



HAL
open science

Production du verbe dans le vieillissement normal et les pathologies du mouvement : analyses quantitatives et qualitatives

Nicolas Auzou

► **To cite this version:**

Nicolas Auzou. Production du verbe dans le vieillissement normal et les pathologies du mouvement : analyses quantitatives et qualitatives. Psychologie. Université de Bordeaux, 2018. Français. NNT : 2018BORD0304 . tel-03039643

HAL Id: tel-03039643

<https://theses.hal.science/tel-03039643>

Submitted on 4 Dec 2020

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

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

THÈSE PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
Mention PSYCHOLOGIE
ÉCOLE DOCTORALE Sociétés, Politique, Santé Publique

Présentée et soutenue publiquement par

NICOLAS AUZOU

Le 3 décembre 2018

**Production du verbe dans le vieillissement normal et les
pathologies du mouvement : analyses quantitatives et
qualitatives**

Sous la direction de Stéphanie MATHEY

Membres du jury

Mme MORONI Christine	PR, Université de Lille 3, France	Rapporteur
M.VÉRIN Marc	PR, Université de Rennes, France	Rapporteur
M.GUEHL Dominique	PR, Université de Bordeaux, France	Président du jury
Mme MATHEY Stéphanie	PR, Université de Bordeaux, France	Directrice de Thèse

Remerciements

Un grand merci à ma directrice de thèse, Stéphanie Mathey. Tu encadres mes travaux depuis maintenant une dizaine d'années, en m'encourageant et me soutenant. Merci de ta disponibilité, de ta compréhension et de ta confiance. Tes conseils et ton expertise m'ont permis de m'épanouir au niveau scientifique et universitaire. Je t'en suis reconnaissant et espère que notre collaboration s'enrichira de nombreux nouveaux projets.

Merci aux Professeurs Christine Moroni et Marc Vérin d'avoir accepté d'évaluer ce travail. Merci également au Professeur Guehl d'avoir accepté de faire partie du jury et de m'avoir permis de travailler auprès des patients atteints de tremblement essentiel.

Je tiens à exprimer une profonde gratitude aux Professeurs Meissner et Tison qui m'ont autorisé à m'investir dans ce travail de longue haleine, tout en m'accordant leur confiance quant à mon implication au sein de l'Institut des Maladies Neurodégénératives et du Centre Expert Parkinson.

Un grand merci au Dr Foubert-Samier de m'avoir permis de réaliser mes études auprès des patients qu'elle suit.

Un merci à Olivier de m'avoir aidé à initier de nombreux projets au sein du CHU.

Merci à mes deux collègues Marion et Marie, qui ont grandement facilité ma vie professionnelle ces dernières années. Vous avez encaissé pas mal de coups pour moi et je serai vous rendre la pareille. Une pensée également pour de nombreux professionnels de l'IMN pour leurs sourires quotidiens : Marie-Claire, Marie-Laurence, Nathalie L, Marie-Annick, Nathalie DP, Sandrine V, Sandrine D, Julie, Fabrice, Brice, Vincent, Pierre, Aude, Virginie et Sophie.

Merci à Claire et Christelle pour cette collaboration, vos conseils m'ont été précieux.

Merci à Solenne, sans toi je ne serais certainement pas arrivé à bout de Limesurvey.

Merci à Virginie d'avoir accepté de faire partie de mon comité de suivi, merci pour tes questions qui ont toujours su me pousser vers d'autres.

Un grand merci à l'ensemble des participants de l'Office Aquitain de Recherches, d'Études, d'Information et de Liaison sur les problèmes des personnes âgées. Merci également aux patients rencontrés à l'IMN.

Merci à Mattieu, Sandra, Lucile et Ombeline pour les passations au laboratoire. Je vous souhaite une belle réussite professionnelle. Merci Anezka pour ton esprit affuté et tes relectures.

Merci à Sensei Marsou pour cette collaboration désordonnée et antichronologique depuis de nombreuses années maintenant. Un grand merci à Emilie pour son aide tout au long d'un parcours commencé ensemble.

Merci à mes amis de leurs présences bienveillantes et rassurantes.

Une grande reconnaissance à mes parents qu'ils soient de sang ou de cœur, maman pour ton intérêt pour ce travail, Maria pour m'avoir toujours soutenu et Belin pour tes questions qui m'ont toujours fait progresser dans ma réflexion. Bernard, tu as dit un jour que tu devais t'occuper de ton fils qui faisait de grandes études, je ne voulais pas te faire mentir.

Merci à ma femme, ma force, mon meilleur pote, mon port d'attache et mon moteur. Aucune montagne n'est infranchissable si l'ascension se fait à tes côtés.

A mes enfants, Peter et Lisa, j'espère qu'un jour vous serez fiers.
Papa aura plus de temps disponible pour les Lego © et les Playmobil © désormais.

RESUMÉ

L'objectif général de cette thèse est d'étudier la production quantitative (i.e., nombre de mots) et qualitative (i.e. regroupements et alternances) du verbe d'action dans le vieillissement normal et dans les pathologies du mouvement à travers la tâche de fluence d'action, comparativement aux fluences classiques (i.e., sémantique et littérale). Nous avons montré que la production lors d'une tâche de fluence d'action est altérée chez des adultes âgés (60 ans et plus) comparativement à des adultes jeunes (30 ans et moins) et qu'elle est en lien avec les fonctions exécutives (Expérience 1) et la mémoire de travail (Expérience 3) chez l'adulte âgé. L'effet de l'âge paraît être modifié par le temps de production, les adultes âgés produisant moins de verbes d'action que les adultes jeunes pour un temps de trois minutes (Expérience 1) mais pas pour des temps d'une (Expérience 2) et de deux minutes (Expérience 3). De plus, les adultes âgés prenaient davantage en considération la consigne temporelle lors des tâches de fluence verbale que les adultes jeunes (Expérience 2). Les données d'une tâche d'association verbale (Expérience 4) indiquaient que les associations entre les noms et les verbes sont modifiées par l'âge. Nous avons comparés les performances de patients atteints de pathologies du mouvement à celles de participants contrôles lors de la tâche de fluence d'action. Nous avons montré que la production quantitative lors cette tâche est altérée chez des patients atteints de maladie de Parkinson (Expérience 5) et d'atrophie multisystématisée (Expérience 6). Dans le tremblement essentiel (Expérience 7), nous avons montré une atteinte de la fluence d'action alors que le traitement des verbes, lors d'une tâche de décision lexicale, n'était pas altéré. De plus, la chirurgie (stimulation cérébrale profonde) modifiait qualitativement la production dans la tâche de fluence d'action. Nos données montrent un impact du vieillissement normal et des pathologies du mouvement sur la production du verbe d'action, en raison de la nature fortement exécutive de ce processus.

Mots clefs : Fluence d'action, Production verbale, Vieillesse, Fonctions exécutives, Maladie de Parkinson, Atrophie multisystématisée, Tremblement essentiel.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to investigate the production of action verbs through the action fluency task, in comparison to classical fluency tasks (i.e., semantic and letter). In first instance, production has been studied, both quantitatively and qualitatively, in aging. We have shown that action fluency is impacted by healthy aging and is related to executive functions (Experiment 1) and working memory (Experiment 3) in older adults. This effect of age appears to be affected by production time, with older adults producing fewer action verbs than younger adults in three minutes (Experiment 1) but not in one (Experiment 2) and two minutes (Experiment 3). In addition, older adults took more into account the time instruction during verbal fluency tasks (Experiment 2). The verbal association task's data (Experiment 4) indicated that associations between nouns and verbs are modified by age. In second instance, the production of action verbs has been studied within movement disorders. We have shown that the production in the action fluency task and the adaptation to time instruction are impacted by Parkinson's disease (Experiment 5). We have also shown that action fluency is altered within an atypical parkinsonism, multiple system atrophy (Experiment 6). In essential tremor (Experiment 7), we have shown an impairment of action fluency while verbs treatment, in a lexical decision task, was not altered. In addition, surgery (deep brain stimulation) qualitatively modified the production of verbs in action fluency. Our data highlight the impact of healthy aging and movement disorders on the production of action verb, due to the highly executive nature of this process.

Keywords: Action fluency, Verbal fluencies, Verbs, Aging, Lexical production, Verbal association, Executive functions, Parkinson's disease, Multiple system atrophy, Essential Tremor.

Sommaire

Introduction	1
1 Partie théorique	3
1.1 Production du verbe d'action dans le vieillissement normal	3
1.1.1 La tâche de fluence d'action.....	4
1.1.2 Effets de l'âge et déterminants exécutifs de la tâche de fluence d'action	6
1.1.3 Théories explicatives du fonctionnement exécutif et du vieillissement.....	8
<i>1.1.3.1 Modélisation cognitive du fonctionnement exécutif</i>	8
<i>1.1.3.2 Hypothèse exécutive du vieillissement cognitif</i>	11
<i>1.1.3.3 La théorie de la cognition incarnée</i>	13
1.1.4 Conclusion.....	16
1.1.5 La production du verbe lors de la tâche d'association verbale	17
1.1.6 Modélisation de la sémantique de l'action	20
1.1.7 Conclusion.....	24
1.2 Production du nom et production libre grammaticalement	25
1.2.1 Production libre : les tâches de fluence sémantique et littérale	26
1.2.2 Effets du vieillissement et déterminants des fluences sémantique et littérale	27
1.2.3 Les tâches d'association verbale utilisant le nom comme indice	40
1.2.4 Conclusions	46
1.3 Apport de l'étude de la production du verbe dans les pathologies du mouvement	47
1.3.1 Atteinte de la production et du traitement du verbe dans la maladie de Parkinson	48
<i>1.3.1.1 Physiopathologie de la maladie de Parkinson</i>	48
<i>1.3.1.2 La production du verbe dans la maladie de Parkinson</i>	51
<i>1.3.1.3 Le traitement du verbe dans la maladie de Parkinson</i>	58
1.3.2 Atteinte de la production et du traitement du verbe dans les syndromes parkinsoniens et pathologies apparentées.....	61
1.4 Problématique	64
2 Partie expérimentale	69
2.1 Fluences verbales, tâche d'association et vieillissement normal	69
2.1.1 Expérience 1 : déterminants des fluences chez les adultes jeunes et âgés	69
<i>2.1.1.1 Introduction</i>	69
<i>2.1.1.2 Méthode</i>	78

