WH-questions. *Journal of Memory and Language*, 47, 250-272.
- Frazier, L. (1987) Sentence processing: a tutorial review. In Coltheart, M. (Ed.), *Attention and performance XII: the psychology of reading* pp. 601-681). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Friederici, A. D. (1999) The neurobiology of language comprehension. In Friederici, A. D. (Ed.), *Language Comprehension: A Biological Perspective* (2 ed., pp. 265-304). Berlin: Springer-Verlag.
- Friederici, A. D. (2002) Towards a neural basis of auditory sentence processing.

Trends in Cognitive Sciences, 6, 78-84.

- Friederici, A. D. (2004) The neural basis of syntactic processes. In Gazzaniga, M. S. (Ed.), *The Cognitive Neurosciences III* (3 ed., pp. 789-801). Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Friederici, A. D., Hahne, A., et Mecklinger, A. (1996) Temporal structure of syntactic parsing: Early and late event-related brain potential effects. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 22, 1219-1248.
- Friederici, A. D., Hahne, A., et von Cramon, D. Y. (1998) First-pass versus second-pass parsing processes in a Wernicke's and a Broca's aphasic: Electrophysiological evidence for a double dissociation. *Brain and Language*, 62, 311-341.
- Friederici, A. D. et Kotz, S. A. (2003) The brain basis of syntactic processes: functional imaging and lesion studies. *Neuroimage*, 20, S8-S17.
- Friederici, A. D. et Mecklinger, A. (1996) Syntactic parsing as revealed by brain responses: First-pass and second-pass parsing processes. *Journal of Psycholinguistic Research*, 25, 157-176.
- Friederici, A. D. et Meyer, M. (2004) The brain knows the difference: two types of grammatical violations. *Brain Research*, 1000, 72-77.
- Friederici, A. D., Wang, Y. H., Herrmann, C. S., Maess, B., et Oertel, U. (2000) Localization of early syntactic processes in frontal and temporal cortical areas: A magnetoencephalographic study. *Human Brain Mapping*, 11, 1-11.
- Frisch, S., Hahne, A., et Friederici, A. D. (2004) Word category and verb-argument structure information in the dynamics of parsing. *Cognition*, 91, 191-219.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., et Donchin, E. (1983) A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55, 468-484.
- Gunter, T. C. et Friederici, A. D. (1999) Concerning the automaticity of syntactic processing. *Psychophysiology*, 36, 126-137.
- Gunter, T. C., Friederici, A. D., et Hahne, A. (1999) Brain responses during sentence reading: visual input affects central processes. *Neuroreport*, 10, 3175-3178.
- Hagoort, P. (2003a) How the brain solves the binding problem for language: a

neurocomputational model of syntactic processing. *Neuroimage*, 20, S18-S29.

- Hagoort, P. (2003b) Interplay between syntax and semantics during sentence comprehension: ERP effects of combining syntactic and semantic violations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 883-899.
- Hagoort, P. et Brown, C. M. (1999) Gender electrified: ERP evidence on the syntactic nature of gender processing. *Journal of Psycholinguistic Research*, 28, 715-728.
- Hagoort, P. et Brown, C. M. (2000a) ERP effects of listening to speech compared to reading: the P600/SPS to syntactic violations in spoken sentences and rapid serial visual presentation. *Neuropsychologia*, 38, 1531-1549.
- Hagoort, P. et Brown, C. M. (2000b) ERP effects of listening to speech: semantic ERP effects. *Neuropsychologia*, 38, 1518-1530.
- Hagoort, P., Brown, C. M., et Groothusen, J. (1993) The syntactic positive shift (SPS) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes*, 8, 439-483.
- Hagoort, P., Brown, C. M. et Osterhout, L. (1999) The neurocognition of syntactic processing. In Hagoort, P. et Brown, C. M. (Eds.), *The Neurocognition of Language* pp. 273-316). Oxford: Oxford University Press.
- Hagoort, P., Wassenaar, M., et Brown, C. A. (2003) Syntax-related ERP-effects in Dutch. *Cognitive Brain Research*, 16, 38-50.
- Hahne, A., Eckstein, K., et Friederici, A. D. (2004) Brain signatures of syntactic and semantic processes during children's language development. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1302-1318.
- Hahne, A. et Friederici, A. D. (1999) Electrophysiological evidence for two steps in syntactic analysis: Early automatic and late controlled processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 194-205.
- Hahne, A. et Friederici, A. D. (2002) Differential task effects on semantic and syntactic processes as revealed by ERPs. *Cognitive Brain Research*, 13, 339-356.
- Hahne, A. et Jescheniak, J. D. (2001) What's left if the Jabberwock gets the semantics? An ERP investigation into semantic and syntactic processes during auditory comprehension. *Cognitive Brain Research*, 11, 199-212.

- Hahne, A., Schroger, E., et Friederici, A. D. (2002) Segregating early physical and syntactic processes in auditory sentence comprehension. *Neuroreport*, 13, 305-309.
- Hinojosa, J. A., Martin-Loeches, M., Casado, P., Munoz, F., et Rubia, F. J. (2003) Similarities and differences between phrase structure and morphosyntactic violations in Spanish: An event-related potentials study. *Language and Cognitive Processes*, 18, 113-142.
- King, J. W. et Kutas, M. (1995) Who Did What and When - Using Word-Level and Clause-Level ERPs to Monitor Working-Memory Usage in Reading. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 7, 376-395.
- Kluender, R. et Kutas, M. (1993a) Bridging the Gap - Evidence from Erps on the Processing of Unbounded Dependencies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 196-214.
- Kluender, R. et Kutas, M. (1993b) Subjacency As A Processing Phenomenon. *Language and Cognitive Processes*, 8, 573-633.
- Kolk, H. H. J., Chwilla, D. J., van Herten, M., et Oor, P. J. W. (2003) Structure and limited capacity in verbal working memory: A study with event-related potentials. *Brain and Language*, 85, 1-36.
- Kutas, M. et Hillyard, S. A. (1980) Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic anomaly. *Science*, 207, 203-205.
- Kutas, M. et Hillyard, S. A. (1984) Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, 307, 161-163.
- Lau, E., Stroud, C., Plesch, S., et Phillips, C. (2006) The role of structural prediction in rapid syntactic analysis. *Brain and Language*, 98, 74-88.
- Lexique 2.1 (2005) *Base de données de la fréquence écrite des mots*.
<http://www.lexique.org>.
- Matzke, M., Mai, H., Nager, W., Russeler, J., et Muentz, T. (2002) The costs of freedom: an ERP - study of non-canonical sentences. *Clinical Neurophysiology*, 113, 844-852.
- Morris, J. et Holcomb, P. J. (2005) Event-related potentials to violations of inflectional verb morphology in English. *Cognitive Brain Research*, 25, 963-981.

- Muente, T. F., Heinze, H. J., et Mangun, G. R. (1993) Dissociation of Brain Activity Related to Syntactic and Semantic Aspects of Language. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 335-344.
- Neville, H., Nicol, J. L., Barss, A., Forster, K. I., et Garrett, M. F. (1991) Syntactically Based Sentence Processing Classes - Evidence from Event-Related Brain Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 151-165.
- Neville, H. J., Mills, D. L., et Lawson, D. S. (1992) Fractionating language: Different neural subsystems with different sensitive periods. *Cerebral Cortex*, 2, 244-258.
- Oldfield, R. C. (1971) The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Osterhout, L. (1997) On the brain response to syntactic anomalies: Manipulations of word position and word class reveal individual differences. *Brain and Language*, 59, 494-522.
- Osterhout, L. et Hagoort, P. (1999) A superficial resemblance does not necessarily mean you are part of the family: Counterarguments to Coulson, King and Kutas (1998) in the P600/SPS-P300 debate. *Language and Cognitive Processes*, 14, 1-14.
- Osterhout, L., Holcomb, P. J., et Swinney, D. A. (1994) Brain potentials elicited by garden-path sentences: Evidence of the application of verb information during parsing. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 20, 786-803.
- Palolahti, M., Leino, S., Jokela, M., Kopra, K., et Paavilainen, P. (2005) Event-related potentials suggest early interaction between syntax and semantics during on-line sentence comprehension. *Neuroscience Letters*, 384, 222-227.
- Roehm, D., Bornkessel, I., Haider, H., et Schlesewsky, M. (2005) When case meets agreement: event-related potential effects for morphology-based conflict resolution in human language comprehension. *Neuroreport*, 16, 875-878.
- Rugg, M. D. et Coles, M. G. H. (1995) The ERP and cognitive psychology: conceptual issues. In Rugg, M. D. et Coles, M. G. H. (Eds.), *Electrophysiology of Mind* pp. 27-39). Oxford: Oxford University Press.
- Steinhauer, K. et Connolly, J. (2007) Event-related potentials in the study of language. In Stemmer, B. et Whitaker, H. A. (Eds.), *Handbook of the Neuroscience of*

Language Oxford: Elsevier (en préparation).

- Takazawa, S., Takahashi, N., Nakagome, K., Kanno, O., Hagiwara, H., Nakajima, H., Itoh, K., et Koshida, I. (2002) Early components of event-related Potentials related to semantic and syntactic processes in the Japanese language. *Brain Topography*, 14, 169-177.
- Urban, S., Phillips, C., et Garcia-Pedrosa, D. (2003) The effects of context on early syntactic structure building. *Affiche présentée à la 14e CUNY Sentence processing Conference*, MIT, Cambridge, MA, 28 mars.
- Van Berkum, J. J. A., Brown, C. M., Zwitserlood, P., Kooijman, V., et Hagoort, P. (2005) Anticipating upcoming words in discourse: Evidence from ERPs and reading times. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 31, 443-467.
- van den Brink, D. et Hagoort, P. (2004) The influence of semantic and syntactic context constraints on lexical selection and integration in spoken-word comprehension as revealed by ERPs. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1068-1084.
- Vos, S. H., Gunter, T. C., Kolk, H. H. J., et Mulder, G. (2001) Working memory constraints on syntactic processing: An electrophysiological investigation. *Psychophysiology*, 38, 41-63.
- Wassenaar, M. et Hagoort, P. (2005) Word-category violations in patients with Broca's aphasia: An ERP study. *Brain and Language*, 92, 117-137.

Annexe I

Questionnaires de validation (expériences de la co-occurrence de processus et de la mémoire de travail verbale)

débuté dans une minute.					
Le chaudron de potage qui coule sur le bord du contenant cuit sur le poêle.	1	2	3	4	5
La collègue du révasse devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
La nourriture du hamster pue.	1	2	3	4	5
La candidate du comté repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin qui s'agrandit vers le nord du nage dans le lac.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur qui siffle dans le cours du matin travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase qui sert à la tenue du résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
Le tigre du zoo rôde devant le troupeau.	1	2	3	4	5
La peinture du plafond qui s'incline vers le fond du sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
Le bateau du navigue devant le port.	1	2	3	4	5
Le vendeur du dépanneur qui traite avec le détaillant du supermarché plaisante avec le client.	1	2	3	4	5
La violoniste du club qui vient dans le cadre du festival hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat qui ressort dans le palmarès du renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager qui crache dans le mouchoir du vacancier éternue sans la sucette.	1	2	3	4	5
La fortune du riche prospère.	1	2	3	4	5
Le bambin du pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
La prise du four qui sert à la combustion du fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
Le député du territoire qui existe depuis la création du canton siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
La camarade du participant qui déroge à la règle du jeu sévit contre le tricheur.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar qui s'échange à la bourse du pays progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
La maladie du patient qui réside dans la chambre du évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
La caisse du plombier rentre dans le coffre.	1	2	3	4	5
Le film du débute.	1	2	3	4	5
La glace du canal fond.	1	2	3	4	5

La peinture du plafond sèche.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit qui entre dans le musée du explose sans le détonateur.	1	2	3	4	5
La couverture du livre gondole.	1	2	3	4	5
La lumière du clignote.	1	2	3	4	5
La couleur du chandail tire sur le gris.	1	2	3	4	5
La violoniste du hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur qui languit dans la toilette du vestiaire enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon qui court devant la charpente du bâtiment boite depuis le départ.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé bégaie devant un auditoire.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier qui reste depuis la démission du mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
La sauce du fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste navigue devant le port.	1	2	3	4	5
Le wagon du métro déraile.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau fuit.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
La copine du facteur mange.	1	2	3	4	5
Le frère de l'enfant qui saute sur le trampoline du centre s'entraîne à la barre.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin qui s'agrandit vers le nord du faubourg nage dans le lac.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi qui finit dans la palestre du complexe hurle devant la foule.	1	2	3	4	5
Le bébé du éternue.	1	2	3	4	5
La chatte du paysan qui vit sur le sommet du mont grimpe sur le toit.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote qui paraît dans le haut du classement freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
La femme du accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
Le problème du chômage qui sévit chez les jeunes du quartier régresse dans la nation.	1	2	3	4	5
La tuile du plancher brille.	1	2	3	4	5
La force du lutteur varie selon la période.	1	2	3	4	5
La maladie du évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
Le barrage du ruisseau cède.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon boite.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier brûle dans le foyer.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi étouffe.	1	2	3	4	5

Le poste du policier qui s'acharne sur le coupable du vol ferme dans un instant.	1	2	3	4	5
Le prix du terrain double selon le faubourg.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger qui sommeille dans le milieu du pré galope devant le loup.	1	2	3	4	5
La présidente du réécrit.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat qui manifeste dans le hall du ministère panique devant le budget.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du improvise.	1	2	3	4	5
La sœur du machiniste qui sympathise avec la secrétaire du dentiste profite de la vente.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier mijote.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du nage dans le lac.	1	2	3	4	5
Le manège du parc démarre.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor clignote.	1	2	3	4	5
La femme du accouche.	1	2	3	4	5
Le rapport de l'agent concorde avec le contexte.	1	2	3	4	5
Le remède du docteur surit sur le rayon.	1	2	3	4	5
La violoniste du hésite.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc rouvre.	1	2	3	4	5
La force du lutteur qui saigne de la lèvre du bas varie selon la période.	1	2	3	4	5
La danseuse de ballet somnole sur le banc.	1	2	3	4	5
La cloche du résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
Le braconnier du village qui habite avec la vendeuse de l'épicerie chasse dans la forêt.	1	2	3	4	5
La copine du mange.	1	2	3	4	5
La louve du bois salive devant la proie.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
La chèvre du galope.	1	2	3	4	5
La couleuvre du marécage rampe.	1	2	3	4	5
Le vent du nord tourne vers la ville.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote freine.	1	2	3	4	5
Le serpent du désert mue.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau qui repose dans le fossé du chemin pourrit avec le chêne.	1	2	3	4	5
La vache du fermier qui habite devant la porcherie du trébuché devant le danger.	1	2	3	4	5
Le détective de l'enquête qui porte sur les magouilles du programme spéculé sur la fraude.	1	2	3	4	5