2.1.1.2.1	Participants	78
2.1.1.2.2	Procédure et Matériel	79
2.1.1.3	<i>Résultats</i>	85
2.1.1.3.1	Tests exécutifs, de vitesse de traitement et de vocabulaire.....	85
2.1.1.3.2	Effets de l'âge et du type de fluence	86
2.1.1.3.3	Effets de l'âge et du temps par type de fluence	89
2.1.1.4	<i>Discussion</i>	103
2.1.2	Expérience 2 : effets de la contrainte temporelle sur la production lors de tâches de fluence verbale chez des adultes jeunes et âgés	109
2.1.2.1	<i>Introduction</i>	109
2.1.2.2	<i>Méthode</i>	113
2.1.2.2.1	Participants	113
2.1.2.2.2	Procédure et matériel.....	114
2.1.2.3	<i>Résultats</i>	115
2.1.2.3.1	Effets de l'âge, du type de fluence et de la consigne temporelle sur le nombre de mots produits.....	116
2.1.2.3.2	Corrélations entre les indicateurs qualitatifs et le nombre de mots produits	118
2.1.2.3.3	Effets de l'âge et de la consigne sur la taille moyenne des regroupements	120
2.1.2.3.4	Effets de l'âge et de la consigne sur le nombre d'alternances	123
2.1.2.3.5	Effets de l'âge et de la consigne sur le nombre de répétitions	125
2.1.2.4	<i>Discussion</i>	126
2.1.3	Expérience 3 : Effets médiateurs de la mémoire de travail sur la performance lors de tâches de fluence d'action chez des adultes jeunes et âgés	131
2.1.3.1	<i>Introduction</i>	131
2.1.3.2	<i>Méthode</i>	136
2.1.3.2.1	Participants	136
2.1.3.2.2	Procédure et matériel.....	137
2.1.3.3	<i>Résultats</i>	140
2.1.3.3.1	Vocabulaire et mémoire de travail	141
2.1.3.3.2	Fluence d'action.....	143
2.1.3.3.3	Fluence Littérale	149
2.1.3.3.4	Fluence sémantique	154
2.1.3.4	<i>Discussion</i>	159

2.1.4	Expérience 4 : Variabilité intergénérationnelle dans une tâche de génération indicée de noms et de verbes.....	164
2.1.4.1	<i>Introduction</i>	164
2.1.4.2	<i>Méthode</i>	168
2.1.4.2.1	Participants	168
2.1.4.2.2	Matériel et Procédure	169
2.1.4.3	<i>Résultats</i>	172
2.1.4.3.1	Pourcentage de recouvrement.....	172
2.1.4.3.2	Pourcentage de la réponse dominante	176
2.1.4.4	<i>Discussion</i>	180
2.2	Fluences verbales, traitement du verbe dans les pathologies du mouvement.....	186
2.2.1	Expérience 5 : effets de la contrainte temporelle sur la performance lors de la tâche de fluence d'action dans la maladie de Parkinson.....	186
2.2.1.1	<i>Introduction</i>	186
2.2.1.2	<i>Méthode</i>	190
2.2.1.2.1	Participants	190
2.2.1.2.2	Procédure et matériel.....	191
2.2.1.3	<i>Résultats</i>	193
2.2.1.3.1	Nombre de mots.....	193
2.2.1.3.2	Taille des regroupements et nombre d'alternances	195
2.2.1.3.3	Corrélation entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs	196
2.2.1.4	<i>Discussion</i>	197
2.2.2	Expérience 6 : Fluence verbale dans l'atrophie multi-systématisée : atteinte spécifique de la fluence d'action	201
2.2.2.1	<i>Introduction</i>	201
2.2.2.2	<i>Méthode</i>	203
2.2.2.2.1	Participants	203
2.2.2.2.2	Procédure et matériel.....	205
2.2.2.3	<i>Résultats</i>	206
2.2.2.3.1	Effets de l'Atrophie Mutisystématisée sur le nombre de mots produits lors des tâches de fluence	207
2.2.2.3.2	Effets de l'Atrophie Mutisystématisée sur la taille des regroupements lors des tâches de fluence	210

2.2.2.3.3	Effets de l'Atrophie Mutisystématisée sur le nombre d'alternances lors des tâches de fluence	212
2.2.2.4	<i>Discussion</i>	214
2.2.3	Expérience 7 : Production et traitement du verbe d'action dans le tremblement essentiel : effets de la pathologie et de la stimulation cérébrale profonde	218
2.2.3.1	<i>Introduction</i>	218
2.2.3.2	<i>Méthode</i>	222
2.2.3.2.1	Participants	222
2.2.3.2.2	Procédure et matériel	224
2.2.3.3	<i>Résultats</i>	227
2.2.3.3.1	Comparaisons patients en situation préopératoire vs. contrôles appariés	227
2.2.3.3.2	Comparaisons situation préopératoire vs. situation postopératoire	239
2.2.3.4	<i>Discussion</i>	247
3	Discussion générale	253
3.1	Expériences dans le vieillissement normal	254
3.2	Expériences dans les pathologies du mouvement	261
3.3	Conclusions générales et perspectives d'application	268
	Références	271
	ANNEXES	294
	Annexe A. Nombre de mots, taille des regroupements, nombre d'alternances et nombre de répétitions des participants jeunes et âgés de l'Expérience 1 aux tâches de fluences d'action, sémantique et littérale en trois minutes	295
	Annexe B. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 1	296
	Annexe C. Nombre de mots produits, taille des regroupements, nombre d'alternances et nombre de répétitions par groupe d'âge, consigne temporelle et type de fluence pour les participants de l'Expérience 2	297
	Annexe D. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs en fonction de la consigne temporelle, pour chaque groupe d'âge de l'Expérience 2	298
	Annexe E. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs pour chaque groupe d'âge de l'Expérience 3	299
	Annexe F. Analyses de covariance avec l'âge et le temps en facteurs intra-sujets et le score de vocabulaire en covariant pour le nombre de mots, la taille des regroupements et le nombre d'alternances par type de fluence de l'expérience 3	300
	Annexe G. Réponses Noms et Verbes pour les indices Noms et Verbes pour les trois groupes d'âge de l'Expérience 4	301

Annexe H. Corrélations entre le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence d'action et les indicateurs qualitatifs, les échelles de sévérité motrice, de qualité de vie, durée de maladie et score cognitif des participants de l'Expérience 5.	327
Annexe I. Résultats des deux groupes de participants de l'Expérience 6 aux tâches de fluence.....	328
Annexe J. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs pour les deux groupes de l'Expérience 6.	329
Annexe K. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs moteurs le groupe AMS de l'Expérience 6.....	330
Annexe L. Résultats à la tâche de décision lexicale aux fluences par type de fluences et groupe de l'Expérience 7.....	331
Annexe M. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs pour les participants TE en préopératoire et postopératoire de l'Expérience 7.	332
Annexe N. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs moteurs pour les participants TE en préopératoire et postopératoire de l'Expérience 7.....	333

Introduction

Le langage est un élément clé de la cognition humaine. Si la plupart des études en psychologie portant sur le vieillissement cognitif concernent essentiellement les processus mnésiques, un nombre croissant d'études sont publiées sur les activités et processus langagiers (Mathey & Postal, 2008 ; Thorton & Light, 2006). Les études en psychologie cognitive du langage distinguent les activités de production (e.g., génération indicée dans la tâche de fluence verbale) des activités de traitement (e.g., décision sur la lexicalité d'une suite de lettres).

Les processus de traitement sémantique seraient préservés au cours de l'avancée en âge. Au contraire, les processus de production lexicale seraient impactés par l'âge. La tâche de production sérielle la plus décrite dans la littérature est la tâche de fluence verbale qui évaluerait le stock lexical et les stratégies de récupération en son sein (Gierski & Ergis, 2004). Dans une méta-analyse portant sur les effets de l'avancée en âge sur le niveau de vocabulaire dans 324 études, Verhaegen (2003) a montré que le niveau de vocabulaire augmentait avec l'âge. Cette augmentation du vocabulaire avec l'avancée en âge paraît cohérente avec les résultats des études de génération indicée de mots qui indiquent que les réponses des adultes âgés étaient plus diversifiées que celles des adultes jeunes (e.g., Tresselt & Mayzner, 1964).

Dans l'ensemble, les tâches de production de mots impliquent une récupération dans le lexique mental. Les stratégies de récupération consciente seraient dépendantes de processus exécutifs, dont le vieillissement modulerait de façon considérable le vieillissement cognitif global (Taconnat & Lemaire, 2014). Les études tentant de

dégager les facteurs expliquant les performances d'adultes âgés lors de tâches de fluence verbale pointent également vers une prépondérance du ralentissement du traitement lexical (Kemper & Sumner, 2001).

Historiquement, au niveau linguistique, la distinction grammaticale entre le verbe et le nom existe depuis l'antiquité (Robins, 1997). Si le verbe est parfois utilisé pour représenter ce que quelqu'un peut faire et donc prendre en compte les verbes étatiques, le verbe est utilisé dans la littérature comme représentant de l'action (voir Vigliocco, Vinson, Druks, Barbet & Cappa, 2011 pour une synthèse). S'il n'a pas été rapporté à ce jour de déficit spécifique du traitement ou de la production du verbe d'action dans le vieillissement normal, un déficit a été observé chez des patients atteints de maladie de Parkinson (Boulenger et al., 2008 ; Crescentini, Mondolo, Biasutti, & Shallice, 2008 ; Fernandino et al., 2013, Herrera & Cuetos, 2013 ; Péran et al. 2003 ; Péran et al., 2009, 2008). Cette pathologie neurodégénérative est caractérisée par une triade de symptômes moteurs : la rigidité, le tremblement et l'akinésie (Braak, Rüb, Gai & Del Tredici, 2003). La plupart des études attribuent ce déficit à une atteinte exécutive, cohérente avec le tableau cognitif pathologique de la maladie de Parkinson (Dujardin et al., 2003) et particulièrement avec l'atteinte des boucles fronto-striatales, responsables du fonctionnement moteur, associatif et émotionnel (Alexander & Crutcher, 1990).

L'objectif premier de cette thèse est d'enrichir la compréhension de la production du verbe d'action lors du vieillissement normal au regard de l'influence du niveau de vocabulaire, de la vitesse de traitement, de la mémoire de travail et des fonctions exécutives. Le second objectif est de mieux comprendre les mécanismes de

production des verbes d'action dans la maladie de Parkinson et d'étendre ces connaissances à d'autres syndromes parkinsoniens et maladies apparentées.

1 Partie théorique

1.1 Production du verbe d'action dans le vieillissement normal

La production du verbe, dans sa composante de représentation de l'action, apparaît comme reposant sur des processus cognitifs et des aires cérébrales différents de ceux impliqués dans la production du nom. Nous présenterons tout d'abord la tâche de production de verbe la plus décrite dans la littérature : la fluence d'action (Piatt, Fields, Paolo, Koller & Troster, 1999a). Cette tâche de production sérielle a été utilisée dans de nombreuses études portant sur le vieillissement normal et pathologique (pour une synthèse, voir Beber & Chaves, 2014) et semble être de nature exécutive (e.g., Piatt, Fields, Paolo et Tröster, 1999b). Nous présenterons les théories du fonctionnement exécutif (e.g. Miyake et al., 2000) et le lien entre ce fonctionnement et le vieillissement cognitif global (e.g., West, 1996). Nous mettrons en lien les données des études portant sur la production du verbe d'action avec la théorie de la cognition incarnée (Varela, Thompson & Rosch, 1991). Nous présenterons, ensuite, les résultats issus d'études utilisant des tâches d'association verbale proposant un verbe comme indice (e.g., Duscherer et Mounoud, 2006). Enfin, nous présenterons les modélisations cognitives de la sémantique de l'action (e.g., Peigneux & Van Der Linden, 2010).

1.1.1 La tâche de fluence d'action

La tâche de génération de verbes la plus utilisée dans la littérature est la tâche de fluence d'action, au cours de laquelle il est demandé aux participants de générer le plus grand nombre de verbes en une minute (Piatt et al., 1999a). Cette tâche a, tout d'abord, été proposée à des patients atteints de maladie de Parkinson. Dans une seconde étude, Piatt et al. (1999b) ont analysé les corrélations entre le nombre de mots produits lors d'une tâche de fluence d'action et les performances à une batterie de tests neuropsychologiques par des participants âgés (Moy = 71,39 ans). Parmi les tests proposés figuraient l'échelle de démence de Mattis (Mattis, 1988), le Trail Making Test (TMT, Reitan, 1958), le Wisconsin Card Sorting Test (WCST, Grant & Berg, 1948), la batterie de dénomination de Boston (BNT, Kaplan, Goodglass & Weintraub, 1983), le California Verbal Learning Task (CVLT, Delis, Kramer, Kaplan & Ober, 1987) et le subtest de Mémoire Logique de la WMS-R (voir Strauss et al., 2006). Les résultats montraient des corrélations modérées avec les indices évaluant les fonctions exécutives (i.e., score de conceptualisation de la DRS, le TMT et le WCST) et non avec les évaluations de la mémoire (i.e., CVLT et Mémoire Logique de la WMS-R) ou du langage (i.e., BNT). Les auteurs proposaient donc en conclusion l'utilisation de la tâche de fluence d'action comme évaluation des fonctions exécutives. Néanmoins, cette étude n'avait pour population cible que des adultes âgés. L'absence de comparaison avec des adultes jeunes ne permettait pas de comprendre l'influence potentielle du vieillissement sur le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence d'action. Woods et al. (2005) ont proposé la tâche de fluence d'action telle que définie par Piatt et al. (1999a) à des participants plus jeunes (Moy = 38,8 ans) que ceux de l'étude de Piatt et al. (1999b).

Ces participants étaient également évalués grâce à des tâches de mémoire, de praxies, de mémoire de travail verbale, de vitesse de traitement et de fonctions exécutives. Les auteurs soulignaient l'influence du nombre d'années d'études sur le nombre de mots produits lors d'une tâche de fluence d'action. Comme chez Piatt et al. (1999b), ce nombre de mots produits était corrélé non seulement avec les fonctions exécutives mais également avec la mémoire de travail verbale et avec la vitesse de traitement. Le nombre de mots produits lors de la fluence d'action était aussi corrélé à celui produit durant des tâches de fluence sémantique et littérale. L'apport de Woods et al. (2005) est l'addition de l'indicateur de persévération (i.e., répétitions du même verbe durant la minute de production). Néanmoins, cet indicateur n'était corrélé à aucun des scores évalués. De plus, seules les données d'adultes d'âge moyen étaient recueillies. Delbeuck, Debachy, Pasquier et Moroni (2013) ont proposé des normes pour la fluence d'action et pour la langue française. Ces données normatives avaient été obtenues en recueillant les performances (i.e., nombre de verbes d'action produit) de 151 adultes âgés (Moy = 69,81 ans). Les analyses de régression menées montraient que le nombre de mots produits pour la tâche de fluence d'action était prédit par le niveau d'éducation (33% de la variance expliquée) mais pas par l'âge. Il est cependant à noter que ces données normatives n'ont été réalisées qu'auprès d'individus âgés. Beber et Chaves (2014) ont proposé une revue de la littérature portant sur la fluence et la dénomination d'action dans le vieillissement normal, les pathologies neurodégénératives, le VIH et la schizophrénie. Nous retenons de cette revue de la littérature que, pour la fluence d'action, des comparaisons entre les performances d'adultes jeunes et d'adultes âgés n'ont jamais été publiées. Pour la dénomination d'action, Ramsay, Nicholas, Au, Obler et Albert (1999a) ont montré une altération de la dénomination d'action à partir de 50

ans. De façon surprenante, les effets du vieillissement normal, en comparant adultes jeunes et adultes âgés, sur la tâche de production de verbe proposée par Piatt et al. (1999a) n'ont pas été décrits dans la littérature pour un temps d'une minute.

1.1.2 Effets de l'âge et déterminants exécutifs de la tâche de fluence d'action

L'impact de l'âge sur la production spontanée du verbe d'action a été étudié par Piatt, Fields, Paolo et Tröster (2004) chez des sujets âgés. Dans cette étude, les résultats obtenus lors d'une tâche de fluence d'action (en une minute) auprès de 145 participants sains, âgés de 56 à 92 ans, ont été analysés afin de constituer des données normatives. Les résultats montraient une corrélation significative ($r = .37$) entre le niveau d'études et le nombre de verbes d'action produits en une minute. En revanche, la part de variance expliquée par l'âge était inférieure à trois pourcents. Néanmoins, cette étude n'incluait pas d'âge inférieur à 56 ans, masquant potentiellement les effets du vieillissement cognitif. De plus, la population d'étude était constituée de conjoints et d'aidants d'individus atteints de maladies d'Alzheimer ou de Parkinson. Il est donc possible que cette population ne soit que partiellement représentative de la classe d'âge visée.

McDowd et al. (2011) ont utilisé une adaptation de la tâche de fluence d'action proposée par Piatt et al. (1999a) avec un temps porté à 3 minutes. Quatre consignes de fluence d'action étaient proposées : les choses que les personnes pouvaient faire, les façons de se déplacer, les façons de s'exprimer et les choses que l'on peut faire à un œuf. Seule la première consigne reprenait ce qui avait été proposé par Piatt et al.

(1999a). Avec cette procédure modifiée, les auteurs ont comparé les performances en fluence littérale, sémantique et d'action chez de jeunes adultes, des adultes âgés sains, des adultes âgés atteints de la maladie d'Alzheimer et des adultes âgés atteints de la maladie de Parkinson. Les résultats exposaient une différence entre les résultats des sujets jeunes et des sujets âgés sains sur l'ensemble des fluences, dont la fluence d'action. En effet, dans cette étude, les participants jeunes produisaient plus de mots que les participants âgés en 3 minutes. La fluence d'action paraît donc discriminer la production de verbe des adultes jeunes et âgés, au profit des premiers. Toutefois, seuls les résultats moyennés sur les quatre consignes étaient présentés. Les conclusions de McDowd et al. (2011) mériteraient donc d'être répliquées pour une durée d'une minute, en utilisant uniquement la consigne de fluence d'action proposée par Piatt et al. (1999a)

Il apparaît, dans la littérature, que les facteurs déterminant la performance lors de la tâche de fluence d'action soient potentiellement de nature exécutive. La fluence d'action a été mise en lien, chez l'adulte âgé, avec un ensemble de tâches évaluant la cognition globale, la mémoire, le langage et les fonctions exécutives (Piatt et al., 1999b). Les résultats montraient une association, quoique modérée, entre la fluence d'action et les fonctions exécutives. De surcroît, le nombre de mots produits durant la fluence d'action n'était pas significativement associé aux tests de langage et mnésique, permettant aux auteurs de postuler une nature exclusivement exécutive de la tâche de fluence d'action. Chez l'adulte jeune, la variable semblant le plus influencer la production de verbe d'action était le niveau d'éducation, bien que des corrélations avec les tests exécutifs, de mémoire de travail, de vitesse de traitement de l'information et les fluences verbales aient également été relevées (Woods et al., 2005). Afin de

d'avantage comprendre les éléments exécutifs sur lesquels reposerait la fluence d'action, nous présenterons dans la partie suivante les modélisations du fonctionnement exécutif.

1.1.3 Théories explicatives du fonctionnement exécutif et du vieillissement

1.1.3.1 *Modélisation cognitive du fonctionnement exécutif*

Les fonctions exécutives peuvent être définies comme des fonctions de haut-niveau, impliquées dans de nombreuses activités cognitives, permettant, lors de la réalisation d'une tâche, la définition d'un but à atteindre, d'une stratégie pour y parvenir ainsi que le contrôle de sa mise en œuvre et des résultats (Allain & Le Gall, 2008). Les fonctions exécutives seraient étroitement en lien avec deux composants cognitifs (McCabe, Roediger, McDaniel, Balota et Hambrick, 2010), responsables des tâches de régulation du comportement et issus de deux modèles distincts : l'administrateur central (Baddeley, 1986) et le système de supervision attentionnelle (Shallice, 1982).