La lumière du clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque qui loge dans la tente du jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
Le train du soir arrête devant la gare.	1	2	3	4	5
La candidate du comté qui figure dans la carte du repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher qui reste dans le salon du dort sur le sol.	1	2	3	4	5
Le conjoint de l'avocate vit avec le cancer.	1	2	3	4	5
Le curé du diocèse plaisante.	1	2	3	4	5
La veste du couturier contraste avec le tailleur.	1	2	3	4	5
Le chat de l'enfant miaule.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat qui ressort dans le palmarès du magazine renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin nage dans le lac.	1	2	3	4	5
Le joint du fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
La fortune du cinéaste qui tourne sur le site du méfait prospère dans cette banque.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste qui résiste devant la ténacité du navigateur devant le port.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien pleure.	1	2	3	4	5
La jambe du enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger qui sommeille dans le milieu du galope devant le loup.	1	2	3	4	5
La vache du fermier trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
La tomate du potager mûrit.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé qui parle devant un auditoire du département bégaie sans le micro.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle chante devant le public.	1	2	3	4	5
Le député du siège.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole augmente.	1	2	3	4	5
La maladie du évolue.	1	2	3	4	5
La sculpture de l'hôtel jure avec le décor.	1	2	3	4	5
Le chauffeur du blindé qui descend dans la vallée du fleuve vire sur la gauche.	1	2	3	4	5
Le régiment du sergent attaque avec un allié.	1	2	3	4	5
Le garçon du travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier qui proteste devant la classe du ment	1	2	3	4	5

avec le sourire.					
Le gamin du pensionnat renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
La secrétaire du dentiste louche.	1	2	3	4	5
Le cheval du broute.	1	2	3	4	5
Le conjoint de l'avocate qui plaide devant le tribunal de commerce vit avec le cancer.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier qui élargit depuis la venue du recule devant la grange.	1	2	3	4	5
Le film du musicien débute dans une minute.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur enfle.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
La guide du peloton séjourne à la montagne.	1	2	3	4	5
Le député du territoire qui existe depuis la création du siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
La vache du fermier trébuche.	1	2	3	4	5
Le disque du chanteur traîne sur le divan.	1	2	3	4	5
Le régiment du sergent qui décide de la stratégie de guerre attaque avec un allié.	1	2	3	4	5
La voiture de l'assassin accélère.	1	2	3	4	5
La contrebande du cannabis sévit.	1	2	3	4	5
La maladie du patient évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding qui réchauffe dans le micro-ondes du fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
Le carillon du portique tinte.	1	2	3	4	5
La tarte du traiteur cuit.	1	2	3	4	5
Le bateau du navigue.	1	2	3	4	5
La sœur du défunt sympathise avec la veuve.	1	2	3	4	5
La tomate du potager qui est devant la haie du mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme broute.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste fume.	1	2	3	4	5
Le cabinet du ministre statue sur la question.	1	2	3	4	5
La sangsue du marais suce.	1	2	3	4	5
La responsable du camping trinque avec le sauveteur.	1	2	3	4	5
Le film du musicien débute.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc qui est devant la clinique du rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5
Le député du territoire siège.	1	2	3	4	5
Le clochard du refuge quête.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier qui proteste devant la classe du	1	2	3	4	5

moniteur ment avec le sourire.					
La chèvre du berger galope.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote qui paraît dans le haut du freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi hurle devant la foule.	1	2	3	4	5
Le tracteur du recule devant la grange.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé bégaie.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur rêve devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
La victime du suspect qui croupit dans la cellule du faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
La candidate du repasse.	1	2	3	4	5
Le placement du client qui souscrit à la police de l'assureur profite à la banque.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du nage.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat réécrit.	1	2	3	4	5
Le métal du calorifère qui chauffe sous la fenêtre du bureau rouille sur le plancher.	1	2	3	4	5
La partenaire de l'espion qui fouille dans le dossier du projet guette par la fenêtre.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste qui attend dans le parloir du fournisseur fume avec le mécanicien.	1	2	3	4	5
Le plan du détenu échoue.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur qui demeure dans le fond du rang ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole qui s'écoule sur le marché du augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
La grue du site avance devant le trou.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar qui s'échange à la bourse du progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
La sonnerie du cadran retentit dans la maison.	1	2	3	4	5
La violoniste du club hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
Le braconnier du village chasse.	1	2	3	4	5
Le moteur du étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
Le témoin du procureur qui intervient dans la défense de l'accusé témoigne devant le jury.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier recule devant la grange.	1	2	3	4	5
La digue du barrage qui relève de la compagnie de bois cède dans la vallée.	1	2	3	4	5
Le chaudron de potage déborde.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding fige.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien qui marche devant la résidence du	1	2	3	4	5

pleure depuis la mésaventure.					
La peinture du plafond sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque jongle.	1	2	3	4	5
La chemise du petit trempe dans le lavabo.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat panique.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du hurle.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger galope devant le loup.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau qui descend dans le drain du sous-sol fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau qui apparaît dans le recueil du durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
La soupe du mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
La mission de l'espion avorte.	1	2	3	4	5
La peinture du sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur ralentit.	1	2	3	4	5
La serveuse du café lit contre le bar.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
La vendeuse de l'épicerie tombe dans la cave.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit qui entre dans le musée du cinéma explose sans le détonateur.	1	2	3	4	5
Le niveau du fleuve grimpe.	1	2	3	4	5
La population de l'endroit souffre de la famine.	1	2	3	4	5
La sauce du fige.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau pourrit.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar progresse.	1	2	3	4	5
Le problème du chômage régresse dans la nation.	1	2	3	4	5
La tomate du mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat qui discute dans le local du conseil réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
Le régisseur du plateau refuse.	1	2	3	4	5
La violoniste du club hésite.	1	2	3	4	5
La pâte du durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
Le député du siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher dort.	1	2	3	4	5
Le bébé du éternue dans le mouchoir.	1	2	3	4	5
Le chariot du projecteur verse sur le côté.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi qui finit dans la palestre du hurle devant la foule.	1	2	3	4	5

Le coût du augmente.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
Le clown du jongle.	1	2	3	4	5
La voiture de l'assassin qui croule sous les dettes de drogue accélère devant le policier.	1	2	3	4	5
La bombe du explose.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier brûle.	1	2	3	4	5
La jupe de l'infirmière pend sur la corde.	1	2	3	4	5
La vache du trébuche.	1	2	3	4	5
La victime du suspect faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
Le tracteur du recule.	1	2	3	4	5
Le fils du bégaie devant un auditoire.	1	2	3	4	5
La graisse du mécanisme tache.	1	2	3	4	5
La bille du jeu roule.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor qui mène dans la salle du clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
La clause du contrat expire dans deux semaines.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur qui écrit devant la cabine du rêve devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
Le sketch de l'humoriste s'éternise depuis quelques minutes.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager éternue.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
Le membre du comité qui décide de la poursuite du plan vote sur le projet.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon boite depuis le départ.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi qui arrive dans le passage du parking étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
La tomate du potager mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio qui joue dans le jardin du improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion éclate.	1	2	3	4	5
Le journal du brûle.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier ment devant la classe.	1	2	3	4	5
Le magasin du rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5
La dirigeante de l'entreprise qui innove dans le domaine du design réfléchit à la proposition.	1	2	3	4	5
Le chariot du projecteur qui sert à la projection de vidéos verse sur le côté.	1	2	3	4	5
La victime du faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
Le clown du jongle devant le passant.	1	2	3	4	5

Le bétail du cultivateur ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
La pendule de l'horloge qui pend sur le mur du boudoir reluit sur la vitre.	1	2	3	4	5
La comptable du panique.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit explose dans le musée.	1	2	3	4	5
La gymnaste du clan saute sur le trampoline.	1	2	3	4	5
La candidate du repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
La vedette du chante devant le public.	1	2	3	4	5
Le tableau du peintre qui vit sur le littoral du bassin tient contre le mur.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding qui réchauffe dans le micro-ondes du coloc fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
Le député du territoire siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
Le chien du dort.	1	2	3	4	5
Le président du tribunal délibère.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion qui monte dans la côte du éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager éternue dans le mouchoir.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier ment.	1	2	3	4	5
La balle du joueur qui entre dans la zone du but rebondit sur le poteau.	1	2	3	4	5
La tomate du potager qui est devant la haie du jardinier mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
Le fils du bégaie.	1	2	3	4	5
La complice du voyou déguerpit.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
Le bétail du ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
La prise du four fonctionne.	1	2	3	4	5
La finaliste du concours étudié avant le débat.	1	2	3	4	5
La jupe de l'infirmière qui revient de la pharmacie de l'hôpital pend sur la corde.	1	2	3	4	5
Le bolide du freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon qui court devant la charpente du boîte depuis le départ.	1	2	3	4	5
Le sac de l'itinérant virevolte sur le trottoir.	1	2	3	4	5
Le pyromane du quartier récidive.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau durcit.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier qui souffle dans le foyer du chalet brûle avec le dépliant.	1	2	3	4	5

La graisse du manège qui tourne dans le parc du quartier tombe sur le gazon.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
La victime du faiblit.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit explose.	1	2	3	4	5
La balle du joueur rebondit.	1	2	3	4	5
La serveuse du café qui contribue à la vie du secteur lit contre le bar.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat qui discute dans le local du réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
La copine du mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
La valeur du progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
La concurrente du parti ressort.	1	2	3	4	5
Le détective de l'enquête spécule sur la fraude.	1	2	3	4	5
Le chien du dort dans le salon.	1	2	3	4	5
La prise du four qui sert à la combustion du méthane fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
La tablette de l'armoire ploie sous la charge.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio qui joue dans le jardin du roi improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
Le champion du boîte.	1	2	3	4	5
Le patron du fume dans le parloir.	1	2	3	4	5
Le surdoué de l'école excelle en toutes matières.	1	2	3	4	5
La pianiste du cabaret pratique.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat renifle.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme qui patrouille devant le domaine du maire broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau qui descend dans le drain du fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien qui marche devant la résidence du diplomate pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
Le coupable du vol lutte contre le système.	1	2	3	4	5
La finaliste du concours qui porte sur les droits de l'homme étudie avant le débat.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier recule.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager qui crache dans le mouchoir du éternue sans la sucette.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur qui languit dans la toilette du enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau pourrit dans le fossé.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur qui demeure dans le fond du ralentit	1	2	3	4	5

devant le convoi.					
La comptable du panique devant le budget.	1	2	3	4	5
Le témoin du procureur témoigne devant le jury.	1	2	3	4	5
La soupe du mijote.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher dort dans le salon.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque qui loge dans la tente du chapiteau jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
La candidate du comté repasse.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau qui apparaît dans le recueil du cuistot durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
Le caméraman du reporter qui avance devant la cache du trafiquant tremble devant le refuge.	1	2	3	4	5
La collègue du révasse.	1	2	3	4	5
La copine du facteur qui passe dans le secteur du mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
La femme du comédien qui danse dans la scène du accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
La concurrente du parti qui lutte contre la peine de mort ressort de la conférence.	1	2	3	4	5
La présidente du réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier qui souffle dans le foyer du brûle avec le dépliant.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
La maladie du patient évolue.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin nage.	1	2	3	4	5
Le patron du fume.	1	2	3	4	5
La victime du suspect qui croupit dans la cellule du criminel faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
Le bétail du ralentit.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste qui résiste devant la ténacité du soldat navigue devant le port.	1	2	3	4	5
Le blessé du duel saigne.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
La vache du fermier qui habite devant la porcherie du manoir trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
Le cabinet du ministre qui réfléchit sur le lieu de l'hôpital statue sur la question.	1	2	3	4	5
La candidate du comté qui figure dans la carte du district repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme qui patrouille devant le domaine du broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc qui est devant la clinique du coin rouvre	1	2	3	4	5

dans une heure.					
Le gamin du renifle.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi qui arrive dans le passage du étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
La chemise du petit qui s'amuse dans la cour du voisin trempe dans le lavabo.	1	2	3	4	5
La prise du four fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau qui repose dans le fossé du pourrit avec le chêne.	1	2	3	4	5
Le joint du fuit.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor qui mène dans la salle du sauna clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
Le journal du brûle dans le foyer.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase qui sert à la tenue du championnat résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
La femme du comédien accouche.	1	2	3	4	5
Le concierge du centre qui loue à des malades du cancer rouspète contre le locataire.	1	2	3	4	5
La responsable du camping qui dispose de deux acres de terrain trinque avec le sauveteur.	1	2	3	4	5
Le bambin du pleure.	1	2	3	4	5
La copine du facteur mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat qui manifeste dans le hall du panique devant le budget.	1	2	3	4	5
La complice du voyou qui cogne à la porte du repaire déguerpit devant le témoin.	1	2	3	4	5
Le vin du dépanneur tape.	1	2	3	4	5
La fillette du ment.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste qui attend dans le parloir du fume avec le mécanicien.	1	2	3	4	5
Le missile de l'armée décolle de la plate-forme.	1	2	3	4	5
Le magasin du rouvre.	1	2	3	4	5
La peau du phoque reluit.	1	2	3	4	5
La jambe du enfle.	1	2	3	4	5
Le chauffeur du blindé vire sur la gauche.	1	2	3	4	5
La poule du paysan caquette.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle qui commence dans la tour du stade chante devant le public.	1	2	3	4	5
Le coût du augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
La température du frigo stagne.	1	2	3	4	5
La veste du couturier qui collabore à la préparation du défilé	1	2	3	4	5

contraste avec le tailleur.					
Le pneu du éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
Le caniche du pianiste qui pratique sur la scène du cabaret jappe pendant la répétition.	1	2	3	4	5
Le moteur du étouffe.	1	2	3	4	5
La bombe du explose dans le musée.	1	2	3	4	5
Le machiniste de l'entrepôt sursaute.	1	2	3	4	5
Le garçon du travaille.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat panique devant le budget.	1	2	3	4	5
La femme du comédien qui danse dans la scène du bal accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier qui reste depuis la démission du chef mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
Le gamin du renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
La dirigeante de l'entreprise réfléchit à la proposition.	1	2	3	4	5
La vache du trébuque devant le danger.	1	2	3	4	5
Le film du débute dans une minute.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur rêve.	1	2	3	4	5
La caisse du plombier qui monte dans le fourgon du véhicule rentre dans le coffre.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi hurle.	1	2	3	4	5
La sonnerie du cadran qui sonne depuis la chambre du fond retentit dans la maison.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier qui élargit depuis la venue du contremaître recule devant la grange.	1	2	3	4	5
La camarade du participant triche.	1	2	3	4	5
La pâte du durcit.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste navigue.	1	2	3	4	5
Le caniche du camelot piétine.	1	2	3	4	5
Le placement du client profite.	1	2	3	4	5
Le remède du docteur qui opère dans une clinique du public surit sur le rayon.	1	2	3	4	5
La tomate du mûrit.	1	2	3	4	5
Le métal du calorifère rouille.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle qui commence dans la tour du chante devant le public.	1	2	3	4	5
La voix du reporter tremble.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur travaille.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste fume dans le parloir.	1	2	3	4	5
La violoniste du club qui vient dans le cadre du hésite depuis	1	2	3	4	5

la tournée.					
Le pneu du camion qui monte dans la côte du boulevard éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
Le film du musicien qui surgit dans le numéro du débute dans une minute.	1	2	3	4	5
Le trafiquant de cocaïne croule sous les dettes.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé qui parle devant un auditoire du bégaie sans le micro.	1	2	3	4	5
La cloche du résonne.	1	2	3	4	5
Le livreur du restaurant cogne à la porte.	1	2	3	4	5
Le sac de l'itinérant qui marche devant le kiosque du parc virevolte sur le trottoir.	1	2	3	4	5
La copine du facteur qui passe dans le secteur du golf mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du hurle devant la foule.	1	2	3	4	5
Le cheval du broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
La maladie du patient qui réside dans la chambre du maniaque évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
Le plan du détenu qui tombe dans la cave du pénitencier échoue pendant la poursuite.	1	2	3	4	5
La peinture du plafond qui s'incline vers le fond du couloir sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
La femme du comédien accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur qui écrit devant la cabine du labo rêve devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle chante.	1	2	3	4	5
Le maître du chœur sourit.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur qui siffle dans le cours du travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
La courtière du bureau souscrit à la police.	1	2	3	4	5
La casserole du bord touche à la bouteille.	1	2	3	4	5
La glace du canal qui bifurque vers la ville de banlieue fond dans le fleuve.	1	2	3	4	5
Le concierge du centre rouspète contre le locataire.	1	2	3	4	5
Le pneu du éclate.	1	2	3	4	5
Le membre du comité vote.	1	2	3	4	5
La fillette du ment devant la classe.	1	2	3	4	5
Le rapport de l'agent qui s'occupe de la résolution du crime concorde avec le contexte.	1	2	3	4	5
Le méchoui du banquet rôtit.	1	2	3	4	5
La valeur du progresse.	1	2	3	4	5

Le bambin du gardien pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
Le gazon du voisin verdit.	1	2	3	4	5
Le tableau du peintre tient contre le mur.	1	2	3	4	5
La chèvre du galope devant le loup.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
Le repas du technicien qui s'affaire à la réparation de l'ordinateur refroidit sur le comptoir.	1	2	3	4	5
Le tronc du pourrit.	1	2	3	4	5
Le champion du boxe depuis le départ.	1	2	3	4	5
La religieuse du couvent soupire.	1	2	3	4	5
La couverture du livre qui traîne sur la table du salon gondole sous le verre.	1	2	3	4	5
La pendule de l'horloge oscille.	1	2	3	4	5
La vedette du chante.	1	2	3	4	5

Merci de votre temps et de votre collaboration!