Baddeley (1986) a proposé un modèle de la mémoire de travail tout en la définissant comme un système cognitif à capacité limitée de stockage à court terme et de manipulation de l'information. Ce modèle est constitué de trois composantes principales. La boucle phonologique est chargée du stockage temporaire d'informations auditivo-verbales. Le calepin visuo-spatial, responsable du maintien temporaire de l'information visuelle. Ces deux systèmes, dits esclaves, sont sous le contrôle de l'administrateur central, composante qui coordonne les informations issues des

composantes de plus bas niveau et sélectionne les stratégies à appliquer. La sélection de stratégies correspond à ce qui est décrit dans la définition des fonctions exécutives par Allain et Le Gall (2008). En 2001, Baddeley complète le modèle par l'ajout d'un quatrième composant, le buffer épisodique, responsable du transfert de l'information des registres à court terme vers les registres à long terme (voir Figure 1).

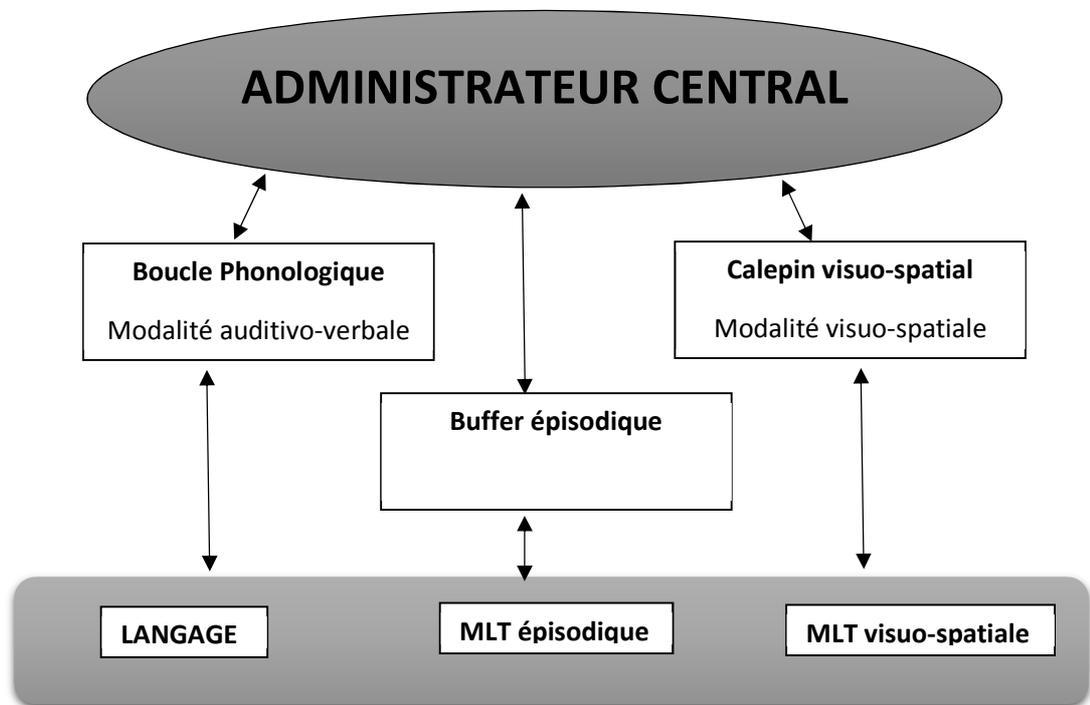


Figure 1. Organisation de la mémoire de travail (d'après Baddeley, 2001).

L'administrateur central, dans sa fonction de gestion de la réalisation de l'action, peut être rapproché du système de supervision attentionnelle proposé par Shallice (1982). Ce système (voir Figure 2) repose sur trois composantes. La première composante correspond aux schémas d'actions nécessaires pour les actions surrprises. Le gestionnaire de conflits, deuxième composante du modèle, assure la coordination

des schémas les plus adaptés à l'objectif à atteindre. La troisième composante, le système de supervision attentionnel est nécessaire lorsque les schémas automatiquement activés ne suffisent plus à la réalisation de l'action. Ce système interviendrait dans différents types de situations : lorsque la situation nécessite une planification et/ou une prise de décision, lorsque des corrections d'erreurs sont nécessaires, lors de situations nouvelles nécessitant la création de nouveaux schémas d'action, lorsque la situation est difficile ou dangereuse et lorsque la situation nécessite l'inhibition de réponses sur-apprises. Ces situations feraient appel aux fonctions exécutives (Alain et Le Gall, 2008)

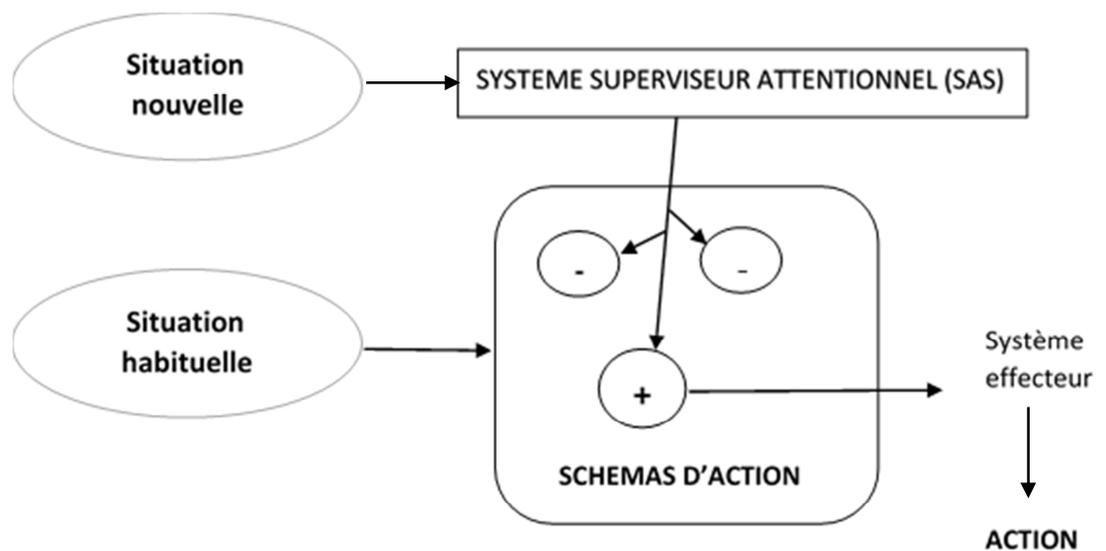


Figure 2. Modèle de la supervision attentionnelle de l'action (d'après Shallice, 1982).

Stuss et al. (2002) ont décrit trois grands processus de supervision attentionnelle : l'activation des ressources nécessaire à une action déterminée, le maintien des réponses nécessaires à l'action et le contrôle, permettant la distinction

entre les éléments nécessaires ou non à la réalisation de l'action. Les modèles présentés jusqu'alors postulaient une gestion unitaire des fonctions exécutives par une seule composante (à travers néanmoins des processus différents). Miyake et al. (2000) ont, cependant, réalisé des analyses factorielles afin de montrer la dissociation, chez le participant sain, de trois grandes fonctions exécutives. La mise à jour permet la modification du contenu de la mémoire de travail en fonction de nouvelles informations entrantes. La flexibilité permet l'alternance entre plusieurs activités cognitives. L'inhibition permet la non-prise en compte d'informations non nécessaires à l'action en cours.

Les fonctions exécutives décrites dans ces modèles semblent fortement liées à la production de l'action. Ces fonctions régulent le comportement, et donc l'action motrice, en prenant en compte les contraintes de l'environnement. Elles permettent la supervision de l'action, l'inhibition d'action sur-apprises, la mise en place de stratégies et la création de nouveaux schémas d'action. Les effets du vieillissement sur le fonctionnement cognitif global seraient en lien avec les effets du vieillissement sur les fonctions exécutives (West, 1996).

1.1.3.2 *Hypothèse exécutive du vieillissement cognitif*

West (1996) a proposé une hypothèse exécutive-frontale afin d'expliquer le vieillissement cognitif normal et tout particulièrement le vieillissement de la mémoire. Selon cette hypothèse, les fonctions exécutives seraient les premières fonctions à pâtir du vieillissement. Consécutivement, les habiletés cognitives et comportements

dépendants de ces fonctions seraient plus fortement et précocement altérés. Les tâches de mise à jour, de flexibilité et d'inhibition, telles que définies par Miyake et al. (2000) seraient moins bien réussies chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes (e.g., Wecker et al, 2000, 2005). La recherche stratégique en mémoire serait également rendue plus complexe pouvant expliquer les difficultés des individus âgés lors de tâches de récupération active d'information dans les registres de mémoire à long terme : mémoire épisodique et mémoire sémantique. La diminution de la fluence verbale imputable au vieillissement pourrait, en partie, trouver son explication dans une diminution de ces capacités de recherche stratégique en mémoire sémantique (Craik, 1986). Ainsi, Hughes et Bryan (2002) ont montré que le nombre de mots produits par des adultes âgés (Moy = 73,83 ans) lors d'une tâche de fluence littérale par exclusion (i.e., produire des mots ne contenant pas une lettre donnée en un temps limité) était plus faible que celui des adultes jeunes (Moy = 23,85 ans) et que cette différence était imputable à un changement dans les stratégies de recherche. Les stratégies de recherche étaient mesurées dans cette étude à l'aide des indicateurs qualitatifs (i.e., taille des regroupements et nombre d'alternance) de Troyer, Moscovitch et Winocur (1997) ainsi qu'à l'aide du ratio entre ces indicateurs.

L'hypothèse exécutive du vieillissement pourrait rendre compte d'une production de verbe d'action diminuée chez l'adulte. Une explication alternative de l'atteinte de la production du verbe a été décrite dans la littérature à travers la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991), qui postule que l'action effective et son étiquette verbale activeraient les mêmes aires cérébrales.

1.1.3.3 *La théorie de la cognition incarnée*

L'atteinte de la production et du traitement de verbes d'action, qu'elle soit décrite au sein de pathologies évolutives ou traumatiques, peut être analysée à la lumière de la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991) qui met en lien la réalisation effective des actions avec la cognition liée à ces mêmes actions.

La signification des mots est ancrée dans l'expérience perceptive, affective et motrice des individus. Cet ancrage dans l'expérience qu'a l'individu du monde est un des concepts centraux de la théorie sémantique de la cognition incarnée (e.g., Barsalou, 1999, 2008; Pulvermüller, 2005). Les structures cérébrales dévouées à l'action et à la perception sont également impliquées dans le traitement sémantique. Par exemple, lire ou entendre un mot décrivant une action motrice active les mêmes régions que celles impliquées dans la réalisation de cette action (Kemmerer, Castillo, Talavage, Patterson & Wiley, 2008). Des études de cas en neuropsychologie, dans le domaine du traitement lexical, montrent qu'une catégorie (ou plusieurs catégories) peut être touchée indépendamment des autres (Capitani, Laiacona, Mahon & Caramazza, 2003). Les études en neuroimagerie (voir Vigliocco et al., 2011 pour une synthèse) ont montré des activations différentes pour les noms et les autres catégories lexicales. Cependant, cette distinction d'activation serait davantage le reflet d'une distinction sémantique entre les concepts dynamiques (i.e., liés à l'action) et les concepts statiques qu'une distinction purement grammaticale entre les noms et les verbes. Les mots se référant à des actions (essentiellement mais non uniquement des verbes) activeraient des aires cérébrales impliquées dans la motricité (Boulenger et al., 2009). Une modélisation des aires responsables du traitement des mots dits d'action et des mots dits visuels a été proposée

par Pulvermüller (2001a) et est présentée sur la Figure 3. Au niveau neuroanatomique, le traitement du verbe serait réalisé par le cortex préfrontal rostral gauche alors que le traitement du nom serait dépendant des aires temporales bilatérales (Shapiro et al., 2005). Pulvermüller (2001a) a proposé une théorie incarnée en s’inspirant d’un modèle Hebbien de l’apprentissage. La représentation cognitive d’un concept serait organisée en une distribution neuronale des différents éléments perceptifs du concept ; la forme, la texture, la couleur, la fonction, ... Un concept serait stocké de façon multimodale. Chaque élément de ce concept, selon des forces d’activations dépendant de la co-occurrence des différentes modalités du concept, permettrait l’activation des autres éléments du concept et donc du concept lui-même.

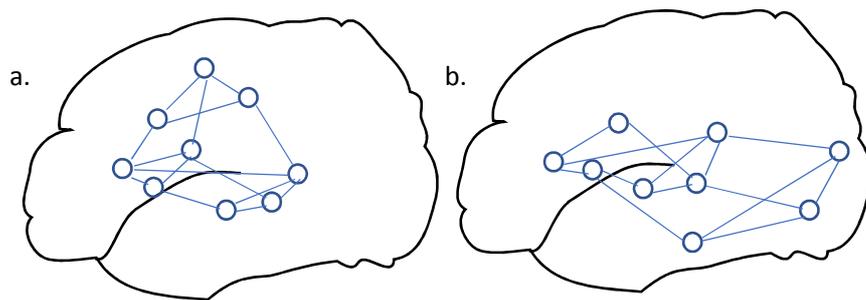


Figure 3. Réseaux fonctionnels des mots d’actions (a) et visuels (b) (d’après Pulvermüller, 2001a).

Le postulat dominant de la théorie de la cognition incarnée est donc que les concepts concrets seraient liés aux connaissances sensorimotrices alors que les concepts abstraits seraient liés aux expériences émotionnelles. Des théories de l’accès au lexique postulent l’existence de représentations intermédiaires entre la forme visuelle des mots et les aspects perceptuels et sémantiques de ces mots (Levelt, Roelofs & Meyer, 1999). Ces représentations seraient médiées dans des zones de convergence

(Fargier, 2015) et seraient proches de la notion de Lex (Mesulam, 1998), unité proche des systèmes perceptuels et sensorimoteurs qui servirait à encoder les représentations pré-lexicales, et de la notion de Lemme, présente dans de nombreux modèles de l'accès lexical (e.g., Dell, 1986, Levelt et al., 1999, Indefrey, 2011). Le lemme permettrait l'association entre le concept et la forme lexicale et serait responsable de l'encodage des propriétés abstraites des mots, telles que les propriétés sémantiques et syntaxiques, indépendamment de la forme phonologique. Une représentation de l'organisation en zone de convergence est présentée sur la Figure 4.

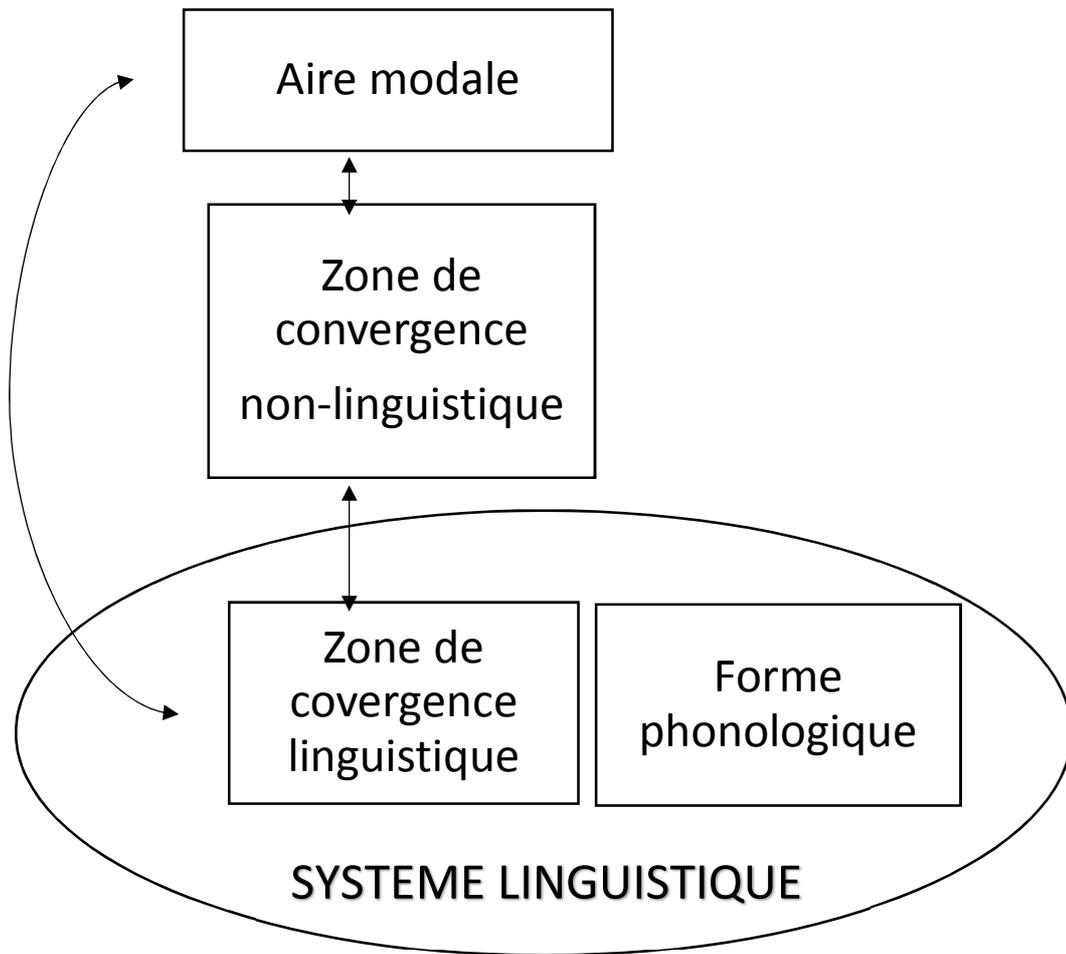


Figure 4. Représentations sémantiques et zones de convergences (adapté de Fargier, 2015).

1.1.4 Conclusion

En résumé, la production de verbe d'action, évaluée dans des tâches de fluence, serait impactée par le vieillissement normal (McDowd et al., 2011). La tâche de fluence d'action serait liée aux fonctions exécutives (Piatt et al., 1999b, Woods et al., 2005) fonctions de haut niveau qui régiraient le comportement et l'action (Shallice, 1982 ;

Baddeley, 1986, 2001 ; Miyake et al., 2000). Le vieillissement cognitif serait fortement dépendant des fonctions exécutives (West, 1996 ; Taconnat & Lemaire, 2008). Nous proposons une analyse de l'altération de la production de verbe d'action, à la lumière de la théorie de la cognition incarnée, qui met en lien l'étiquette verbale d'une action et sa réalisation effective. En effet, les aires cérébrales activées lors de la réalisation d'un geste et lors de la production de son étiquette verbale seraient superposables. Au niveau cognitif, des zones de convergences existeraient entre les représentations gestuelles des actions et leurs représentations sémantiques et lexicales (Fargier, 2015). Les études décrites dans cette partie utilisaient la tâche de fluence d'action. Afin de mieux comprendre l'organisation sémantique des verbes d'actions, nous présenterons dans la partie suivante les liens qu'entretiennent les noms et les verbes ainsi que les verbes entre eux au travers de la tâche d'association verbale.

1.1.5 La production du verbe lors de la tâche d'association verbale

Lors des tâches d'associations libres, il est demandé à un individu de produire le premier mot lui venant à l'esprit suite à la présentation d'un indice dont la nature peut varier : proximité sémantique, nature grammaticale, rime ... (e.g., Nelson, McEvoy, & Dennis, 2000). Les tâches d'association libre peuvent être utilisées pour évaluer l'association sémantique entre les concepts. Le modèle de diffusion de l'activation postule que l'organisation des concepts dans le lexique mental se fait par proximité sémantique (Collins & Loftus, 1975). Ainsi, l'activation d'un premier mot se diffuserait par la suite aux mots lui étant associée. Néanmoins, ce modèle ne fait

apparaître que les concepts nominaux en tant qu'entité, les verbes représentant les éléments de lien entre les différents concepts nominaux. Ainsi, le verbe, et par extension l'action, permettrait l'association entre deux concepts.