La louve du bois salive devant la proie.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit explose dans le musée.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat qui ressort dans le palmarès du magazine renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
Le chien du dort dans le salon.	1	2	3	4	5
Le tigre du zoo rôde devant le troupeau.	1	2	3	4	5
La sœur du machiniste qui sympathise avec la secrétaire du dentiste profite de la vente.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle qui commence dans la tour du chante devant le public.	1	2	3	4	5
La peinture du plafond sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio improvise.	1	2	3	4	5
Le député du territoire siège.	1	2	3	4	5
Le problème du chômage qui sévit chez les jeunes du quartier régresse dans la nation.	1	2	3	4	5
La chatte du paysan qui vit sur le sommet du mont grimpe sur le toit.	1	2	3	4	5
Le détective de l'enquête qui porte sur les magouilles du programme spéculé sur la fraude.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier mijote.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi hurle devant la foule.	1	2	3	4	5
Le gazon du voisin verdit.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin nage.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio qui joue dans le jardin du roi improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
Le bolide du freine.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat qui manifeste dans le hall du ministère panique devant le budget.	1	2	3	4	5
La casserole du bord touche à la bouteille.	1	2	3	4	5
La chemise du petit qui s'amuse dans la cour du voisin trempe dans le lavabo.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager éternue dans le mouchoir.	1	2	3	4	5
La vedette du chante devant le public.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon boite.	1	2	3	4	5
La chemise du petit trempe dans le lavabo.	1	2	3	4	5
La candidate du comté repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
La force du lutteur qui saigne de la lèvre du bas varie selon la période.	1	2	3	4	5
La responsable du camping trinque avec le sauveteur.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor qui mène dans la salle du sauna clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
La nourriture du hamster pue.	1	2	3	4	5

Le placement du client qui souscrit à la police de l'assureur profite à la banque.	1	2	3	4	5
Le plan du détenu qui tombe dans la cave du pénitencier échoue pendant la poursuite.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé qui parle devant un auditoire du bégaie sans le micro.	1	2	3	4	5
Le chauffeur du blindé vire sur la gauche.	1	2	3	4	5
La poule du paysan caquette.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat qui discute dans le local du conseil réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
La maladie du patient évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
Le tronc du pourrit dans le fossé.	1	2	3	4	5
La clause du contrat expire dans deux semaines.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau qui repose dans le fossé du chemin pourrit avec le chêne.	1	2	3	4	5
La valeur du progresse.	1	2	3	4	5
La prise du fonctionne.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion qui monte dans la côte du boulevard éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
Le métal du calorifère qui chauffe sous la fenêtre du bureau rouille sur le plancher.	1	2	3	4	5
La peau du phoque reluit.	1	2	3	4	5
Le témoin du procureur témoigne devant le jury.	1	2	3	4	5
La complice du voyou qui cogne à la porte du repaire déguerpit devant le témoin.	1	2	3	4	5
Le régisseur du plateau refuse.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme broute.	1	2	3	4	5
Le surdoué de l'école excelle en toutes matières.	1	2	3	4	5
Le journal du brûle.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole qui s'écoule sur le marché du continent augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote freine.	1	2	3	4	5
Le sac de l'itinérant qui marche devant le kiosque du parc virevolte sur le trottoir.	1	2	3	4	5
Le tableau du peintre qui vit sur le littoral du bassin tient contre le mur.	1	2	3	4	5
La religieuse du couvent soupire.	1	2	3	4	5
Le film du musicien qui surgit dans le numéro du magicien débute dans une minute.	1	2	3	4	5
Le remède du docteur surit sur le rayon.	1	2	3	4	5
Le film du débute.	1	2	3	4	5
La bombe du explose.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc qui est devant la clinique du rouvre	1	2	3	4	5

dans une heure.					-
Le méchoui du banquet rôtit.	1	2	3	4	5
La comptable du panique devant le budget.	1	2	3	4	5
La tuile du plancher brille.	1	2	3	4	5
La fillette du ment devant la classe.	1	2	3	4	5
Le niveau du fleuve grimpe.	1	2	3	4	5
Le bambin du pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
La population de l'endroit souffre de la famine.	1	2	3	4	5
La responsable du camping qui dispose de deux acres de terrain trinque avec le sauveteur.	1	2	3	4	5
La jambe du enfle.	1	2	3	4	5
La grue du site avance devant le trou.	1	2	3	4	5
La violoniste du hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
Le blessé du duel saigne.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur qui écrit devant la cabine du rêve devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
Le film du musicien débute dans une minute.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
Le régiment du sergent qui décide de la stratégie de guerre attaque avec un allié.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio qui joue dans le jardin du improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier qui proteste devant la classe du ment avec le sourire.	1	2	3	4	5
Le tronc du pourrit.	1	2	3	4	5
Le cabinet du ministre statue sur la question.	1	2	3	4	5
La maladie du patient qui réside dans la chambre du évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste qui résiste devant la ténacité du soldat navigue devant le port.	1	2	3	4	5
Le chariot du projecteur qui sert à la projection de vidéos verse sur le côté.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau qui apparaît dans le recueil du durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
La jambe du enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
Le député du territoire siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
La bombe du explose dans le musée.	1	2	3	4	5
Le coût du augmente.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier qui élargit depuis la venue du contremaître recule devant la grange.	1	2	3	4	5
Le film du débute dans une minute.	1	2	3	4	5
La femme du comédien qui danse dans la scène du bal	1	2	3	4	5

accouche devant le médecin.					
Le clown du jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
Le membre du comité vote.	1	2	3	4	5
Le maître du chœur sourit.	1	2	3	4	5
Le disque du chanteur traîne sur le divan.	1	2	3	4	5
La concurrente du parti ressort.	1	2	3	4	5
La violoniste du club qui vient dans le cadre du hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
Le garçon du travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur qui languit dans la toilette du enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque jongle.	1	2	3	4	5
La pâte du durcit.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger qui sommeille dans le milieu du galope devant le loup.	1	2	3	4	5
Le plan du détenu échoue.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier qui reste depuis la démission du mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole augmente.	1	2	3	4	5
La tomate du mûrit.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste fume.	1	2	3	4	5
La serveuse du café qui contribue à la vie du secteur lit contre le bar.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste qui résiste devant la ténacité du navigue devant le port.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5
La dirigeante de l'entreprise réfléchit à la proposition.	1	2	3	4	5
La candidate du comté qui figure dans la carte du district repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
La copine du mange.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste navigue devant le port.	1	2	3	4	5
La vendeuse de l'épicerie tombe dans la cave.	1	2	3	4	5
Le gamin du renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du nage.	1	2	3	4	5
La pendule de l'horloge oscille.	1	2	3	4	5
Le film du musicien qui surgit dans le numéro du débute dans une minute.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase résonne.	1	2	3	4	5
La partenaire de l'espion qui fouille dans le dossier du projet guette par la fenêtre.	1	2	3	4	5
La copine du facteur mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
La voiture de l'assassin accélère.	1	2	3	4	5

Le frère de l'enfant qui saute sur le trampoline du centre s'entraîne à la barre.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc rouvre.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin nage dans le lac.	1	2	3	4	5
La lumière du clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
La glace du canal qui bifurque vers la ville de banlieue fond dans le fleuve.	1	2	3	4	5
Le poste du policier qui s'acharne sur le coupable du vol ferme dans un instant.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste fume dans le parloir.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
Le braconnier du village chasse.	1	2	3	4	5
Le caniche du pianiste qui pratique sur la scène du cabaret jappe pendant la répétition.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
La violoniste du club hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
La camarade du participant triche.	1	2	3	4	5
Le cheval du broute.	1	2	3	4	5
Le journal du brûle dans le foyer.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien pleure.	1	2	3	4	5
Le fils du bégaie.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste qui attend dans le parloir du fournisseur fume avec le mécanicien.	1	2	3	4	5
La violoniste du hésite.	1	2	3	4	5
La danseuse de ballet somnole sur le banc.	1	2	3	4	5
Le chaudron de potage qui coule sur le bord du contenant cuit sur le poêle.	1	2	3	4	5
Le rapport de l'agent qui s'occupe de la résolution du crime concorde avec le contexte.	1	2	3	4	5
La victime du faiblit.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle chante.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle qui commence dans la tour du stade chante devant le public.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé qui parle devant un auditoire du département bégaie sans le micro.	1	2	3	4	5
Le machiniste de l'entrepôt sursaute.	1	2	3	4	5
La balle du joueur rebondit.	1	2	3	4	5
La maladie du patient qui réside dans la chambre du maniaque évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher qui reste dans le salon du dort sur le sol.	1	2	3	4	5

La pâte du durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur ralentit.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
Le fils du bégaie devant un auditoire.	1	2	3	4	5
Le bateau du navigue.	1	2	3	4	5
Le repas du technicien qui s'affaire à la réparation de l'ordinateur refroidit sur le comptoir.	1	2	3	4	5
La victime du suspect qui croupit dans la cellule du faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du hurle.	1	2	3	4	5
La jupe de l'infirmière qui revient de la pharmacie de l'hôpital pend sur la corde.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier ment devant la classe.	1	2	3	4	5
La copine du facteur mange.	1	2	3	4	5
La peinture du plafond sèche.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien qui marche devant la résidence du diplomate pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
Le député du territoire qui existe depuis la création du siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager éternue.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion qui monte dans la côte du éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher qui reste dans le salon du grossiste dort sur le sol.	1	2	3	4	5
La cloche du résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit qui entre dans le musée du explose sans le détonateur.	1	2	3	4	5
La veste du couturier qui collabore à la préparation du défilé contraste avec le tailleur.	1	2	3	4	5
Le régiment du sergent attaque avec un allié.	1	2	3	4	5
La vache du trébuche.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi qui arrive dans le passage du parking étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding qui réchauffe dans le micro-ondes du coloc fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
Le sac de l'itinérant virevolte sur le trottoir.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du improvise.	1	2	3	4	5
Le bateau du navigue devant le port.	1	2	3	4	5
La graisse du mécanisme tache.	1	2	3	4	5
La peinture du plafond qui s'incline vers le fond du couloir sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
La jupe de l'infirmière pend sur la corde.	1	2	3	4	5

Le membre du comité qui décide de la poursuite du plan vote sur le projet.	1	2	3	4	5
La tomate du potager qui est devant la haie du mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
Le conjoint de l'avocate qui plaide devant le tribunal de commerce vit avec le cancer.	1	2	3	4	5
Le chariot du projecteur verse sur le côté.	1	2	3	4	5
La caisse du plombier qui monte dans le fourgon du véhicule rentre dans le coffre.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager qui crache dans le mouchoir du éternue sans la sucette.	1	2	3	4	5
La collègue du rêveuse.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier brûle dans le foyer.	1	2	3	4	5
La tomate du potager qui est devant la haie du jardinier mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé bégaie.	1	2	3	4	5
Le repas du technicien refroidit sur le comptoir.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat panique devant le budget.	1	2	3	4	5
Le chauffeur du blindé qui descend dans la vallée du fleuve vire sur la gauche.	1	2	3	4	5
La chèvre du galope devant le loup.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau fuit.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle chante devant le public.	1	2	3	4	5
La peinture du sèche.	1	2	3	4	5
La femme du comédien qui danse dans la scène du accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
Le braconnier du village qui habite avec la vendeuse de l'épicerie chasse dans la forêt.	1	2	3	4	5
La soupe du mijote.	1	2	3	4	5
Le député du siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
La complice du voyou déguerpit.	1	2	3	4	5
La sœur du défunt sympathise avec la veuve.	1	2	3	4	5
La couverture du livre gondole.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur enfle.	1	2	3	4	5
Le bébé du éternue dans le mouchoir.	1	2	3	4	5
Le pyromane du quartier récidive.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier qui souffle dans le foyer du chalet brûle avec le dépliant.	1	2	3	4	5
Le tracteur du recule devant la grange.	1	2	3	4	5
La valeur du progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
Le patron du fume.	1	2	3	4	5

Le tracteur du chantier qui élargit depuis la venue du recule devant la grange.	1	2	3	4	5
La maladie du évolue.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat réécrit.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
Le chien du dort.	1	2	3	4	5
La candidate du comté repasse.	1	2	3	4	5
La serveuse du café lit contre le bar.	1	2	3	4	5
Le caméraman du reporter qui avance devant la cache du trafiquant tremble devant le refuge.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste navigue.	1	2	3	4	5
Le moteur du étouffe.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
La présidente du réécrit.	1	2	3	4	5
Le cabinet du ministre qui réfléchit sur le lieu de l'hôpital statue sur la question.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole qui s'écoule sur le marché du augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau pourrit dans le fossé.	1	2	3	4	5
Le clown du jongle.	1	2	3	4	5
La prise du fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
Le serpent du désert mue.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi étouffe.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger galope devant le loup.	1	2	3	4	5
La lumière du clignote.	1	2	3	4	5
La copine du facteur qui passe dans le secteur du mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien qui marche devant la résidence du pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
La courtière du bureau souscrit à la police.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin qui s'agrandit vers le nord du nage dans le lac.	1	2	3	4	5
La maladie du évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
Le vendeur du dépanneur qui traite avec le détaillant du supermarché plaisante avec le client.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur qui écrit devant la cabine du labo rêve devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
La contrebande du cannabis sévit.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
La couleuvre du marécage rampe.	1	2	3	4	5
La prise du four fonctionne.	1	2	3	4	5

Le garçon du travaille.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi qui finit dans la palestres du complexe hurle devant la foule.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager qui crache dans le mouchoir du vacancier éternue sans la sucette.	1	2	3	4	5
La sangsue du marais suce.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur rêve devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
La caisse du plombier rentre dans le coffre.	1	2	3	4	5
La guide du peloton séjourne à la montagne.	1	2	3	4	5
La couleur du chandail qui est dans la vitrine du commerce tire sur le gris.	1	2	3	4	5
La concurrente du parti qui lutte contre la peine de mort ressort de la conférence.	1	2	3	4	5
Le champion du boite.	1	2	3	4	5
La veste du couturier contraste avec le tailleur.	1	2	3	4	5
Le coût du augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
Le rapport de l'agent concorde avec le contexte.	1	2	3	4	5
Le joint du fuit.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat qui ressort dans le palmarès du renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
La chèvre du galope.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi hurle.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
La sauce du fige.	1	2	3	4	5
Le coupable du vol lutte contre le système.	1	2	3	4	5
Le placement du client profite.	1	2	3	4	5
Le livreur du restaurant cogne à la porte.	1	2	3	4	5
La peinture du plafond qui s'incline vers le fond du sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
La graisse du manège qui tourne dans le parc du quartier tombe sur le gazon.	1	2	3	4	5
La couverture du livre qui traîne sur la table du salon gondole sous le verre.	1	2	3	4	5
Le carillon du portique tinte.	1	2	3	4	5
Le joint du fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
Le tableau du peintre tient contre le mur.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du nage dans le lac.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger galope.	1	2	3	4	5
La femme du accouche.	1	2	3	4	5
La tomate du potager mûrit.	1	2	3	4	5
Le prix du terrain double selon le faubourg.	1	2	3	4	5

Le champion du triathlon qui court devant la charpente du boite depuis le départ.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
La vache du fermier trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
Le tracteur du recule.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor clignote.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme qui patrouille devant le domaine du maire broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote qui paraît dans le haut du freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar qui s'échange à la bourse du progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding qui réchauffe dans le micro-ondes du fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
La sauce du fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi qui arrive dans le passage du étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
La température du frigo stagne.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit explose.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
Le député du territoire qui existe depuis la création du canton siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
La sonnerie du cadran qui sonne depuis la chambre du fond retentit dans la maison.	1	2	3	4	5
Le bétail du ralentit.	1	2	3	4	5
La victime du suspect qui croupit dans la cellule du criminel faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar qui s'échange à la bourse du pays progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier recule.	1	2	3	4	5
Le remède du docteur qui opère dans une clinique du public surit sur le rayon.	1	2	3	4	5
La sonnerie du cadran retentit dans la maison.	1	2	3	4	5
Le bambin du pleure.	1	2	3	4	5
Le président du tribunal délibère.	1	2	3	4	5
La collègue du rêvasse devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
La secrétaire du dentiste louche.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase qui sert à la tenue du résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
Le témoin du procureur qui intervient dans la défense de l'accusé témoigne devant le jury.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur travaille.	1	2	3	4	5

La tarte du traiteur cuit.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau qui apparaît dans le recueil du cuistot durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
La finaliste du concours étudie avant le débat.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
La policière du poste fouille dans le dossier.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier recule devant la grange.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher dort.	1	2	3	4	5
La femme du comédien accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
Le cheval du broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
Le métal du calorifère rouille.	1	2	3	4	5
Le barrage du ruisseau cède.	1	2	3	4	5
La tomate du mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur qui demeure dans le fond du rang ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
La digue du barrage qui relève de la compagnie de bois cède dans la vallée.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
Le moteur du étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
La pendule de l'horloge qui pend sur le mur du boudoir reluit sur la vitre.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon qui court devant la charpente du bâtiment boite depuis le départ.	1	2	3	4	5
La couleur du chandail tire sur le gris.	1	2	3	4	5
La finaliste du concours qui porte sur les droits de l'homme étudie avant le débat.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier brûle.	1	2	3	4	5
La copine du mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
La femme du accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor qui mène dans la salle du clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau durcit.	1	2	3	4	5
Le bébé du éternue.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur rêve.	1	2	3	4	5
La pianiste du cabaret pratique.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste qui attend dans le parloir du fume avec le mécanicien.	1	2	3	4	5
Le chat de l'enfant miaule.	1	2	3	4	5
La fillette du ment.	1	2	3	4	5
Le chaudron de potage déborde.	1	2	3	4	5
La fortune du riche prospère.	1	2	3	4	5