La revue de la littérature met en exergue une grande représentation du nom comme nature grammaticale de l'indice lors des tâches d'association (Kent & Rosanoff, 1910 ; Tresselt & Mayzner , 1964 ; Hirsh & Tree, 2001, De la Haye, 2003 ; De Deyne & Storms, 2008, Bonin et al., 2003, Bonin, Méot, Ferrand & Bugaïska, 2013, Ferrand & Alario, 1998 ; Tarrago, Martin, De La Haye & Brouillet, 2005, Mullet, 1994). Peu d'études portent sur le verbe en tant qu'indice. Duscherer et Mounoud, (2006) indiquaient que les différences entre le nom, représentant l'objet , et le verbe, représentant de l'action, dans des tâches de langage et de mémoire étaient de plus en plus étudiées. Les auteurs soulignaient le besoin de normes pour les verbes d'action. Dans cette étude, les verbes avaient été sélectionnés dans la base de mots Lexique (New, Pallier, Brysbaert & Ferrand, 2004) et étaient présentés dans leur forme infinitive à des adultes jeunes (Moy = 25 ans). Les verbes sélectionnés étaient non homophones. Ils dénotaient une action concrète et impliquaient un ou plusieurs objets (ou personnes autres que l'agent). Seul 10% des réponses primaires apportées aux indices verbes étaient des verbes. En prenant en considération l'ensemble des réponses apportées, ce pourcentage passe à 16%. Cela montre que l'indice verbe n'apporte pas davantage de réponse verbe en premier associé et que le nom reste la production la plus spontanée. Les réponses relationnelles-propositionnelles (Bandera, Della Sala, Laiacona, Luzzatti & Spinnler, 1991) seraient donc dominantes quelle que soit la nature grammaticale de l'indice donné. Duscherer, Kahn & Mounoud (2009) apportent la

même conclusion pour des âges développementaux plus bas. Ces auteurs proposent des normes d'associations pour des verbes français chez des enfants âgés de 5 à 11 ans afin de pouvoir élaborer des matériels d'études du développement conceptuel. Pour cette étude, des enfants âgés de 5, 7, 9 et 11 ans ont été rencontrés. Pour les enfants de 5 et 7 ans, les réponses ont été recueillies à l'oral et pour les enfants de 9 et 11 ans à l'écrit. Le pourcentage de verbes produits était faible et s'étalonnait de 4 à 10% selon le groupe d'âge. Comme chez les adultes, en raison de la nature transitive des verbes choisis pour constituer la liste d'indices, les réponses apportées étaient majoritairement des compléments d'objet (e.g., *vache* pour *traire*) ou des noms d'instruments servant à réaliser l'action (e.g., *ciseaux* pour *couper*). Les taux de recouvrement entre les réponses primaires étaient différents entre les enfants de 5 ans et ceux de 10 ans ainsi qu'entre les enfants de 5 ans et les adultes de l'étude de Duscherer et Mounoud (2006).

En résumé, les modèles initiaux d'organisation du lexique mental ont surtout permis de rendre compte de l'organisation des noms en mémoire, les verbes représentant surtout les connecteurs logiques (Collins & Loftus, 1975). Ces connecteurs logiques expliqueraient la diffusion de l'activation d'un concept vers un autre concept lui étant lié (e.g., chat active souris car le chat chasse la souris). Par la suite, il a été postulé que l'organisation des verbes était davantage matricielle. Les modèles présentés peuvent rendre compte des tâches d'association libre pour lesquelles des participants doivent produire le premier mot leur venant à l'esprit à l'écoute (ou à la lecture) d'un premier mot, l'indice. Les résultats expérimentaux montrent que lorsqu'un verbe est proposé comme indice, les réponses spontanément apportées sont, en grande majorité, des noms (e.g., Duscherer & Mounoud, 2006). Néanmoins, la

question du stockage des concepts en mémoire en fonction de la classe grammaticale mérite d'être posée et nous présenterons dans la partie suivante les modélisations des aspects sémantiques propres aux actions (et par extension majoritairement aux verbes).

1.1.6 Modélisation de la sémantique de l'action

Même si le verbe est fréquemment le porteur de l'action, la distinction noms/verbes ne semble pas être organisée, au niveau cérébral, de façon grammaticale mais davantage au niveau de leur représentation sémantique (Crepaldi, Berlingeri, Paulesu & Luzatti, 2011). Vigliocco et al. (2011) ont publié une revue des études comportementales, électrophysiologiques, neuropsychologiques et d'imagerie portant sur la distinction entre le nom et le verbe. Les auteurs synthétisaient également trois théories linguistiques principales portant sur cette distinction. Un premier courant théorique, dit lexicaliste, postule que les informations sur la nature grammaticale d'un mot sont stockées en mémoire et sont activées lors de tâches de production et de compréhension. Dans une version stricte de ce courant théorique, est postulée une activation automatique des informations grammaticales. Dans une version plus souple de ce courant théorique, l'activation serait déclenchée uniquement lorsque les demandes de la tâche à accomplir le requièrent. Un deuxième groupe de théories, dites combinatoires, postule que la classe grammaticale n'est pas stockée en mémoire et ne fait pas partie intégrante du concept lexical. En revanche, un processus combinatoire d'intégration permettrait l'utilisation de la classe grammaticale d'un mot lorsque ce dernier est intégré dans une phrase. Enfin, pour une troisième classe de théories, dites

émergentistes, l'information grammaticale n'est ni part intégrante du système lexical ni stockée dans un système de connaissances procédurales. L'information grammaticale serait dérivée de différentes contraintes dont la principale serait sémantique : les noms prototypiques représenteraient des objets et les verbes prototypiques représenteraient des actions. Les cooccurrences dans le discours (les contraintes syntaxiques) et la typicalité phonologique (les noms et les verbes présentent des régularités phonologiques subtiles) sont deux autres contraintes permettant la classification d'une entité comme un nom ou un verbe. Vigliocco et al. (2011) ont synthétisé les conclusions des études expérimentales présentées dans la littérature. Ces conclusions paraissent davantage cohérentes avec les théories émergentistes. La dissociation entre le nom et le verbe, ne serait d'ordre grammatical que lorsque la tâche le requiert. Lorsque le traitement grammatical n'est pas sous-tendu par les demandes de la tâche, la distinction entre le nom et le verbe serait davantage une différence sémantique entre les concepts dynamiques et statiques.

Au-delà des théories linguistiques, une modélisation de l'organisation fonctionnelle et anatomique des systèmes lexical, sémantique non-moteur et sémantique moteur pour les actions impliquant la main a été proposée : le modèle HANDLE (Garcia & Ibañez, 2016 ; voir Figure 5). Dans ce modèle, le système lexical prend en charge le traitement de la forme du mot et repose sur les aires temporales et temporo-occipitales. Les systèmes d'action manuelle et le système incarné sont en interaction et permettent l'activité motrice manuelle. Ces systèmes impliquent les aires motrices, primaire et supplémentaire, l'aire de Broca, les ganglions de la base et le cortex pariétal. Le système sémantique non-moteur, impliquant l'aire de Wernicke, le

sulcus temporal supérieur et le cortex temporal antérieur, gère les informations conceptuelles additionnelles dont les informations sur les actions guidées par un but. Ces quatre systèmes interagissent via des connections top-down (conduisant des prédictions mises à jour de façon dynamique) et des connections bottom-up (envoyant des prédictions d'erreurs et des signaux directeurs vers les niveaux plus élevés). Les zones de recouvrement de ces systèmes pourraient d'un point de vue empirique correspondre aux zones de convergences décrites par Dell (1986), Levelt et al. (1999) et Indefrey (2011).

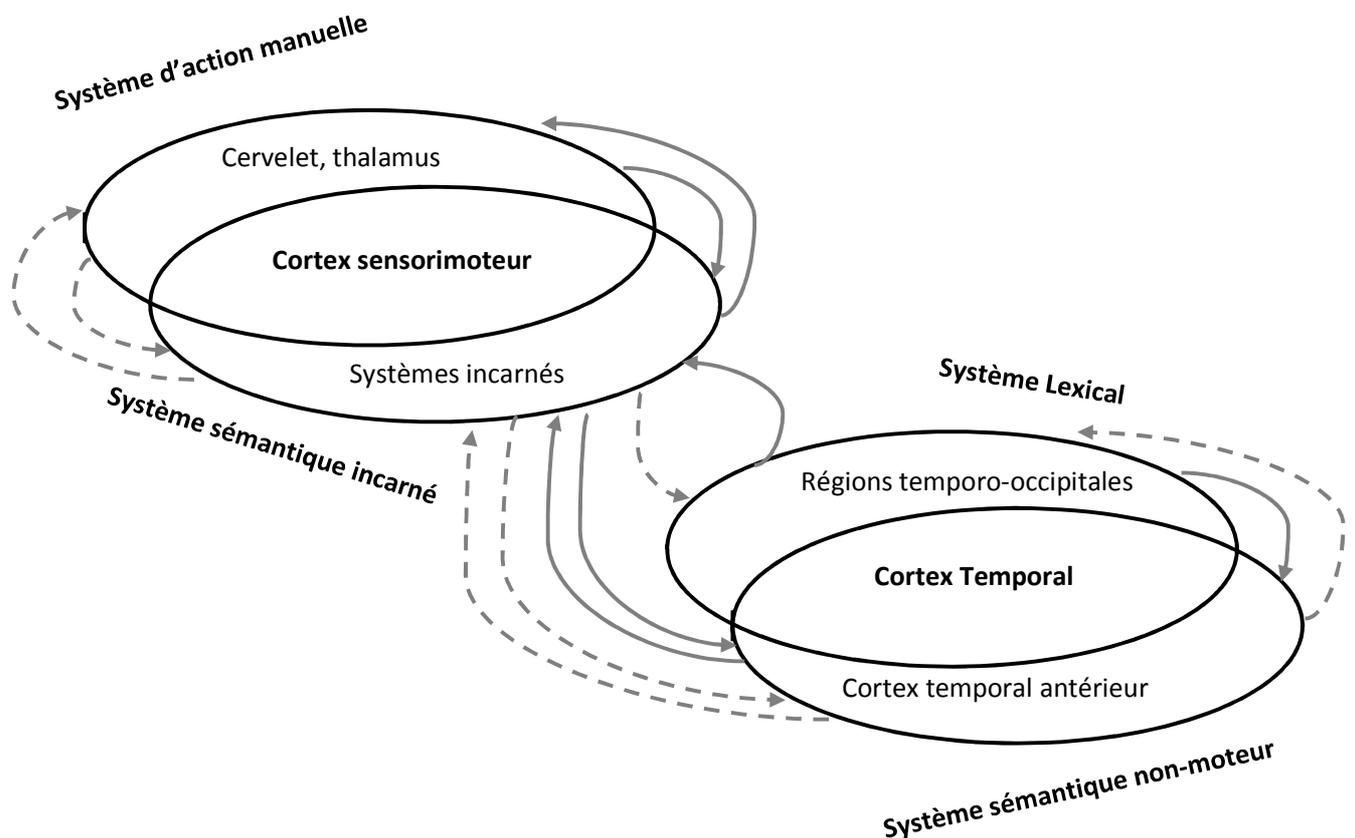


Figure 5. Architecture anatomico-fonctionnelle du modèle HANDLE (d'après Garcia & Ibañez, 2016).