La comptable du panique.	1	2	3	4	5
Le patron du fume dans le parloir.	1	2	3	4	5
La soupe du mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
La présidente du réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion éclate.	1	2	3	4	5
La tablette de l'armoire ploie sous la charge.	1	2	3	4	5
La vache du fermier trébuche.	1	2	3	4	5
La gymnaste du clan saute sur le trampoline.	1	2	3	4	5
La tomate du potager mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
La sculpture de l'hôtel jure avec le décor.	1	2	3	4	5
La maladie du patient évolue.	1	2	3	4	5
La victime du suspect faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
La prise du four qui sert à la combustion du méthane fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
Le curé du diocèse plaisante.	1	2	3	4	5
Le bolide du freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
Le vin du dépanneur tape.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau qui repose dans le fossé du pourrit avec le chêne.	1	2	3	4	5
La mission de l'espion avorte.	1	2	3	4	5
La dirigeante de l'entreprise qui innove dans le domaine du design réfléchit à la proposition.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher dort dans le salon.	1	2	3	4	5
La balle du joueur qui entre dans la zone du but rebondit sur le poteau.	1	2	3	4	5
La victime du suspect faiblit.	1	2	3	4	5
La vache du fermier qui habite devant la porcherie du manoir trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin qui s'agrandit vers le nord du faubourg nage dans le lac.	1	2	3	4	5
Le missile de l'armée décolle de la plate-forme.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat qui manifeste dans le hall du panique devant le budget.	1	2	3	4	5
Le film du musicien débute.	1	2	3	4	5
La femme du comédien accouche.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit qui entre dans le musée du cinéma explose sans le détonateur.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier ment.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur qui siffle dans le cours du travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
La copine du facteur qui passe dans le secteur du golf	1	2	3	4	5

mange devant la télévision.					
La chèvre du berger qui sommeille dans le milieu du pré galope devant le loup.	1	2	3	4	5
Le magasin du rouvre.	1	2	3	4	5
La candidate du comté qui figure dans la carte du repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque qui loge dans la tente du chapiteau jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
La vedette du chante.	1	2	3	4	5
La force du lutteur varie selon la période.	1	2	3	4	5
La candidate du repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
La vache du trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
Le gamin du renifle.	1	2	3	4	5
Le wagon du métro déraille.	1	2	3	4	5
La voiture de l'assassin qui croule sous les dettes de drogue accélère devant le policier.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier qui reste depuis la démission du chef mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
Le caniche du camelot piétine.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque qui loge dans la tente du jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
La fortune du cinéaste qui tourne sur le site du méfait prospère dans cette banque.	1	2	3	4	5
La peinture du sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
Le champion du boîte depuis le départ.	1	2	3	4	5
La glace du canal fond.	1	2	3	4	5
La bille du jeu roule.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat panique.	1	2	3	4	5
Le trafiquant de cocaïne croule sous les dettes.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau qui descend dans le drain du sous-sol fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
Le vent du nord tourne vers la ville.	1	2	3	4	5
La candidate du repasse.	1	2	3	4	5
La violoniste du club qui vient dans le cadre du festival hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat renifle.	1	2	3	4	5
Le concierge du centre qui loue à des malades du cancer rouspète contre le locataire.	1	2	3	4	5
La vache du fermier qui habite devant la porcherie du trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
Le concierge du centre rouspète contre le locataire.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5

Le vainqueur du tournoi qui finit dans la palestre du hurle devant la foule.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier qui proteste devant la classe du moniteur ment avec le sourire.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon boite depuis le départ.	1	2	3	4	5
La cloche du résonne.	1	2	3	4	5
Le clochard du refuge quête.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat qui discute dans le local du réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
Le magasin du rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5
La voix du reporter tremble.	1	2	3	4	5
Le conjoint de l'avocate vit avec le cancer.	1	2	3	4	5
Le train du soir arrête devant la gare.	1	2	3	4	5
La prise du four fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier qui souffle dans le foyer du brûle avec le dépliant.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding fige.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur qui demeure dans le fond du ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
Le manège du parc démarre.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau pourrit.	1	2	3	4	5
La violoniste du club hésite.	1	2	3	4	5
Le détective de l'enquête spéculé sur la fraude.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc qui est devant la clinique du coin rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5
Le bétail du ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
Le pneu du éclate.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase qui sert à la tenue du championnat résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau qui descend dans le drain du fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
La prise du four qui sert à la combustion du fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
Le pneu du éclate dans la rue.	1	2	3	4	5

Merci de votre temps et de votre collaboration!

Code : V1-3-

Âge : _____ Sexe : _____ Dernier diplôme obtenu : _____

Condition : Langue maternelle françaiseLieu où vous êtes resté le plus longtemps : Québec France
Autre : _____

Informations : Dans le cadre de mon projet de maîtrise, je cherche à savoir ce qui se passe dans le cerveau lorsqu'une personne lit des phrases. Préalablement à cela, je dois m'assurer que j'utiliserai des phrases qui respectent l'intuition de personnes ayant le français pour langue maternelle. Dans ce questionnaire, une question figure avant le tableau de phrases. Après avoir lu une phrase, vous devrez vous poser cette question et y répondre sur l'échelle à droite de la phrase. **Répondez de manière intuitive et spontanée;** il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses mais une réponse propre à chaque personne. S.v.p., ne demandez **PAS** l'avis d'une autre personne et ne consultez **PAS** de dictionnaires ou de grammaires – n'utilisez que votre intuition, votre instinct. Merci beaucoup pour votre temps et votre collaboration!

Veuillez lire chaque phrase et répondre à la question suivante pour chaque phrase :

Question 3 : Pour vous, est-ce que cette phrase est facile à comprendre?

←----->
1 2 3 4 5
Pas
du tout
Très

	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin qui s'agrandit vers le nord du faubourg nage dans le lac.					
La responsable du camping trinque avec le sauveteur.					
La graisse du mécanisme tache.					
Le membre du comité qui décide de la poursuite du plan vote sur le projet.					
Le joint du fuit depuis le gel.					
La fillette du ment.					
Le bambin du gardien pleure.					
Le vainqueur du tournoi qui finit dans la palestre du hurle devant la foule.					
La femme du comédien accouche devant le médecin.					
La complice du voyou déguerpit.					
La peinture du plafond qui s'incline vers le fond du couloir sèche depuis le midi.					
Le méchoui du banquet rôtit.					
Le clochard du refuge quête.					

La prise du fonctionne.	1	2	3	4	5
Le député du siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
La maladie du patient évolue.	1	2	3	4	5
La serveuse du café qui contribue à la vie du secteur lit contre le bar.	1	2	3	4	5
La femme du accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
Le bébé du éternue dans le mouchoir.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase qui sert à la tenue du championnat résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
Le gamin du renifle.	1	2	3	4	5
Le repas du technicien refroidit sur le comptoir.	1	2	3	4	5
La victime du suspect faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
La complice du voyou qui cogne à la porte du repaire déguerpit devant le témoin.	1	2	3	4	5
Le poste du policier qui s'acharne sur le coupable du vol ferme dans un instant.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur qui écrit devant la cabine du labo rêvasse devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
Le patron du fume.	1	2	3	4	5
Le magasin du rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5
Le gazon du voisin verdit.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur qui languit dans la toilette du enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
La violoniste du club hésite.	1	2	3	4	5
La prise du four fonctionne.	1	2	3	4	5
La candidate du comté qui figure dans la carte du district repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
Le manège du parc démarre.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager qui crache dans le mouchoir du vacancier éternue sans la sucette.	1	2	3	4	5
Le chat de l'enfant miaule.	1	2	3	4	5
La bombe du explose dans le musée.	1	2	3	4	5
Le régisseur du plateau refuse.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau qui apparaît dans le recueil du cuistot durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat réécrit.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau qui apparaît dans le recueil du durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5
La vedette du chante.	1	2	3	4	5
La violoniste du club hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat qui discute dans le local du conseil	1	2	3	4	5

réécrit dans le carnet.					
Le bébé du passager qui crache dans le mouchoir du éternue sans la sucette.	1	2	3	4	5
La vendeuse de l'épicerie tombe dans la cave.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
Le caniche du camelot piétine.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé qui parle devant un auditoire du département bégaie sans le micro.	1	2	3	4	5
La fortune du riche prospère.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien qui marche devant la résidence du diplomate pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
Le magasin du rouvre.	1	2	3	4	5
Le curé du diocèse plaisante.	1	2	3	4	5
Le remède du docteur qui opère dans une clinique du public surit sur le rayon.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger qui sommeille dans le milieu du galope devant le loup.	1	2	3	4	5
Le livreur du restaurant cogne à la porte.	1	2	3	4	5
Le plan du détenu qui tombe dans la cave du pénitencier échoue pendant la poursuite.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger galope devant le loup.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau qui repose dans le fossé du chemin pourrit avec le chêne.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du hurle.	1	2	3	4	5
Le chauffeur du blindé vire sur la gauche.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier ment.	1	2	3	4	5
Le régiment du sergent attaque avec un allié.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase qui sert à la tenue du résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
La vache du fermier trébuche.	1	2	3	4	5
Le chaudron de potage déborde.	1	2	3	4	5
Le gamin du renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
La couleuvre du marécage rampe.	1	2	3	4	5
La fortune du cinéaste qui tourne sur le site du méfait prospère dans cette banque.	1	2	3	4	5
Le rapport de l'agent concorde avec le contexte.	1	2	3	4	5
La gymnaste du clan saute sur le trampoline.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor qui mène dans la salle du sauna clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
Le chariot du projecteur qui sert à la projection de vidéos verse sur le côté.	1	2	3	4	5

Le rapport de l'agent qui s'occupe de la résolution du crime concorde avec le contexte.	1	2	3	4	5
La serveuse du café lit contre le bar.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager éternue dans le mouchoir.	1	2	3	4	5
La prise du four qui sert à la combustion du fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
La pâte du durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
La policière du poste fouille dans le dossier.	1	2	3	4	5
Le pyromane du quartier récidive.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio improvise.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé qui parle devant un auditoire du bégaie sans le micro.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier recule.	1	2	3	4	5
La couleur du chandail qui est dans la vitrine du commerce tire sur le gris.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit qui entre dans le musée du explose sans le détonateur.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi qui finit dans la palestre du complexe hurle devant la foule.	1	2	3	4	5
Le problème du chômage qui sévit chez les jeunes du quartier régresse dans la nation.	1	2	3	4	5
La chemise du petit trempe dans le lavabo.	1	2	3	4	5
La copine du facteur mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
La digue du barrage qui relève de la compagnie de bois cède dans la vallée.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher dort dans le salon.	1	2	3	4	5
La chatte du paysan qui vit sur le sommet du mont grimpe sur le toit.	1	2	3	4	5
La vache du fermier qui habite devant la porcherie du trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier qui proteste devant la classe du moniteur ment avec le sourire.	1	2	3	4	5
La sonnerie du cadran qui sonne depuis la chambre du fond retentit dans la maison.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion qui monte dans la côte du boulevard éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
Le témoin du procureur témoigne devant le jury.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier qui élargit depuis la venue du contremaître recule devant la grange.	1	2	3	4	5
Le régiment du sergent qui décide de la stratégie de guerre attaque avec un allié.	1	2	3	4	5

Le député du territoire qui existe depuis la création du canton siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle qui commence dans la tour du stade chante devant le public.	1	2	3	4	5
La balle du joueur rebondit.	1	2	3	4	5
La lumière du clignote.	1	2	3	4	5
La couverture du livre qui traîne sur la table du salon gondole sous le verre.	1	2	3	4	5
Le membre du comité vote.	1	2	3	4	5
La religieuse du couvent soupire.	1	2	3	4	5
Le bateau du navigue devant le port.	1	2	3	4	5
Le concierge du centre qui loue à des malades du cancer rouspète contre le locataire.	1	2	3	4	5
Le prix du terrain double selon le faubourg.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi hurle devant la foule.	1	2	3	4	5
Le cheval du broute.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur rêvasse devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
Le blessé du duel saigne.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste qui résiste devant la ténacité du soldat navigue devant le port.	1	2	3	4	5
Le joint du fuit.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme broute.	1	2	3	4	5
La maladie du évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
Le sac de l'itinérant qui marche devant le kiosque du parc virevolte sur le trottoir.	1	2	3	4	5
La voiture de l'assassin accélère.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du nage.	1	2	3	4	5
La sœur du machiniste qui sympathise avec la secrétaire du dentiste profite de la vente.	1	2	3	4	5
Le remède du docteur surit sur le rayon.	1	2	3	4	5
La victime du suspect faiblit.	1	2	3	4	5
Le coût du augmente.	1	2	3	4	5
Le témoin du procureur qui intervient dans la défense de l'accusé témoigne devant le jury.	1	2	3	4	5
La poule du paysan caquette.	1	2	3	4	5
Le bébé du passager éternue.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle chante.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit qui entre dans le musée du cinéma explose sans le détonateur.	1	2	3	4	5
Le tronc du pourrit.	1	2	3	4	5
La veste du couturier qui collabore à la préparation du défilé	1	2	3	4	5

contraste avec le tailleur.					
Le flûtiste du trio qui joue dans le jardin du roi improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
Le clown du jongle.	1	2	3	4	5
La maladie du patient évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
Le trafiquant de cocaïne croule sous les dettes.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque jongle.	1	2	3	4	5
Le président du tribunal délibère.	1	2	3	4	5
La fillette du ment devant la classe.	1	2	3	4	5
La contrebande du cannabis sévit.	1	2	3	4	5
Le journal du brûle.	1	2	3	4	5
La peinture du plafond qui s'incline vers le fond du sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
Le repas du technicien qui s'affaire à la réparation de l'ordinateur refroidit sur le comptoir.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme qui patrouille devant le domaine du maire broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio qui joue dans le jardin du improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
Le missile de l'armée décolle de la plate-forme.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du improvise.	1	2	3	4	5
La femme du comédien qui danse dans la scène du accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur qui écrit devant la cabine du rêveuse devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
La population de l'endroit souffre de la famine.	1	2	3	4	5
La force du lutteur varie selon la période.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste fume.	1	2	3	4	5
La graisse du manège qui tourne dans le parc du quartier tombe sur le gazon.	1	2	3	4	5
La tuile du plancher brille.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat qui manifeste dans le hall du panique devant le budget.	1	2	3	4	5
Le film du musicien débute.	1	2	3	4	5
Le film du musicien qui surgit dans le numéro du magicien débute dans une minute.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon boite.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau pourrit dans le fossé.	1	2	3	4	5
La candidate du comté repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
Le disque du chanteur traîne sur le divan.	1	2	3	4	5
La secrétaire du dentiste louche.	1	2	3	4	5
La vedette du chante devant le public.	1	2	3	4	5

La jambe du défenseur qui languit dans la toilette du vestiaire enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
Le vendeur du dépanneur qui traite avec le détaillant du supermarché plaisante avec le client.	1	2	3	4	5
La pâte du durcit.	1	2	3	4	5
La voix du reporter tremble.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat qui manifeste dans le hall du ministère panique devant le budget.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du nage dans le lac.	1	2	3	4	5
Le moteur du étouffe.	1	2	3	4	5
Le garçon du travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du trio improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
La grue du site avance devant le trou.	1	2	3	4	5
Le cabinet du ministre statue sur la question.	1	2	3	4	5
La tarte du traiteur cuit.	1	2	3	4	5
La victime du faiblit.	1	2	3	4	5
La maladie du patient qui réside dans la chambre du évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
La comptable du panique.	1	2	3	4	5
La glace du canal qui bifurque vers la ville de banlieue fond dans le fleuve.	1	2	3	4	5
Le tigre du zoo rôde devant le troupeau.	1	2	3	4	5
La candidate du repasse.	1	2	3	4	5
La jupe de l'infirmière qui revient de la pharmacie de l'hôpital pend sur la corde.	1	2	3	4	5
La peinture du plafond sèche.	1	2	3	4	5
Le surdoué de l'école excelle en toutes matières.	1	2	3	4	5
Le métal du calorifère qui chauffe sous la fenêtre du bureau rouille sur le plancher.	1	2	3	4	5
La camarade du participant qui déroge à la règle du jeu sévit contre le tricheur.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin nage dans le lac.	1	2	3	4	5
Le sac de l'itinérant virevolte sur le trottoir.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur qui demeure dans le fond du ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
La sauce du fige.	1	2	3	4	5
La vache du fermier qui habite devant la porcherie du manoir trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase résonne.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon qui court devant la charpente du boîte depuis le départ.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5