Peigneux et Van Der Linden (2000) ont proposé un modèle cognitif de la production gestuelle pour lequel un système sémantique et multimodal de l'action occupe une place centrale (voir Figure 6). Ce modèle postule l'existence de cinq niveaux de traitement de l'information gestuelle. Chaque niveau de traitement est constitué de différents modules interconnectés. Pour le premier niveau de traitement, sensoriel, un signal entrant est analysé par une unité perceptive adaptée à la modalité de présentation (i.e., visuelle pour les objets, visuo-spatiale pour les gestes et verbale pour les mots). Au second niveau, le niveau mnésique, le signal spécifique issu des unités d'analyse est traité par un système de reconnaissance : le lexique phonologique d'entrée pour la modalité auditivo-verbale, le système de reconnaissance des objets et le lexique d'entrée des gestes. Ce lexique d'entrée des gestes contiendrait les engrammes kinesthésiques des mouvements appris. Le troisième niveau, représentationnel, est constitué du système sémantique de l'action qui est un répertoire des connaissances conceptuelles multimodales spécifiques aux actions ainsi qu'aux objets accompagnant ces actions. Ce système sémantique de l'action active, au quatrième niveau, le niveau des lexiques de sortie, des modules spécialisés unimodaux : le lexique phonologique de sortie pour une production verbale et le lexique gestuel de sortie si l'objectif est l'exécution du geste. Le lexique gestuel de sortie abrite des représentations analogues à celle contenues dans le lexique gestuel d'entrée, mais davantage orientées vers un objectif, la réalisation effective de l'action. Enfin, le dernier niveau, exécutif, correspond à l'activation des schémas innervatoires pour aboutir à la production gestuelle du geste requis.

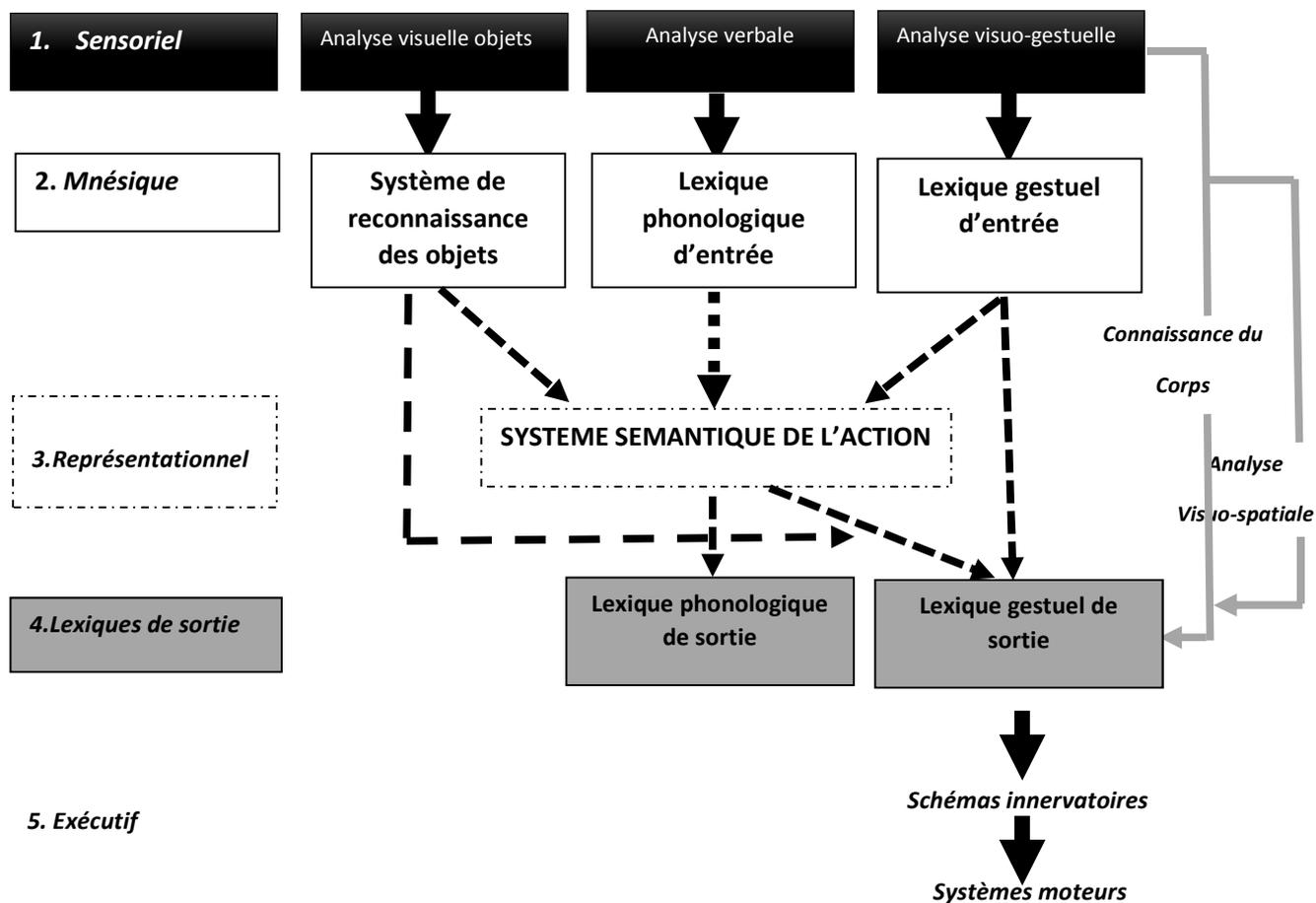


Figure 6. Modèle de la production gestuelle (d'après Peigneux & Van Der Linden, 2010).

1.1.7 Conclusion

En résumé, la production du verbe, en tant que porteur de l'action, a été étudiée avec des tâches de production sérielle, telle que la tâche de fluence d'action (Piatt et al., 1999a) et avec des tâches de production libre indiquée, telle que la tâche d'association verbale. Nous relevons néanmoins un manque d'études permettant de comprendre les

liens entre les verbes entre eux. Cet aspect est davantage développé dans la littérature en ce qui concerne la production du nom. Nous exposerons dans la partie suivante que la production du nom ou la production libre grammaticalement ont été étudiées à travers des tâches de fluence dites littérale (i.e., mot commençant par une lettre donnée) ou sémantique (i.e., mot appartenant à une catégorie sémantique donnée) dans le vieillissement normal, ainsi que dans des tâches d'associations verbales utilisant un nom comme indice.

1.2 Production du nom et production libre grammaticalement

Les tâches de génération et de dénomination permettent l'évaluation de la production lexicale. Parmi les tâches de génération, les tâches de fluence verbale sont basées sur une production sérielle guidée par un indice catégoriel (i.e., appartenance sémantique ou première lettre). Les tâches d'association verbale sont également des tâches de génération nécessitant une production unique libre sur base d'un indice sémantiquement lié. Nous présenterons tout d'abord les tâches de fluences sémantique et littérale à travers les différents indicateurs de performance décrits dans la littérature. Nous décrirons par la suite les éléments déterminant la production en fluence verbale ainsi que les effets du vieillissement sur la performance lors de ce type de tâche. Enfin, nous présenterons les effets de l'âge observés lors de tâches de génération de mots sur base de la présentation d'un associé sémantique.

1.2.1 Production libre : les tâches de fluence sémantique et littérale

Les tâches de fluence sémantique et littérale sont les tâches de fluence verbale les plus couramment utilisées pour l'analyse de la production lexicale (voir Gierski & Ergis, 2004 pour une revue). Elles permettent, d'un point de vue neuropsychologique, l'évaluation du stock lexical et des stratégies de récupération des mots au sein de ce dernier. Lors des tâches de fluence verbale, il est demandé au participant la production du plus grand nombre de mots (généralement de noms) en un temps donné selon un critère d'appartenance précis. Ainsi, sont distinguées les fluences dites littérales (également retrouvées sous l'appellation phonémiques, phonologiques ou formelles) des fluences dites sémantiques (également appelées catégorielles). Au cours d'une tâche de fluence littérale, le participant doit produire le plus grand nombre de mots commençant par une lettre précise sans donner de noms propres, de nombres et sans se répéter. Nous notons que les lettres P et R sont les plus utilisées pour les pays francophones (Cardebat, Doyon, Puel, Goulet & Joanne, 1990). En langue anglaise, les lettres utilisées sont les lettres F, A et S (e.g., Borkowski, Benton, & Spreen, 1967). Au niveau sémantique, il est demandé au participant d'énoncer le plus grand nombre de mots appartenant à une catégorie sémantique donnée sans se répéter. Les catégories sémantiques les plus représentées dans la littérature sont les catégories animaux et fruits (e.g., Cardebat et al., 1990), les catégories couleurs et vêtements (e.g., McDowd et al., 2011), la catégorie légumes (e.g., Acevedo et al., 2000), et la catégorie sports (e.g., Baciú et al., 2016).

L'indicateur de réussite principalement utilisé est le nombre total d'exemplaires produits dans le temps donné (Gierski & Ergis, 2004). En complément de cet indicateur quantitatif, Troyer et al. (1997) ont proposé des indicateurs qualitatifs, les regroupements et les alternances. Le nombre de regroupements lors d'une tâche de fluence verbale correspond au nombre de catégories sous ordonnées produites par le participant. Le nombre d'alternances représente le nombre de passages d'un regroupement à un autre regroupement (donc équivalent à « nombre de regroupements -1 ») et la taille moyenne des regroupements est la moyenne du nombre de mots par regroupement. Ces indicateurs sont très largement utilisés dès lors dans la littérature afin de distinguer la récupération dans le stock lexical et les capacités exécutives. Nous retrouvons également au niveau des indicateurs de performance le nombre de répétitions. Les répétitions des items déjà produits, appelées persévérations récurrentes ou idéatoires, sont les erreurs les plus courantes lors de tâches de fluence verbale sémantique et littérale (Bayles et al., 2013 ; Ramage, Bayles, Helm-Estabrooks & Cruz, 1999). L'ensemble de ces indicateurs ont été utilisés dans la littérature afin de distinguer les individus jeunes des individus âgés lors de tâches de fluence sémantique et de fluence littérale.