Le chauffeur du blindé qui descend dans la vallée du fleuve vire sur la gauche.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
Le chien du dort dans le salon.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar progresse.	1	2	3	4	5
La collègue du chercheur rêvasse.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole qui s'écoule sur le marché du augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
Le champion du boîte.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste qui attend dans le parloir du fume avec le mécanicien.	1	2	3	4	5
Le placement du client qui souscrit à la police de l'assureur profite à la banque.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion qui monte dans la côte du éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding qui réchauffe dans le micro-ondes du coloc fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier ment devant la classe.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste qui résiste devant la ténacité du navigue devant le port.	1	2	3	4	5
La chèvre du galope devant le loup.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat panique devant le budget.	1	2	3	4	5
La vache du trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
Le chien du dort.	1	2	3	4	5
La concurrente du parti qui lutte contre la peine de mort ressort de la conférence.	1	2	3	4	5
La jupe de l'infirmière pend sur la corde.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon qui court devant la charpente du bâtiment boîte depuis le départ.	1	2	3	4	5
La maladie du évolue.	1	2	3	4	5
La vache du fermier trébuche devant le danger.	1	2	3	4	5
La candidate du comté qui figure dans la carte du repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
La finaliste du concours étudie avant le débat.	1	2	3	4	5
La prise du four fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
La couverture du livre gondole.	1	2	3	4	5
La sauce du fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
La fillette du brigadier qui proteste devant la classe du ment avec le sourire.	1	2	3	4	5
Le bétail du ralentit.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole qui s'écoule sur le marché du continent augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5

Le garçon du professeur qui siffle dans le cours du matin travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur ralentit.	1	2	3	4	5
La nourriture du hamster pue.	1	2	3	4	5
La collègue du rêveuse.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi qui arrive dans le passage du parking étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor clignote.	1	2	3	4	5
La violoniste du hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
La chèvre du galope.	1	2	3	4	5
La femme du comédien qui danse dans la scène du bal accouche devant le médecin.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi étouffe.	1	2	3	4	5
Le problème du chômage régresse dans la nation.	1	2	3	4	5
Le placement du client profite.	1	2	3	4	5
La partenaire de l'espion qui fouille dans le dossier du projet guette par la fenêtre.	1	2	3	4	5
La courtière du bureau souscrit à la police.	1	2	3	4	5
Le flûtiste du improvise devant la cour.	1	2	3	4	5
La sœur du défunt sympathise avec la veuve.	1	2	3	4	5
Le maître du chœur sourit.	1	2	3	4	5
Le carillon du portique tinte.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding fige.	1	2	3	4	5
La valeur du progresse.	1	2	3	4	5
La valeur du progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
Le barrage du ruisseau cède.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi qui arrive dans le passage du étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
Le patron du fume dans le parloir.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger galope.	1	2	3	4	5
Le concierge du centre rouspète contre le locataire.	1	2	3	4	5
La casserole du bord touche à la bouteille.	1	2	3	4	5
La bille du jeu roule.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin nage.	1	2	3	4	5
La jambe du enfle.	1	2	3	4	5
La peau du phoque reluit.	1	2	3	4	5
Le wagon du métro déraile.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat qui discute dans le local du réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
Le braconnier du village chasse.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat qui ressort dans le palmarès du	1	2	3	4	5

magazine renifle depuis la visite.					
Le bétail du ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
Le machiniste de l'entrepôt sursaute.	1	2	3	4	5
La coiffeuse du patelin qui s'agrandit vers le nord du nage dans le lac.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau pourrit.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
Le garçon du travail.	1	2	3	4	5
La maladie du patient qui réside dans la chambre du maniaque évolue depuis un an.	1	2	3	4	5
Le cheval du broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher dort.	1	2	3	4	5
La candidate du comté repasse.	1	2	3	4	5
Le film du débute dans une minute.	1	2	3	4	5
Le tracteur du recule.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé bégaie devant un auditoire.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher qui reste dans le salon du grossiste dort sur le sol.	1	2	3	4	5
La chèvre du berger qui sommeille dans le milieu du pré galope devant le loup.	1	2	3	4	5
La sangsue du marais suce.	1	2	3	4	5
La voiture de l'assassin qui croule sous les dettes de drogue accélère devant le policier.	1	2	3	4	5
Le tracteur du recule devant la grange.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc rouvre.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit explose.	1	2	3	4	5
La prise du four qui sert à la combustion du méthane fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
Le train du soir arrête devant la gare.	1	2	3	4	5
La force du lutteur qui saigne de la lèvre du bas varie selon la période.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar qui s'échange à la bourse du pays progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
La valeur du dollar qui s'échange à la bourse du progresse depuis une décennie.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du hurle devant la foule.	1	2	3	4	5
La louve du bois salive devant la proie.	1	2	3	4	5
Le film du musicien qui surgit dans le numéro du débute dans une minute.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc qui est devant la clinique du coin rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5

La tomate du mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
Le cabinet du ministre qui réfléchit sur le lieu de l'hôpital statue sur la question.	1	2	3	4	5
Le braconnier du village qui habite avec la vendeuse de l'épicerie chasse dans la forêt.	1	2	3	4	5
La copine du mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
La violoniste du hésite.	1	2	3	4	5
Le fils du préposé bégaie.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
La cloche du résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste fume dans le parloir.	1	2	3	4	5
Le bateau du navigue.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier brûle dans le foyer.	1	2	3	4	5
Le bolide du freine.	1	2	3	4	5
Le fils du bégaie.	1	2	3	4	5
La chemise du petit qui s'amuse dans la cour du voisin trempe dans le lavabo.	1	2	3	4	5
La cloche du gymnase résonne dans le collège.	1	2	3	4	5
La comptable du panique devant le budget.	1	2	3	4	5
La présidente du réécrit.	1	2	3	4	5
La violoniste du club qui vient dans le cadre du hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
Le coupable du vol lutte contre le système.	1	2	3	4	5
Le vin du dépanneur tape.	1	2	3	4	5
Le caméraman du reporter qui avance devant la cache du trafiquant tremble devant le refuge.	1	2	3	4	5
Le bétail du cultivateur qui demeure dans le fond du rang ralentit devant le convoi.	1	2	3	4	5
La clause du contrat expire dans deux semaines.	1	2	3	4	5
Le clown du jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
Le patron du garagiste qui attend dans le parloir du fournisseur fume avec le mécanicien.	1	2	3	4	5
La victime du faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
Le tableau du peintre qui vit sur le littoral du bassin tient contre le mur.	1	2	3	4	5
Le député du territoire siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau durcit.	1	2	3	4	5
Le magasin du bloc qui est devant la clinique du rouvre dans une heure.	1	2	3	4	5
Le fils du bégaie devant un auditoire.	1	2	3	4	5
Le film du musicien débute dans une minute.	1	2	3	4	5
La danseuse de ballet somnole sur le banc.	1	2	3	4	5

La prise du fonctionne depuis la réparation.	1	2	3	4	5
Le tracteur du chantier recule devant la grange.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote qui paraît dans le haut du classement freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
La sonnerie du cadran retentit dans la maison.	1	2	3	4	5
Le détective de l'enquête spéculé sur la fraude.	1	2	3	4	5
Le moteur du taxi étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
La peinture du sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
Le sketch de l'humoriste s'éternise depuis quelques minutes.	1	2	3	4	5
La sculpture de l'hôtel jure avec le décor.	1	2	3	4	5
Le bambin du gardien qui marche devant la résidence du pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
La vache du trébuche.	1	2	3	4	5
Le pneu du éclate.	1	2	3	4	5
Le champion du triathlon boite depuis le départ.	1	2	3	4	5
Le chariot du projecteur verse sur le côté.	1	2	3	4	5
La tomate du potager mûrit.	1	2	3	4	5
La tomate du mûrit.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
La soupe du mijote.	1	2	3	4	5
Le niveau du fleuve grimpe.	1	2	3	4	5
La femme du accouche.	1	2	3	4	5
Le conjoint de l'avocate vit avec le cancer.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle qui commence dans la tour du chante devant le public.	1	2	3	4	5
Lè tracteur du chantier qui élargit depuis la venue du recule devant la grange.	1	2	3	4	5
La jambe du défenseur enfle.	1	2	3	4	5
Le bambin du pleure depuis la mésaventure.	1	2	3	4	5
Le tronc du bouleau qui repose dans le fossé du pourrit avec le chêne.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau fuit.	1	2	3	4	5
La candidate du repasse dans la soirée.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur qui siffle dans le cours du travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
La comptable du syndicat panique.	1	2	3	4	5
La dirigeante de l'entreprise réfléchit à la proposition.	1	2	3	4	5
La responsable du camping qui dispose de deux acres de terrain trinque avec le sauveteur.	1	2	3	4	5
La présidente du réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5

La soupe du mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
La bombe du bandit explose dans le musée.	1	2	3	4	5
Le serpent du désert mue.	1	2	3	4	5
La copine du facteur qui passe dans le secteur du mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur travaille.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau qui descend dans le drain du fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
La copine du facteur mange.	1	2	3	4	5
La camarade du participant triche.	1	2	3	4	5
Le coût du augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
La peinture du plafond sèche depuis le midi.	1	2	3	4	5
La mission de l'espion avorte.	1	2	3	4	5
Le moteur du étouffe dans la pente.	1	2	3	4	5
La victime du suspect qui croupit dans la cellule du criminel faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
Le bolide du freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
Le chien du boucher qui reste dans le salon du dort sur le sol.	1	2	3	4	5
La tablette de l'armoire ploie sous la charge.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier mijote.	1	2	3	4	5
Le bambin du pleure.	1	2	3	4	5
Le député du siège.	1	2	3	4	5
Le tableau du peintre tient contre le mur.	1	2	3	4	5
Le vent du nord tourne vers la ville.	1	2	3	4	5
Le garçon du professeur travaille depuis une demi-heure.	1	2	3	4	5
Le journal du brûle dans le foyer.	1	2	3	4	5
La balle du joueur qui entre dans la zone du but rebondit sur le poteau.	1	2	3	4	5
Le député du territoire qui existe depuis la création du siège depuis le printemps.	1	2	3	4	5
Le frère de l'enfant qui saute sur le trampoline du centre s'entraîne à la barre.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat qui ressort dans le palmarès du renifle depuis la visite.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier brûle.	1	2	3	4	5
La vedette du spectacle chante devant le public.	1	2	3	4	5
La pâte du gâteau durcit dans le bol.	1	2	3	4	5
La sauce du pouding qui réchauffe dans le micro-ondes du fige dans la soucoupe.	1	2	3	4	5
La finaliste du concours qui porte sur les droits de l'homme étudie avant le débat.	1	2	3	4	5

Le député du territoire siège.	1	2	3	4	5
La pendule de l'horloge oscille.	1	2	3	4	5
La caisse du plombier rentre dans le coffre.	1	2	3	4	5
La pianiste du cabaret pratique.	1	2	3	4	5
La dirigeante de l'entreprise qui innove dans le domaine du design réfléchit à la proposition.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier qui reste depuis la démission du chef mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
La soupe du cuisinier qui reste depuis la démission du mijote depuis un instant.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote qui paraît dans le haut du freine devant le hangar.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier qui souffle dans le foyer du chalet brûle avec le dépliant.	1	2	3	4	5
La femme du comédien accouche.	1	2	3	4	5
La guide du peloton séjourne à la montagne.	1	2	3	4	5
La glace du canal fond.	1	2	3	4	5
Le bébé du éternue.	1	2	3	4	5
Le vainqueur du tournoi hurle.	1	2	3	4	5
La concurrente du parti ressort.	1	2	3	4	5
La présidente du sénat réécrit dans le carnet.	1	2	3	4	5
La tomate du potager qui est devant la haie du mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
Le journal du romancier qui souffle dans le foyer du brûle avec le dépliant.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole augmente.	1	2	3	4	5
La lumière du clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
Le caniche du pianiste qui pratique sur la scène du cabaret jappe pendant la répétition.	1	2	3	4	5
Le pneu du camion éclate.	1	2	3	4	5
La peinture du sèche.	1	2	3	4	5
La cloche du résonne.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque qui loge dans la tente du chapiteau jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste navigue.	1	2	3	4	5
Le coût du pétrole augmente depuis la crise.	1	2	3	4	5
La victime du suspect qui croupit dans la cellule du faiblit depuis le crime.	1	2	3	4	5
Le cheval du gendarme qui patrouille devant le domaine du broute devant la caserne.	1	2	3	4	5
La veste du couturier contraste avec le tailleur.	1	2	3	4	5
La pendule de l'horloge qui pend sur le mur du boudoir reluit sur la vitre.	1	2	3	4	5

Le tronc du pourrit dans le fossé.	1	2	3	4	5
La couleur du chandail tire sur le gris.	1	2	3	4	5
Le plan du détenu échoue.	1	2	3	4	5
La copine du mange.	1	2	3	4	5
Le champion du boxe depuis le départ.	1	2	3	4	5
Le joint du tuyau qui descend dans le drain du sous-sol fuit depuis le gel.	1	2	3	4	5
Le pneu du éclate dans la rue.	1	2	3	4	5
Le métal du calorifère rouille.	1	2	3	4	5
La copine du facteur qui passe dans le secteur du golf mange devant la télévision.	1	2	3	4	5
Le chaudron de potage qui coule sur le bord du contenant cuit sur le poêle.	1	2	3	4	5
La violoniste du club qui vient dans le cadre du festival hésite depuis la tournée.	1	2	3	4	5
La collègue du rêveuse devant la fenêtre.	1	2	3	4	5
La jambe du enfle depuis le choc.	1	2	3	4	5
La bombe du explose.	1	2	3	4	5
La caisse du plombier qui monte dans le fourgon du véhicule rentre dans le coffre.	1	2	3	4	5
La lumière du corridor qui mène dans la salle du clignote depuis un moment.	1	2	3	4	5
Le bateau du terroriste navigue devant le port.	1	2	3	4	5
La tomate du potager mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
Le bolide du pilote freine.	1	2	3	4	5
Le film du débute.	1	2	3	4	5
Le conjoint de l'avocate qui plaide devant le tribunal de commerce vit avec le cancer.	1	2	3	4	5
Le gamin du pensionnat renifle.	1	2	3	4	5
Le détective de l'enquête qui porte sur les magouilles du programme spéculé sur la fraude.	1	2	3	4	5
Le clown du cirque qui loge dans la tente du jongle devant le passant.	1	2	3	4	5
La tomate du potager qui est devant la haie du jardinier mûrit dans le placard.	1	2	3	4	5
La température du frigo stagne.	1	2	3	4	5

Merci de votre temps et de votre collaboration !

Annexe II

Stimuli de l'expérience de la co-occurrence de processus

Condition contrôle fin de phrase

1. Le chien du boucher dort.
2. Le patron du garagiste fume.
3. Le fils du préposé bégaie.
4. Le journal du romancier brûle.
5. Le bébé du passager éternue.
6. La maladie du patient évolue.
7. La bombe du bandit explose.
8. La fillette du brigadier ment.
9. La victime du malfaiteur faiblit.
10. La clause du contrat expire.
11. La candidate du comté repasse.
12. Le film du musicien débute.
13. La femme du comédien accouche.
14. Le tronc du bouleau pourrit.
15. Le bolide du pilote freine.
16. Le bétail du cultivateur ralentit.
17. La copine du facteur mange.
18. La chèvre du berger galope.
19. Le garçon du professeur travaille.
20. Le clown du cirque jongle.
21. Le cheval du gendarme broute.
22. La vedette du spectacle chante.
23. La lumière du corridor clignote.
24. Le joint du tuyau fuit.
25. Le pneu du camion éclate.
26. Le vainqueur du tournoi hurle.
27. Le flûtiste du trio improvise.
28. La pâte du gâteau durcit.
29. La présidente du sénat réécrit.
30. La jambe du défenseur enfle.
31. Le moteur du taxi étouffe.
32. La sauce du pouding fige.
33. La prise du four fonctionne.
34. Le coût du pétrole augmente.
35. La soupe du cuisinier mijote.
36. La tomate du potager mûrit.
37. La coiffeuse du patelin nage.
38. Le bateau du terroriste navigue.
39. La vache du fermier trébuche.
40. La violoniste du club hésite.
41. Le bambin du gardien pleure.
42. Le champion du triathlon boite.

43. La valeur du dollar progresse.
44. Le tracteur du chantier recule.
45. Le gamin du pensionnat maugrée.
46. La cloche du gymnase résonne.
47. La collègue du chercheur rêve.
48. La comptable du syndicat panique.
49. Le député du territoire siège.
50. La peinture du plafond sèche.

Condition violation fin de phrase

1. Le chien du dort.
2. Le patron du fume.
3. Le fils du bégaie.
4. Le journal du brûle.
5. Le bébé du éternue.
6. La maladie du évolue.
7. La bombe du explose.
8. La fillette du ment.
9. La victime du faiblit.
10. La clause du expire.
11. La candidate du repasse.
12. Le film du débute.
13. La femme du accouche.
14. Le tronc du pourrit.
15. Le bolide du freine.
16. Le bétail du ralentit.
17. La copine du mange.
18. La chèvre du galope.
19. Le garçon du travaille.
20. Le clown du jongle.
21. Le cheval du broute.
22. La vedette du chante.
23. La lumière du clignote.
24. Le joint du fuit.
25. Le pneu du éclate.
26. Le vainqueur du hurle.
27. Le flûtiste du improvise.
28. La pâte du durcit.
29. La présidente du réécrit.
30. La jambe du enfle.
31. Le moteur du étouffe.
32. La sauce du fige.

33. La prise du fonctionne.
34. Le coût du augmente.
35. La soupe du mijote.
36. La tomate du mûrit.
37. La coiffeuse du nage.
38. Le bateau du navigue.
39. La vache du trébuche.
40. La violoniste du hésite.
41. Le bambin du pleure.
42. Le champion du boite.
43. La valeur du progresse.
44. Le tracteur du recule.
45. Le gamin du maugrée.
46. La cloche du résonne.
47. La collègue du rêvasse.
48. La comptable du panique.
49. Le député du siège.
50. La peinture du sèche.

Distracteurs fin de phrase

1. La poule du paysan caquette.
2. Le président du tribunal délibère.
3. La secrétaire du dentiste louche.
4. Le chat de l'enfant miaule.
5. La voiture de l'assassin accélère.
6. Le serpent du désert mue.
7. La couverture du livre gondole.
8. Le plan du détenu échoue.
9. La pendule de l'horloge oscille.
10. Le barrage du ruisseau cède.
11. La mission de l'espion avorte.
12. Le tiroir du classeur grince.
13. La peau du phoque reluit.
14. Le braconnier du boisé chasse.
15. La glace du canal fond.
16. Le wagon du métro déraille.
17. La complice du voyou déguerpit.
18. Le curé du diocèse plaisante.
19. La tarte du traiteur cuit.
20. Le manège du parc démarre.
21. La voix du reporter tremble.
22. Le gazon du voisin verdit.

23. La graisse du mécanisme tache.
24. Le casier du condamné épaissit.
25. La sangsue du marais suce.
26. Le plombier du centre monte.
27. La température du frigo stagne.
28. Le machiniste de l'entrepôt sursaute.
29. La religieuse du couvent soupire.
30. Le maître du chœur sourit.
31. La contrebande du cannabis sévit.
32. Le blessé du duel saigne.
33. La tuile du plancher brille.
34. Le métal du calorifère rouille.
35. La bille du jeu roule.
36. Le méchoui du banquet rôtit.
37. La concurrente du parti ressort.
38. Le membre du comité vote.
39. La balle du joueur rebondit.
40. Le régisseur du plateau refuse.
41. La couleuvre du marécage rampe.
42. Le pyromane du quartier récidive.
43. La nourriture du hamster pue.
44. Le clochard du refuge quête.
45. La fortune du cinéaste décuple.
46. Le placement du client profite.
47. La pianiste du cabaret pratique.
48. Le caniche du camelot jappe.
49. La camarade du participant triche.
50. Le niveau du fleuve grimpe.

Condition contrôle milieu de phrase

1. Le chien du boucher dort dans le salon.
2. Le patron du garagiste fume dans le parloir.
3. Le fils du préposé bégaie devant un auditoire.
4. Le journal du romancier brûle dans le foyer.
5. Le bébé du passager éternue dans le mouchoir.
6. La maladie du patient évolue depuis un an.
7. La bombe du bandit explose dans le musée.
8. La fillette du brigadier ment devant la classe.
9. La victime du malfaiteur faiblit depuis le crime.
10. La clause du contrat expire dans une semaine.
11. La candidate du comté repasse dans la soirée.
12. Le film du musicien débute dans une minute.

13. La femme du comédien accouche devant le médecin.
14. Le tronc du bouleau pourrit dans le fossé.
15. Le bolide du pilote freine devant le hangar.
16. Le bétail du cultivateur ralentit devant le convoi.
17. La copine du facteur mange devant la télévision.
18. La chèvre du berger galope devant le loup.
19. Le garçon du professeur travaille depuis une demi-heure.
20. Le clown du cirque jongle devant le passant.
21. Le cheval du gendarme broute devant la caserne.
22. La vedette du spectacle chante devant le public.
23. La lumière du corridor clignote depuis un moment.
24. Le joint du tuyau fuit depuis le gel.
25. Le pneu du camion éclate dans la rue.
26. Le vainqueur du tournoi hurle devant la foule.
27. Le flûtiste du trio improvise devant la cour.
28. La pâte du gâteau durcit dans le bol.
29. La présidente du sénat réécrit dans le carnet.
30. La jambe du défenseur enfle depuis le choc.
31. Le moteur du taxi étouffe dans la pente.
32. La sauce du pouding fige dans la soucoupe.
33. La prise du four fonctionne depuis la réparation.
34. Le coût du pétrole augmente depuis la crise.
35. La soupe du cuisinier mijote depuis un instant.
36. La tomate du potager mûrit dans le placard.
37. La coiffeuse du patelin nage dans le lac.
38. Le bateau du terroriste navigue devant le port.
39. La vache du fermier trébuche devant le danger.
40. La violoniste du club hésite depuis la tournée.
41. Le bambin du gardien pleure depuis la mésaventure.
42. Le champion du triathlon boite depuis le départ.
43. La valeur du dollar progresse depuis une décennie.
44. Le tracteur du chantier recule devant la grange.
45. Le gamin du pensionnat maugrée depuis la visite.
46. La cloche du gymnase résonne dans le collège.
47. La collègue du chercheur rêvasse devant la fenêtre.
48. La comptable du syndicat panique devant le budget.
49. Le député du territoire siège depuis le printemps.
50. La peinture du plafond sèche depuis le midi.

Condition violation milieu de phrase

1. Le chien du dort dans le salon.
2. Le patron du fume dans le parloir.
3. Le fils du bégaie devant un auditoire.
4. Le journal du brûle dans le foyer.
5. Le bébé du éternue dans le mouchoir.
6. La maladie du évolue depuis un an.
7. La bombe du explose dans le musée.
8. La fillette du ment devant la classe.
9. La victime du faiblit depuis le crime.
10. La clause du expire dans une semaine.
11. La candidate du repasse dans la soirée.
12. Le film du débute dans une minute.
13. La femme du accouche devant le médecin.
14. Le tronc du pourrit dans le fossé.
15. Le bolide du freine devant le hangar.
16. Le bétail du ralentit devant le convoi.
17. La copine du mange devant la télévision.
18. La chèvre du galope devant le loup.
19. Le garçon du travaille depuis une demi-heure.
20. Le clown du jongle devant le passant.
21. Le cheval du broute devant la caserne.
22. La vedette du chante devant le public.
23. La lumière du clignote depuis un moment.
24. Le joint du fuit depuis le gel.
25. Le pneu du éclate dans la rue.
26. Le vainqueur du hurle devant la foule.
27. Le flûtiste du improvise devant la cour.
28. La pâte du durcit dans le bol.
29. La présidente du réécrit dans le carnet.
30. La jambe du enfle depuis le choc.
31. Le moteur du étouffe dans la pente.
32. La sauce du fige dans la soucoupe.
33. La prise du fonctionne depuis la réparation.
34. Le coût du augmente depuis la crise.
35. La soupe du mijoté depuis un instant.
36. La tomate du mûrit dans le placard.
37. La coiffeuse du nage dans le lac.
38. Le bateau du navigue devant le port.
39. La vache du trébuche devant le danger.
40. La violoniste du hésite depuis la tournée.
41. Le bambin du pleure depuis la mésaventure.
42. Le champion du boite depuis le départ.

43. La valeur du progresse depuis une décennie.
44. Le tracteur du recule devant la grange.
45. Le gamin du maugrée depuis la visite.
46. La cloche du résonne dans le collège.
47. La collègue du rêvasse devant la fenêtre.
48. La comptable du panique devant le budget.
49. Le député du siège depuis le printemps.
50. La peinture du sèche depuis le midi.

Distracteurs milieu de phrase

1. Le sketch de l'humoriste s'éternise depuis quelques minutes.
2. La crédibilité du publiciste diminue depuis le scandale.
3. Le rapport de l'agent concorde avec le contexte.
4. La sculpture de l'hôtel jure avec le décor.
5. Le surdoué de l'école excelle en toutes matières.
6. Le magasin du marchand ouvre dans une heure.
7. Le coupable du vol lutte contre le système.
8. La policière du poste fouille dans le dossier.
9. Le trafiquant de cocaïne croule sous les dettes.
10. La jupe de l'infirmière pend sur la corde.
11. Le problème du chômage régresse dans la nation.
12. La clé du cadenas casse dans la serrure.
13. Le tigre du zoo rôde devant le troupeau.
14. La sonnerie du cadran retentit dans la maison.
15. Le missile de l'armée décolle de la plate-forme.
16. La serveuse du bistrot lit contre le bar.
17. Le général du régiment attaque avec un allié.
18. La vendeuse de l'épicerie tombe dans la cave.
19. Le stagiaire du docteur participe à la réunion.
20. La danseuse de ballet somnole sur le banc.
21. Le concierge du centre rouspète contre le locataire.
22. La finaliste du concours étudie avant le débat.
23. Le train du soir arrête devant la gare.
24. La copie du document porte sur la vente.
25. Le conjoint de l'avocate lutte contre le cancer.
26. La force du lutteur varie selon la période.
27. Le chauffeur du blindé vire sur la gauche.
28. La responsable du camping trinque avec le sauveteur.
29. Le chariot du projecteur bascule sur le côté.
30. La dirigeante de l'entreprise réfléchit à la proposition.
31. Le prix du terrain double selon le faubourg.
32. La chemise du petit trempe dans le lavabo.

33. Le disque du chanteur traîne sur le divan.
34. La veste du couturier contraste avec le tailleur.
35. Le sac de l'itinérant virevolte sur le trottoir.
36. La casserole du bord touche à la bouteille.
37. Le repas du technicien refroidit sur le comptoir.
38. La couleur du chandail tire sur le gris.
39. Le tableau du peintre tient contre le mur.
40. La sœur du défunt sympathise avec la veuve.
41. Le témoin du procureur témoigne devant le jury.
42. La courtière du bureau souscrit à la police.
43. Le livreur du restaurant cogne à la porte.
44. La population de l'endroit souffre de la famine.
45. Le cabinet du ministre statue sur la question.
46. La guide du peloton séjourne à la montagne.
47. Le détective de l'enquête spéculé sur la fraude.
48. La gymnaste du clan saute sur le trampoline.
49. Le vent du nord tourne vers la ville.
50. La louve du bois salive devant la proie.

Annexe III

Stimuli de l'expérience de la mémoire de travail verbale

Conditions faible charge de traitement

Les phrases des conditions contrôle et violation faible charge de traitement sont celles des conditions fin de phrase et milieu de phrase de l'expérience de la co-occurrence de processus.

Condition contrôle lourde charge de traitement

1. Le chien du boucher qui reste dans le salon du grossiste dort sur le sol.
2. Le patron du garagiste qui attend dans le parloir du fournisseur fume avec le mécanicien.
3. Le fils du préposé qui parle devant un auditoire du département bégaie sans le micro.
4. Le journal du romancier qui revient de la fête du lancement brûle dans le foyer.
5. Le bébé du passager qui somnole sur la banquette du touriste éternue dans le mouchoir.
6. La maladie du patient qui réside dans la chambre du maniaque évolue depuis un an.
7. La bombe du bandit qui entre dans le musée du cinéma explose sans le détonateur.
8. La fillette du brigadier qui proteste devant la classe du moniteur ment avec le sourire.
9. La victime du malfaiteur qui croupit dans la cellule du criminel faiblit depuis le crime.
10. La clause du contrat qui traite de la location du logement expire dans une semaine.
11. La candidate du comté qui figure dans la carte du district repasse dans la soirée.
12. Le film du musicien qui pianote sur le comptoir du café débute dans une minute.
13. La femme du comédien qui tombe durant la scène du bal accouche devant le médecin.
14. Le tronc du bouleau qui repose dans le fossé du chemin pourrit avec le chêne.
15. Le bolide du pilote qui paraît dans le haut du classement freine devant le hangar.
16. Le bétail du cultivateur qui demeure dans le fond du rang ralentit devant le convoi.
17. La copine du facteur qui passe dans le secteur du golf mange devant la télévision.
18. La chèvre du berger qui déambule dans le milieu du pré galope devant le loup.
19. Le garçon du professeur qui siffle dans le cours du matin travaille depuis une demi-heure.

20. Le clown du cirque qui loge dans la tente du chapiteau jongle devant le passant.
21. Le cheval du gendarme qui patrouille devant le domaine du maire broute devant la caserne.
22. La vedette du spectacle qui commence dans la tour du stade chante devant le public.
23. La lumière du corridor qui mène dans la salle du sauna clignote depuis un moment.
24. Le joint du tuyau qui descend dans le drain du sous-sol fuit depuis le gel.
25. Le pneu du camion qui monte dans la côte du boulevard éclate dans la rue.
26. Le vainqueur du tournoi qui finit dans la palestre du complexe hurle devant la foule.
27. Le flûtiste du trio qui joue dans le jardin du roi improvise devant la cour.
28. La pâte du gâteau qui apparaît dans le recueil du cuisinier durcit dans le bol.
29. La présidente du sénat qui discute dans le local du conseil réécrit dans le carnet.
30. La jambe du défenseur qui languit dans la toilette du vestiaire enfle depuis le choc.
31. Le moteur du taxi qui arrive dans le passage du parking étouffe dans la pente.
32. La sauce du pouding qui réchauffe dans le micro-ondes du coloc fige dans la soucoupe.
33. La prise du four qui sert à la combustion du méthane fonctionne depuis la réparation.
34. Le coût du pétrole qui provient de la région du conflit augmente depuis la crise.
35. La soupe du cuisinier qui reste depuis la démission du chef mijote depuis un instant.
36. La tomate du potager qui est devant la haie du jardinier mûrit dans le placard.
37. La coiffeuse du patelin qui grossit depuis la construction du casino nage dans le lac.
38. Le bateau du terroriste qui résiste devant la ténacité du soldat navigue devant le port.
39. La vache du fermier qui habite devant la porcherie du manoir trébuche devant le danger.
40. La violoniste du club qui vient dans le cadre du festival hésite depuis la tournée.
41. Le bambin du gardien qui marche devant la résidence du diplomate pleure depuis la mésaventure.
42. Le champion du triathlon qui court devant la charpente du bâtiment boite depuis le départ.
43. La valeur du dollar qui s'échange à la bourse du pays progresse depuis une décennie.
44. Le tracteur du chantier qui nuit à la paix du village recule devant la grange.
45. Le gamin du pensionnat qui figure dans le palmarès du magazine maugrée depuis la visite.
46. La cloche du gymnase qui sert à la tenue du championnat résonne dans le collège.
47. La collègue du chercheur qui écrit devant la cabine du labo rêve devant la

- fenêtre.
48. La comptable du syndicat qui manifeste dans le hall du ministère panique devant le budget.
 49. Le député du territoire qui existe depuis la création du canton siège depuis le printemps.
 50. La peinture du plafond qui penche vers le fond du couloir sèche depuis le midi.

Condition violation lourde charge de traitement

1. Le chien du boucher qui reste dans le salon du dort sur le sol.
2. Le patron du garagiste qui attend dans le parloir du fume avec le mécanicien.
3. Le fils du préposé qui parle devant un auditoire du bégaie sans le micro.
4. Le journal du romancier qui revient de la fête du brûle dans le foyer.
5. Le bébé du passager qui somnole sur la banquette du éternue dans le mouchoir.
6. La maladie du patient qui réside dans la chambre du évolue depuis un an.
7. La bombe du bandit qui entre dans le musée du explose sans le détonateur.
8. La fillette du brigadier qui proteste devant la classe du ment avec le sourire.
9. La victime du malfaiteur qui croupit dans la cellule du faiblit depuis le crime.
10. La clause du contrat qui traite de la location du expire dans une semaine.
11. La candidate du comté qui figure dans la carte du repasse dans la soirée.
12. Le film du musicien qui pianote sur le comptoir du débute dans une minute.
13. La femme du comédien qui tombe durant la scène du accouche devant le médecin.
14. Le tronc du bouleau qui repose dans le fossé du pourrit avec le chêne.
15. Le bolide du pilote qui paraît dans le haut du freine devant le hangar.
16. Le bétail du cultivateur qui demeure dans le fond du ralentit devant le convoi.
17. La copine du facteur qui passe dans le secteur du mange devant la télévision.
18. La chèvre du berger qui déambule dans le milieu du galope devant le loup.
19. Le garçon du professeur qui siffle dans le cours du travaille depuis une demi-heure.
20. Le clown du cirque qui loge dans la tente du jongle devant le passant.
21. Le cheval du gendarme qui patrouille devant le domaine du broute devant la caserne.
22. La vedette du spectacle qui commence dans la tour du chante devant le public.
23. La lumière du corridor qui mène dans la salle du clignote depuis un moment.
24. Le joint du tuyau qui descend dans le drain du fuit depuis le gel.
25. Le pneu du camion qui monte dans la côte du éclate dans la rue.
26. Le vainqueur du tournoi qui finit dans la palestres du hurle devant la foule.
27. Le flûtiste du trio qui joue dans le jardin du improvise devant la cour.
28. La pâte du gâteau qui apparaît dans le recueil du durcit dans le bol.
29. La présidente du sénat qui discute dans le local du réécrit dans le carnet.
30. La jambe du défenseur qui languit dans la toilette du enfle depuis le choc.
31. Le moteur du taxi qui arrive dans le passage du étouffe dans la pente.

32. La sauce du pouding qui réchauffe dans le micro-ondes du fige dans la soucoupe.
33. La prise du four qui sert à la combustion du fonctionne depuis la réparation.
34. Le coût du pétrole qui provient de la région du augmente depuis la crise.
35. La soupe du cuisinier qui reste depuis la démission du mijote depuis un instant.
36. La tomate du potager qui est devant la haie du mûrit dans le placard.
37. La coiffeuse du patelin qui grossit depuis la construction du nage dans le lac.
38. Le bateau du terroriste qui résiste devant la ténacité du navigue devant le port.
39. La vache du fermier qui habite devant la porcherie du trébuché devant le danger.
40. La violoniste du club qui vient dans le cadre du hésite depuis la tournée.
41. Le bambin du gardien qui marche devant la résidence du pleure depuis la mésaventure.
42. Le champion du triathlon qui court devant la charpente du boite depuis le départ.
43. La valeur du dollar qui s'échange à la bourse du progresse depuis une décennie.
44. Le tracteur du chantier qui nuit à la paix du recule devant la grange.
45. Le gamin du pensionnat qui figure dans le palmarès du maugrée depuis la visite.
46. La cloche du gymnase qui sert à la tenue du résonne dans le collège.
47. La collègue du chercheur qui écrit devant la cabine du rêvasse devant la fenêtre.
48. La comptable du syndicat qui manifeste dans le hall du panique devant le budget.
49. Le député du territoire qui existe depuis la création du siège depuis le printemps.
50. La peinture du plafond qui penche vers le fond du sèche depuis le midi.

Distracteurs lourde charge de traitement

1. Le rapport de l'agent qui s'occupe de la résolution du crime concorde avec le contexte.
2. Le confrère du policier qui s'acharne sur le coupable du vol part dans un instant.
3. La jupe de l'infirmière qui revient de la pharmacie de l'hôpital pend sur la corde.
4. Le problème du chômage qui sévit chez les jeunes du quartier régresse dans la nation.
5. La caisse du plombier qui monte dans le fourgon du véhicule cogne contre la portière.
6. La sonnerie du cadran qui sonne depuis la chambre du fond retentit dans la maison.
7. La serveuse du bistrot qui contribue à la vie du secteur lit contre le bar.

8. Le régiment du sergent qui décide de la stratégie de guerre attaque avec un allié.
9. Le stagiaire du docteur qui opère dans une clinique du public participe à la réunion.
10. Le concierge du centre qui loue à des malades du cancer rouspète contre le locataire.
11. La finaliste du concours qui porte sur les droits de l'homme étudie avant le débat.
12. Le conjoint de l'avocate qui plaide devant le tribunal de commerce lutte contre le cancer.
13. La force du lutteur qui saigne de la lèvre du bas varie selon la période.
14. Le chauffeur du blindé qui descend dans la vallée du fleuve vire sur la gauche.
15. La responsable du camping qui dispose de deux acres de terrain trinque avec le sauveteur.
16. Le chariot du projecteur qui sert à la projection de vidéos verse sur le côté.
17. La dirigeante de l'entreprise qui innove dans le domaine du design réfléchit à la proposition.
18. La chemise du petit qui s'amuse dans la cour du voisin trempe dans le lavabo.
19. La veste du couturier qui collabore à la préparation du défilé contraste avec le tailleur.
20. Le sac de l'itinérant qui marche devant le kiosque du parc virevolte sur le trottoir.
21. Le repas du technicien qui s'affaire à la réparation de l'ordinateur refroidit sur le comptoir.
22. La couleur du chandail qui est dans la vitrine du commerce tire sur le gris.
23. Le tableau du peintre qui vit sur le littoral du bassin tient contre le mur.
24. La sœur du machiniste qui sympathise avec la secrétaire du dentiste profite de la vente.
25. Le témoin du procureur qui intervient dans la défense de l'accusé témoigne devant le jury.
26. Le cabinet du ministre qui réfléchit sur le lieu de l'hôpital statue sur la question.
27. Le détective de l'enquête qui porte sur les magouilles du programme spéculé sur la fraude.
28. La chatte du paysan qui vit sur le sommet du mont grimpe sur le toit.
29. Le frère de l'enfant qui saute sur le trampoline du centre s'entraîne à la barre.
30. La voiture du voleur qui croule sous les dettes de drogue accélère dans la courbe.
31. La couverture du livre qui traîne sur la table du salon gondole sous le verre.
32. Le plan du détenu qui tombe dans la cave du pénitencier échoue par sa faute.
33. La partenaire de l'espion qui fouille dans le dossier du projet guette par la fenêtre.
34. Le magasin du marchand qui est devant la clinique du coin rouvre dans une heure.
35. Le braconnier du boisé qui habite avec la vendeuse de l'épicerie chasse dans la forêt.

36. La glace du canal qui bifurque vers la ville de banlieue fond dans le fleuve.
37. La pendule de l'horloge qui pend sur le mur du boudoir reluit sur la vitre.
38. La complice du voyou qui cogne à la porte du repaire déguerpit devant le témoin.
39. La digue du barrage qui relève de la compagnie de bois cède dans la vallée.
40. Le caméraman du reporter qui avance devant la cache du trafiquant tremble devant le refuge.
41. La graisse du manège qui tourne dans le parc du quartier tombe sur le gazon.
42. Le vendeur du dépanneur qui traite avec le détaillant du supermarché plaisante avec le client.
43. Le métal du calorifère qui chauffe sous la fenêtre du bureau rouille sur le plancher.
44. La concurrente du parti qui lutte contre la peine de mort ressort de la conférence.
45. Le membre du comité qui décide de la poursuite du plan vote sur le projet.
46. La balle du joueur qui entre dans la zone du but rebondit sur le poteau.
47. La copie du document qui traîne sur la chaise du notaire porte sur la vente.
48. Le disque du chanteur qui danse sur la pochette du livret saute dans le lecteur.
49. Le caniche du pianiste qui pratique sur la scène du cabaret jappe pendant la répétition.
50. La camarade du participant qui déroge à la règle du jeu sévit contre le tricheur.

Annexe IV

Stimuli de l'expérience de la violation d'attentes

Condition contrôle

1. Marie accompagne le riche marchand avec joie.
2. Marc punit le petit enfant avec colère.
3. Pierre frappe le gros gangster avec difficulté.
4. Jeanne accueille la pauvre mendicante avec pitié.
5. Justine soigne le malheureux soldat avec délicatesse.
6. Paul soutient le faible vieillard avec compassion.
7. Amélie embrasse le brave héros avec fougue.
8. Julien guette le curieux badaud avec méfiance.
9. Sophie attaque la méchante ivrogne avec vigueur.
10. Mathieu encourage le meilleur joueur avec entrain.
11. Anne convainc la grande assistante avec persuasion.
12. François vole la belle bague avec rapidité.
13. Christian séduit la coquette dame avec habileté.
14. Félix choisit la jolie toile avec hésitation.
15. Julie repousse la laide araignée avec dédain.
16. Maxime regarde la mignonne étudiante avec intérêt.
17. Mylène soulève la lourde boîte avec peine.
18. Chantal copie la mauvaise version avec distraction.
19. Richard évite le dangereux criminel avec adresse.
20. Hélène aide le misérable infirme avec attention.
21. Mélanie craint la sournoise collègue avec suspicion.
22. Catherine reçoit le galant étranger avec indifférence.
23. Jacques nourrit le chétif bébé avec soin.
24. Martin rassure la maigre caissière avec ardeur.
25. Isabelle engueule la sotte secrétaire avec fureur.
26. Jonathan embête le fervent amateur avec finesse.
27. Karine aime la sobre robe avec réserve.
28. Patrick mesure la profonde grotte avec précision.
29. Johanne coupe la longue tige avec précaution.
30. Éric affronte le violent ennemi avec dureté.
31. Sandra attire le ténébreux passant avec charme.
32. Jérémie abat la puissante panthère avec agilité.
33. Nicolas sort le désagréable élève avec énergie.
34. Roxanne conserve la fraîche boisson avec vigilance.
35. Sylvain félicite le jeune stagiaire avec fierté.
36. Carole renvoie le nouveau commis avec déception.
37. Vincent lave le sale drap avec négligence.
38. Nicole boit la froide liqueur avec dégoût.
39. Luc trompe le naïf client avec facilité.
40. Maryse prend le prochain avion avec retard.
41. Étienne examine la précédente collection avec application.
42. Myriam rejoint le dernier concurrent avec agitation.

43. Antoine expulse le fanatique activiste avec brutalité.
44. Sylvie humilie le lâche individu avec intensité.
45. Ghislain protège le timide adolescent avec dévouement.
46. Judith déjoue la malicieuse rivale avec aisance.
47. Mylène applaudit le courageux sauveteur avec frénésie.
48. Frédéric sermonne la maladroite vendeuse avec amertume.
49. Karine coiffe la vieille infirmière avec goût.
50. Stéphane détecte la fausse pierre avec doigté.

Condition cible

1. Marie accompagne le riche avec joie.
2. Marc punit le petit avec colère.
3. Pierre frappe le gros avec difficulté.
4. Jeanne accueille la pauvre avec pitié.
5. Justine soigne le malheureux avec délicatesse.
6. Paul soutient le faible avec compassion.
7. Amélie embrasse le brave avec fougue.
8. Julien guette le curieux avec méfiance.
9. Sophie attaque la méchante avec vigueur.
10. Mathieu encourage le meilleur avec entrain.
11. Anne convainc la grande avec persuasion.
12. François vole la belle avec rapidité.
13. Christian séduit la coquette avec habileté.
14. Félix choisit la jolie avec hésitation.
15. Julie repousse la laide avec dédain.
16. Maxime regarde la mignonne avec intérêt.
17. Mylène soulève la lourde avec peine.
18. Chantal copie la mauvaise avec distraction.
19. Richard évite le dangereux avec adresse.
20. Hélène aide le misérable avec attention.
21. Mélanie craint la sournoise avec suspicion.
22. Catherine reçoit le galant avec indifférence.
23. Jacques nourrit le chétif avec soin.
24. Martin rassure la maigre avec ardeur.
25. Isabelle engueule la sotte avec fureur.
26. Jonathan embête le fervent avec finesse.
27. Karine aime la sobre avec réserve.
28. Patrick mesure la profonde avec précision.
29. Johanne coupe la longue avec précaution.
30. Éric affronte le violent avec dureté.
31. Sandra attire le ténébreux avec charme.
32. Jérémie abat la puissante avec agilité.

33. Nicolas sort le désagréable avec énergie.
34. Roxanne conserve la fraîche avec vigilance.
35. Sylvain félicite le jeune avec fierté.
36. Carole renvoie le nouveau avec déception.
37. Vincent lave le sale avec négligence.
38. Nicole boit la froide avec dégoût.
39. Luc trompe le naïf avec facilité.
40. Maryse prend le prochain avec retard.
41. Étienne examine la précédente avec application.
42. Myriam rejoint le dernier avec agitation.
43. Antoine expulse le fanatique avec brutalité.
44. Sylvie humilie le lâche avec intensité.
45. Ghislain protège le timide avec dévouement.
46. Judith déjoue la malicieuse avec aisance.
47. Mylène applaudit le courageux avec frénésie.
48. Frédéric sermonne la maladroite avec amertume.
49. Karine coiffe la vieille avec goût.
50. Stéphane détecte la fausse avec doigté.

Distracteurs 1 (phrases incorrectes)

1. Michel change la convenable laconique avec résistance.
2. Guy surveille le désirable postal avec désolation.
3. Louise gratte la graduelle enflée avec douleur.
4. Line observe le latent matinal avec mépris.
5. Mario traite la ponctuelle célèbre avec rudesse.
6. Bruno gagne le gluant argenté avec bonheur.
7. Olivier perce la massive épaisse avec effort.
8. Audrey modifie le crémeux linéaire avec astuce.
9. Sonia envoie la rigide urgente avec empressement.
10. Brigitte brise le fragile précieux avec imprudence.
11. Sarah étend la fine satinée avec minutie.
12. Philippe bouge le robuste pesant avec ennui.
13. Jacinthe flatte la docile agressive avec crainte.
14. Francis imprime le sérieux important avec hâte.
15. David lance la vide dure avec véhémence.
16. Lucie refuse le bon copieux avec regret.
17. Yves tire la solide difficile avec maladresse.
18. Carmen trouve le laborieux exigü avec déduction.
19. Mireille coud la courte sobre avec finesse.
20. Bernard emporte le sensible majeur avec discrétion.
21. Pascal reporte la sublime épineuse avec sagesse.
22. Rachel brasse le compact salé avec vivacité.

23. Manon organise la superbe formidable avec réserve.
24. Simon fournit le vital nécessaire avec générosité.
25. André invite la digne réputée avec civilité.
26. Lorraine offre le délectable exquis avec amabilité.
27. Roland supporte la subtile énorme avec courage.
28. Claire signe le juste légal avec confiance.
29. Rémi termine la lente productive avec succès.
30. Cynthia traduit le rare concis avec clarté.
31. Laurent confirme la parfaite absurde avec stupeur.
32. Diane complète le perspicace nébuleux avec souci.
33. Robert gonfle la colossale démesurée avec indécence.
34. France menace le poli malhabile avec futilité.
35. Carl ignore la cruelle odieuse avec désintérêt.
36. Suzanne ouvre le cassable plein avec prudence.
37. Céline peint la confortable spacieuse avec style.
38. Yann finit le terrible abstrait avec brio.
39. Georges suit la candide adéquate avec jugement.
40. Vanessa répète le monotone accrocheur avec allégresse.
41. Francine quitte la minuscule obscure avec fracas.
42. Nancy guide le vrai distrait avec endurance.
43. René garde la première principale avec zèle.
44. Serge fixe le dense croche avec fermeté.
45. Alex franchit la haute barbelée avec anxiété.
46. Daniel enfonce le souple instable avec obstination.
47. Cathie explique la grave tragique avec calme.
48. Annick verse le juteux écrémé avec modération.
49. Gilbert dépose la friable effilée avec douceur.
50. Christine avertit le frêle efficace avec angoisse.

Distracteurs 2 (phrases correctes)

1. Michel change la préposée laconique avec résistance.
2. Guy surveille le convoi postal avec désolation.
3. Louise gratte la plaie enflée avec douleur.
4. Line observe le joggeur matinal avec mépris.
5. Mario traite la vedette célèbre avec rudesse.
6. Bruno gagne le trophée argenté avec bonheur.
7. Olivier perce la planche épaisse avec effort.
8. Audrey modifie le tracé linéaire avec astuce.
9. Sonia envoie la lettre urgente avec empressement.
10. Brigitte brise le vase précieux avec imprudence.
11. Sarah étend la nappe satinée avec minutie.
12. Philippe bouge le meuble pesant avec ennui.

13. Jacinthe flatte la chatte agressive avec crainte.
14. Francis imprime le document important avec hâte.
15. David lance la pierre dure avec véhémence.
16. Lucie refuse le dessert copieux avec regret.
17. Yves tire la corde difficile avec maladresse.
18. Carmen trouve le chemin exigü avec déduction.
19. Mireille coud la chemise courte avec finesse.
20. Bernard emporte le livre majeur avec discrétion.
21. Pascal reporte la décision épineuse avec sagesse.
22. Rachel brasse le ragoût salé avec vivacité.
23. Manon organise la réception formidable avec goût.
24. Simon fournit le matériel nécessaire avec générosité.
25. André invite la ministre réputée avec civilité.
26. Lorraine offre le vin exquis avec amabilité.
27. Roland supporte la pression énorme avec courage.
28. Claire signe le contrat légal avec confiance.
29. Rémi termine la recherche productive avec succès.
30. Cynthia traduit le résumé concis avec clarté.
31. Laurent confirme la rumeur absurde avec stupeur.
32. Diane complète le sondage nébuleux avec souci.
33. Robert gonfle la facture démesurée avec indécence.
34. France menace le serveur malhabile avec futilité.
35. Carl ignore la remarque odieuse avec désintéret.
36. Suzanne ouvre le contenant plein avec prudence.
37. Céline peint la chambre spacieuse avec style.
38. Yann finit le tableau abstrait avec brio.
39. Georges suit la suggestion adéquate avec jugement.
40. Vanessa répète le slogan accrocheur avec allégresse.
41. Francine quitte la salle obscure avec fracas.
42. Nancy guide le groupe distrait avec endurance.
43. René garde la porte principale avec zèle.
44. Serge fixe le cadre croche avec fermeté.
45. Alex franchit la barrière barbelée avec anxiété.
46. Daniel enfonce le piquet instable avec obstination.
47. Cathie explique la situation tragique avec calme.
48. Annick verse le lait écrémé avec modération.
49. Gilbert dépose la cruche effilée avec douceur.
50. Christine avertit le gardien efficace avec angoisse.

Annexe V

Effets et interactions entre conditions fin de phrase (expérience de la co-occurrence de processus)

Les effets ou interactions des conditions contrôle vs violation en fin de phrase (avant et après décompositions) qui se sont avérés significatifs ont une valeur de signification en gras. Les décompositions des effets ou interactions principaux sont indiquées en italique.

Effets et interactions par fenêtre de temps	<i>F</i>	<i>ddl; ddl_E</i>	<i>CM_E</i>	<i>Sign. (p)</i>
<i>80 – 150 ms</i>				
Aucun	--	--	--	--
<i>150 – 270 ms</i>				
Gram x ACP	15,36	2;44	0,31	< 0,001
<i>Gram x Antérieur</i>	<i>1,30</i>	<i>1;27</i>	<i>1,73</i>	<i>0,265</i>
<i>Gram x Central</i>	<i>1,05</i>	<i>1;27</i>	<i>2,04</i>	<i>0,315</i>
<i>Gram x Postérieur</i>	<i>5,27</i>	<i>1;27</i>	<i>3,30</i>	0,030
Hém x ACP	5,81	2;44	0,83	0,013
<i>Hém x Antérieur</i>	<i>5,69</i>	<i>1;27</i>	<i>0,89</i>	0,024
<i>Hém x Central</i>	<i>13,13</i>	<i>1;27</i>	<i>0,57</i>	0,001
<i>Hém x Postérieur</i>	<i>3,91</i>	<i>1;27</i>	<i>0,68</i>	<i>0,058</i>
Gram x Elec	7,71	4;88	0,73	0,001
<i>Gram x Fz</i>	<i>< 1</i>			
<i>Gram x FCz</i>	<i>< 1</i>			
<i>Gram x Cz</i>	<i>2,92</i>	<i>1;27</i>	<i>2,21</i>	<i>0,099</i>
<i>Gram x CPz</i>	<i>3,70</i>	<i>1;27</i>	<i>2,87</i>	<i>0,065</i>
<i>Gram x Pz</i>	<i>3,45</i>	<i>1;27</i>	<i>2,52</i>	<i>0,074</i>
<i>370 – 470 ms</i>				
Gram x Hém x ACP	4,82	2;44	0,19	0,019
<i>Gram x Hém G x Antérieur</i>	<i>< 1</i>			
<i>Gram x Hém D x Antérieur</i>	<i>1,28</i>	<i>1;27</i>	<i>2,64</i>	<i>0,268</i>
<i>Gram x Hém G x Central</i>	<i>10,75</i>	<i>1;27</i>	<i>1,90</i>	0,003
<i>Gram x Hém D x Central</i>	<i>< 1</i>			
<i>Gram x Hém G x Postérieur</i>	<i>7,09</i>	<i>1;27</i>	<i>3,54</i>	0,013
<i>Gram x Hém D x Postérieur</i>	<i>1,10</i>	<i>1;27</i>	<i>4,21</i>	<i>0,304</i>
<i>Gram x Elec</i>	<i>5,62</i>	<i>4;88</i>	<i>1,75</i>	0,013
<i>500 – 600 ms</i>				
Gram x Hém x ACP	4,30	2;42	0,39	0,035
<i>Gram x Hém G x Antérieur</i>	<i>48,05</i>	<i>1;26</i>	<i>3,03</i>	< 0,001
<i>Gram x Hém D x Antérieur</i>	<i>42,43</i>	<i>1;26</i>	<i>3,03</i>	< 0,001
<i>Gram x Hém G x Central</i>	<i>26,22</i>	<i>1;26</i>	<i>3,46</i>	< 0,001
<i>Gram x Hém D x Central</i>	<i>29,66</i>	<i>1;26</i>	<i>4,83</i>	< 0,001

<i>Gram x Hém G x 2,11</i>		<i>1;26</i>	<i>7,78</i>	<i>0,159</i>
<i>Postérieur</i>				
<i>Gram x Hém D x 3,47</i>		<i>1;26</i>	<i>10,25</i>	<i>0,074</i>
<i>Postérieur</i>				
<i>Gram (Élec)</i>	<i>59,24</i>	<i>1;21</i>	<i>34,54</i>	<i>< 0,001</i>
<i>650 – 800 ms</i>				
<i>Gram x ACP</i>	<i>23,41</i>	<i>2;44</i>	<i>3,40</i>	<i>< 0,001</i>
<i>Gram x Antérieur</i>	<i>1,19</i>	<i>1;27</i>	<i>13,84</i>	<i>0,285</i>
<i>Gram x Central</i>	<i>4,87</i>	<i>1;27</i>	<i>10,67</i>	<i>0,036</i>
<i>Gram x Postérieur</i>	<i>27,55</i>	<i>1;27</i>	<i>17,37</i>	<i>< 0,001</i>
<i>Hém x ACP</i>	<i>7,21</i>	<i>2;44</i>	<i>0,87</i>	<i>0,007</i>
<i>Hém x Antérieur</i>	<i>8,26</i>	<i>1;27</i>	<i>1,22</i>	<i>0,008</i>
<i>Hém x Central</i>	<i>14,15</i>	<i>1;27</i>	<i>0,31</i>	<i>0,001</i>
<i>Hém x Postérieur</i>	<i>< 1</i>			
<i>Gram x Élec</i>	<i>18,64</i>	<i>4;88</i>	<i>2,95</i>	<i>< 0,001</i>
<i>Gram x Fz</i>	<i>< 1</i>			
<i>Gram x FCz</i>	<i>< 1</i>			
<i>Gram x Cz</i>	<i>3,60</i>	<i>1;27</i>	<i>12,45</i>	<i>0,068</i>
<i>Gram x CPz</i>	<i>12,66</i>	<i>1;27</i>	<i>13,22</i>	<i>0,001</i>
<i>Gram x Pz</i>	<i>21,60</i>	<i>1;27</i>	<i>12,41</i>	<i>< 0,001</i>

Légende : ACP : antériorité/centralité/postériorité
 Élec : électrode médiane
 Gram : grammaticalité
 Hém : électrodes de l'hémisphère (G : gauche; D : droit).

Annexe VI

Effets et interactions entre conditions milieu de phrase (expérience de la co-occurrence de processus)

Les effets ou interactions des conditions contrôle vs violation en milieu de phrase (avant et après décompositions) qui se sont avérés significatifs ont une valeur de signification en gras. Les décompositions des effets ou interactions principaux sont indiquées en italique.

Effets et interactions par fenêtre de temps	<i>F</i>	<i>ddl; ddl_E</i>	<i>CM_E</i>	<i>Sign. (p)</i>
<i>80 – 150 ms</i>				
Aucun	--	--	--	--
<i>150 – 270 ms</i>				
Gram x ACP	5,28	2;44	0,37	0,020
<i>Gram x Antérieur</i>	< 1			
<i>Gram x Central</i>	4,54	1;27	2,17	0,042
<i>Gram x Postérieur</i>	10,27	1;27	1,76	0,003
Hém x ACP	9,75	2;44	0,85	0,001
<i>Hém x Antérieur</i>	12,83	1;27	0,92	0,001
<i>Hém x Central</i>	12,04	1;27	0,57	0,042
<i>Hém x Postérieur</i>	2,21	1;27	0,56	0,149
Gram x Élec	3,50	4;88	0,57	0,042
<i>Gram x Fz</i>	< 1			
<i>Gram x FCz</i>	< 1			
<i>Gram x Cz</i>	3,75	1;27	2,56	0,063
<i>Gram x CPz</i>	7,14	1;27	2,29	0,013
<i>Gram x Pz</i>	7,69	1;27	1,95	0,010
<i>370 – 470 ms</i>				
Gram x ACP	7,83	2;44	0,62	0,005
<i>Gram x Antérieur</i>	1,17	1;27	4,20	0,289
<i>Gram x Central</i>	17,60	1;27	3,92	< 0,001
<i>Gram x Postérieur</i>	20,70	1;27	3,94	< 0,001
Gram x Élec	6,96	4;88	0,73	0,005
<i>Gram x Fz</i>	1,23	1;27	3,37	0,277
<i>Gram x FCz</i>	6,22	1;27	3,31	0,019
<i>Gram x Cz</i>	18,40	1;27	2,49	< 0,001
<i>Gram x CPz</i>	23,09	1;27	2,96	0,001
<i>Gram x Pz</i>	27,07	1;27	2,58	< 0,001
<i>500 – 600 ms</i>				
Gram	7,83	1;21	10,49	0,011
Hém	5,85	1;21	0,63	0,025
Gram x Élec	4,71	4;84	1,09	0,025
<i>Gram x Fz</i>	22,39	1;26	4,14	< 0,001
<i>Gram x FCz</i>	37,03	1;26	4,84	< 0,001

<i>Gram x Cz</i>	29,93	1;26	4,35	< 0,001
<i>Gram x CPz</i>	17,45	1;26	3,92	< 0,001
<i>Gram x Pz</i>	10,85	1;26	4,63	0,003
<i>650 – 800 ms</i>				
<i>Gram x ACP</i>	39,48	2;44	1,67	< 0,001
<i>Gram x Antérieur</i>	1,01	1;27	5,79	0,325
<i>Gram x Central</i>	26,32	1;27	3,65	< 0,001
<i>Gram x Postérieur</i>	46,01	1;27	8,34	< 0,001
<i>Hém x ACP</i>	5,67	2;44	0,73	0,012
<i>Hém x Antérieur</i>	5,87	1;27	0,80	0,022
<i>Hém x Central</i>	6,96	1;27	0,64	0,014
<i>Hém x Postérieur</i>	1,25	1;27	0,84	0,273
<i>Gram x Élec</i>	31,81	4;88	1,52	< 0,001
<i>Gram x Fz</i>	< 1			
<i>Gram x FCz</i>	1,89	1;27	6,04	0,181
<i>Gram x Cz</i>	9,39	1;27	5,31	0,005
<i>Gram x CPz</i>	26,48	1;27	5,43	< 0,001
<i>Gram x Pz</i>	37,73	1;27	6,50	< 0,001

Légende : ACP : antériorité/centralité/postériorité

Élec : électrode médiane

Gram : grammaticalité

Hém : hémisphère.

Annexe VII

**Effets et interactions entre conditions lourde charge de traitement
(expérience de la mémoire de travail verbale)**

Les effets ou interactions des conditions contrôle vs violation lourde charge de traitement (avant et après décompositions) qui se sont avérés significatifs ont une valeur de signification en gras. Les décompositions des effets ou interactions principaux sont indiquées en italique.

Effets et interactions par fenêtre de temps	<i>F</i>	<i>ddl; ddl_E</i>	<i>CM_E</i>	<i>Sign. (p)</i>
<i>80 – 150 ms</i>				
Aucun	--	--	--	--
<i>150 – 270 ms</i>				
Gram x ACP	4,85	2;44	0,63	0,028
<i>Gram x Antérieur</i>	< 1			
<i>Gram x Central</i>	< 1			
<i>Gram x Postérieur</i>	10,15	1;27	1,45	0,004
Hém x ACP	11,39	2;44	0,50	0,001
<i>Hém x Antérieur</i>	13,25	1;27	0,57	0,001
<i>Hém x Central</i>	13,09	1;27	0,45	0,001
<i>Hém x Postérieur</i>	8,30	1;27	0,79	0,008
Gram x Elec x Empan	3,43	8;88	0,91	0,024
<i>Gram x CPz x Empan élevé</i>	6,66	1;10	3,11	0,027
<i>Gram x Pz x Empan élevé</i>	14,39	1;10	2,31	0,004
<i>370 – 470 ms</i>				
Gram x ACP	18,16	2;44	0,82	< 0,001
<i>Gram x Antérieur</i>	1,23	1;27	6,27	0,278
<i>Gram x Central</i>	31,35	1;27	3,66	< 0,001
<i>Gram x Postérieur</i>	50,62	1;27	3,32	< 0,001
Gram x Elec	10,18	4;88	0,96	0,001
<i>Gram x Fz</i>	5,42	1;27	3,67	0,028
<i>Gram x FCz</i>	17,28	1;27	3,98	< 0,001
<i>Gram x Cz</i>	30,60	1;27	3,73	< 0,001
<i>Gram x CPz</i>	41,43	1;27	3,52	< 0,001
<i>Gram x Pz</i>	39,58	1;27	3,68	< 0,001
<i>500 – 600 ms</i>				
Gram x Hém x ACP	7,93	2;40	0,30	0,004
<i>Gram x Hém G x Antérieur</i>	7,51	1;25	2,85	0,011
<i>Gram x Hém D x Antérieur</i>	3,66	1;25	2,95	0,067
<i>Gram x Hém G x Central</i>	< 1			
<i>Gram x Hém D x Central</i>	1,21	1;25	2,40	0,281
<i>Gram x Hém G x Postérieur</i>	< 1			
<i>Gram x Hém D x Postérieur</i>	1,15	1;25	3,24	0,294

<i>Postérieur</i>				
Gram x Élec	7,67	4;80	1,12	0,002
Gram x Fz	14,76	1;25	4,56	0,001
Gram x FCz	18,04	1;25	4,72	< 0,001
Gram x Cz	7,26	1;25	5,59	0,012
Gram x CPz	2,34	1;25	4,98	0,139
Gram x Pz	< 1			
<i>650 – 800 ms</i>				
Gram x ACP	36,85	2;44	1,20	< 0,001
Gram x Antérieur	1,68	1;27	6,46	0,205
Gram x Central	22,88	1;27	7,82	< 0,001
Gram x Postérieur	50,30	1;27	9,96	< 0,001
Hém x ACP	5,39	2;44	0,82	0,019
Hém x Antérieur	8,29	1;27	1,05	0,008
Hém x Central	2,67	1;27	0,38	0,114
Hém x Postérieur	< 1			
Gram x Élec	14,50	4;88	1,87	< 0,001
Gram x Fz	6,90	1;27	4,48	0,014
Gram x FCz	16,05	1;27	5,47	< 0,001
Gram x Cz	19,72	1;27	8,13	< 0,001
Gram x CPz	27,79	1;27	9,93	< 0,001
Gram x Pz	36,04	1;27	9,93	< 0,001

Légende : ACP : antériorité/centralité/postériorité

Élec : électrode médiane

Gram : grammaticalité

Hém : électrodes de l'hémisphère (G : gauche; D : droit).

Annexe VIII

Effets et interactions entre conditions contrôle et cible (expérience de la violation d'attentes)

Les effets ou interactions des conditions contrôle vs cible (avant et après décompositions) qui se sont avérés significatifs ont une valeur de signification en gras. Les décompositions des effets ou interactions principaux sont indiquées en italique.

Effets et interactions par fenêtre de temps	<i>F</i>	<i>ddl; ddl_E</i>	<i>CM_E</i>	<i>Sign. (p)</i>
<i>80 – 150 ms</i>				
Hém	4,51	1;20	1,65	0,046
ACP	8,99	2;40	2,87	0,006
<i>150 – 270 ms</i>				
Cond x Elec	3,72	5;85	1,33	0,040
<i>Cond x Fz</i>	3,77	<i>1;21</i>	2,35	<i>0,066</i>
<i>Cond x FCz</i>	8,16	<i>1;21</i>	3,63	0,009
<i>Cond x Cz</i>	10,26	<i>1;21</i>	5,07	0,004
<i>Cond x CPz</i>	10,78	<i>1;21</i>	6,08	0,004
<i>Cond x Pz</i>	3,00	<i>1;21</i>	8,01	<i>0,094</i>
<i>Cond x POz</i>	< 1			
<i>270 – 350 ms</i>				
Cond	25,31	1;20	9,23	< 0,001
Cond (Elec)	32,33	1;19	25,73	< 0,001
<i>360 - 460 ms</i>				
Cond x Hém	4,54	1;21	0,49	0,045
<i>Cond x Hém G</i>	<i>1,32</i>	<i>1;26</i>	1,95	<i>0,260</i>
<i>Cond x Hém D</i>	< 1			
ACP x Empan	2,98	4;42	0,54	0,006
Cond x Elec	6,02	5;95	0,88	0,002
<i>Cond x Fz</i>	<i>1,77</i>	<i>1;23</i>	5,26	<i>0,196</i>
<i>Cond x FCz</i>	<i>2,23</i>	<i>1;23</i>	7,19	<i>0,149</i>
<i>Cond x Cz</i>	< 1			
<i>Cond x CPz</i>	< 1			
<i>Cond x Pz</i>	< 1			
<i>Cond x POz</i>	< 1			
Elec x Empan	3,41	10;95	1,36	0,016
<i>500 – 600 ms</i>				
Cond x Hém x ACP	3,30	2;40	0,24	0,048
<i>Cond x Hém G x Antérieur</i>	< 1			
<i>Cond x Hém D x Antérieur</i>	< 1			
<i>Cond x Hém G x Central</i>	2,40	<i>1;25</i>	1,20	<i>0,134</i>
<i>Cond x Hém D x Central</i>	< 1			
<i>Cond x Hém G x Postérieur</i>	< 1			

<i>Cond x Hém D x Postérieur</i>	<i>< 1</i>			
Élec	5,18	5;95	3,84	0,019

Légende : ACP : antériorité/centralité/postériorité
 Cond : condition
 Élec : électrode médiane
 Hém : électrodes de l'hémisphère (G : gauche; D : droit).