1.2.2 Effets du vieillissement et déterminants des fluences sémantique et littérale

Les comparaisons entre adultes jeunes et adultes âgés en termes de mots correctement produits en fluence sémantique indiquent une diminution du nombre d'exemplaires produits en une minute chez les sujets âgés comparativement à des

adultes jeunes (e.g., Troyer et al., 1998, Kemper & Sumner, 2001 ; Meinzer et al., 2009). Cette diminution de la fluence sémantique avec l'âge serait relativement progressive avec des performances s'affaiblissant progressivement entre 55 et 84 ans (Mathuranath et al., 2003). Cette diminution progressive de la production totale à mesure du vieillissement se ferait dès 30 ans, et serait plus marquée au niveau sémantique que littéral (Brickman et al., 2005). Ce fléchissement de la production, présenté sur la Figure 7, est relevé dans d'autres études (Elgamal, Roy & Sharratt, 2011) et avec différentes catégories sémantiques, bien que certaines d'entre-elles soient davantage discriminantes. Dans l'étude de Baciú et al. (2016), quatre catégories sémantiques (i.e., animaux, légumes, vêtements, sports) étaient proposées lors de tâches de fluence sémantique en une minute à des adultes jeunes (Moy = 42,6 ans) et à des adultes âgés (Moy = 72,2 ans). Les catégories animaux et sports discriminaient davantage les participants jeunes et âgés que la catégorie vêtements. Le nombre de mots produits en une minute pour la catégorie légumes n'était pas différent selon le groupe d'âge des participants. Il est intéressant de noter ici que les deux catégories les plus dynamiques ont un meilleur pouvoir de discrimination que les deux catégories les plus statiques.

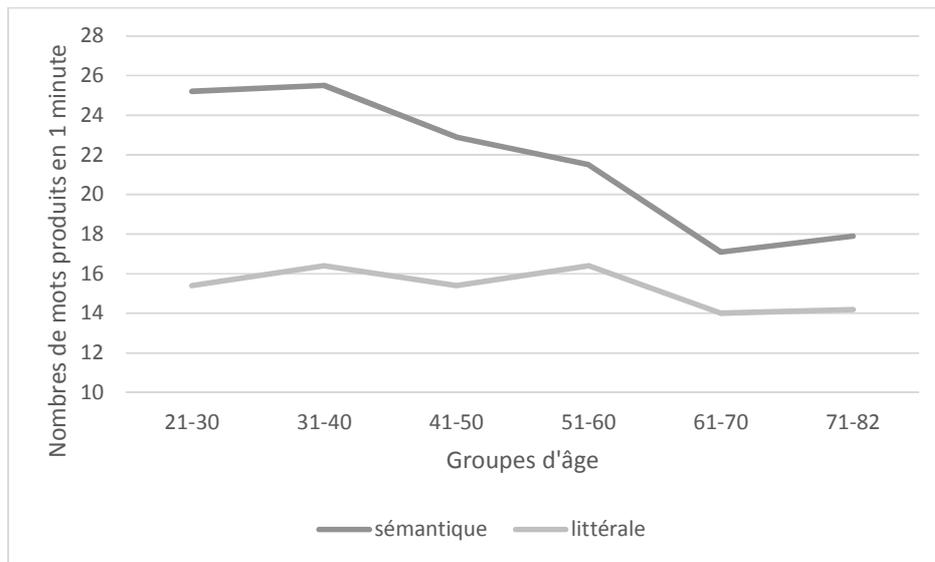


Figure 7. Nombre total d'exemplaires produits par décennie et par type de fluence (issu de Brickman et al., 2005)

Les difficultés des individus âgés lors de la tâche de fluence sémantique seraient présentes dès les stades initiaux de la production. Lee, H.Kim, J.Kim, Yoon et S.R. Kim (2015) ont analysé les différentes étapes de la production sémantique en 30 secondes par période de cinq secondes (avec comme indicateur supplémentaire, le temps mis à produire le premier exemplaire). Les individus âgés étaient répartis dans cinq classes d'âge : 60-64 ans, 65-69 ans, 70-74 ans, 75-79 ans et 80-84 ans. Les résultats exposaient une différence entre les deux groupes les plus âgés (75-79 ans et 80-84 ans) et les autres groupes pour la performance totale en 30 secondes. L'analyse des six phases de cinq secondes montrait une différence entre les groupes d'âges au niveau des trois premières phases (des 15 premières secondes). En effet, les participants appartenant aux deux groupes les plus âgés exposaient une performance plus faible que celle du groupe d'âge le plus jeune (i.e., 60-64 ans) lors des cinq premières secondes.

De plus, les participants âgés de 80 à 84 ans produisaient moins d'exemplaires que les participants âgés de 70 à 74 ans au cours de la seconde phase (de 6 à 10 secondes). Les deux groupes d'âges les plus avancés mettaient un temps plus long pour produire le premier mot. Cette diminution de la production sémantique chez les âgés n'a cependant pas été obtenue dans toutes les études (Henry & Philips, 2006 ; Tournier, Mathey & Postal, 2011).

La plupart des études portant sur les effets du vieillissement sur la fluence littérale n'indique pas de différence significative entre le nombre de mots produits par les participants jeunes et celui des participants âgés (Troyer et al., 1998, Kemper & Sumner, 2001, Mathuranath et al., 2003 ; Meinzer et al., 2009). Hughes et Bryan (2002) n'ont pas non plus montré de différence sur le nombre et la taille des regroupements, le nombre d'alternances et le ratio «regroupement divisé par alternances » entre des participants jeunes et des participants âgés. Henry et Philips (2006) relevaient même une augmentation de la fluence littérale avec l'âge. Cet effet n'était pas imputable au niveau de vocabulaire des aînés, pourtant significativement plus élevé que celui des jeunes dans cette étude. Il est, cependant, à noter que pour cette étude, aucune différence n'était relevée en fluence sémantique.

Rodriguez-Aranda et Martinussen (2006) ont réalisé une méta-analyse de 26 études portant sur les résultats par décennie (de 20 à 89 ans) aux scores au COWAT (fluence F, A, S en une minute ou en forme parallèle P, L, W). Les auteurs soulignaient une augmentation progressive de la performance en fluence littérale jusqu'à 30 ans avec un maintien de la performance jusqu'à 40 ans. Un déclin léger se produisait jusqu'à l'âge de 60 ans où la baisse de performance devenait plus importante.

L'absence de consensus quant à une diminution de la fluence littérale pourrait s'expliquer par les âges auxquels les participants adultes ont été évalués.

De plus, l'absence de différence sur le nombre de mots produits ne signifie pas l'absence de modification au niveau qualitatif. Dans l'étude de Sauzeon et al. (2011), les performances des adultes jeunes (Moy = 21 ans) et âgés sains (Moy = 70 ans) lors de tâches de fluence supermarché et littérale sont analysées par période de 30 secondes. Dans cette étude, la fluence supermarché était censée représenter la fluence sémantique, ce qui au niveau fondamental est partiellement discutable, les articles de supermarché étant davantage associés par leur cooccurrence en un même lieu qu'en raison de caractéristiques intrinsèques communes. Si le nombre total de mots produits au cours d'une minute ne différait pas significativement entre les deux groupes, lors des 30 premières secondes les participants jeunes produisaient plus de mots et d'alternances que les âgés. Pour les 30 dernières secondes, les participants âgés produisaient plus d'exemplaires et mettaient en place des regroupements plus grands (en fluence littérale uniquement) que les participants jeunes.

Tournier (2010) ne relève pas d'atteinte des processus automatiques avec l'avancée en âge lors de tâches de fluence verbale. Les données suggéraient que les adultes âgés reposaient leur performance davantage sur les processus automatiques et les adultes jeunes sur les processus contrôlés. Il semblerait donc que les fluences sémantique et littérale seraient différemment impactées par le vieillissement, ou à minima impactées selon des temporalités différentes. La diminution de la production au niveau sémantique serait plus précoce et abrupte (e.g., Kemper & Sumner, 2001) que celle relative à la production littérale qui serait plus tardive (e.g., Brickman et al.,

2005), du moins d'un point de vue quantitatif. Au niveau qualitatif, il semblerait que les processus sous-tendant la production se modifient avec l'âge (e.g., Sauzéon et al., 2011).

Différents déterminants de la production en fluence sémantique et littérale ont été identifiés en fonction de l'âge. Les tâches de fluence verbale classiques, sémantique et littérale (voir Gierski & Ergis, 2004) sont, en pratique clinique, le plus souvent utilisées pour évaluer l'intégrité du stock lexical et les capacités exécutives liées à la récupération d'exemplaires précis au sein de ce dernier. Bolla, Lindgren, Bonnacorsy et Bleecker (1990) ont étudié les déterminants langagiers et exécutifs de la fluence verbale auprès d'individu âgé de 40 à 89 ans. Les performances en fluence sémantique et littérale étaient mises en lien avec le niveau de vocabulaire, les habilités exécutives, la mémoire verbale et la mémoire logique. Les analyses de régressions exposaient une large part de la variance expliquée par le niveau de vocabulaire ($R^2 = .08$, $p = .01$). L'âge et le niveau d'études n'étaient pas liés à la performance aux tâches de fluence verbale. Cette influence du vocabulaire sur la performance a été répliquée par Bryan, Luszcz et Crawford (1997). Dans cette étude, les auteurs caractérisent les performances d'adultes âgés de 70 à 98 ans lors d'une tâche de fluence littérale en évaluant le niveau de vocabulaire à l'aide d'une tâche de lecture de mots irréguliers et la vitesse de traitement. L'âge était négativement corrélé avec les performances en fluence, avec une part de variance expliquée de 2%. Une plus grande part de la variance (17 %) était expliquée par la vitesse de traitement, sans effet compensatoire du niveau de vocabulaire. La performance en fluence littérale dépendrait, davantage de la vitesse de traitement que du vocabulaire. Les effets du niveau d'études sur le nombre de mots

produits paraissent contradictoires. Heinzl et al. (2013) ont décrit une performance en fluence sémantique (professions, fruits et fleurs en 30 secondes) des participants âgés (Moy = 64,6 ans) négativement liée à l'âge sans influence du niveau d'études. Moraes et al. (2013) ont au contraire montré une influence du niveau d'études et de l'âge sur les performances pour les deux types de fluence chez des participants âgés de 19 à 75 ans. Leurs résultats montraient un grand pouvoir explicatif du niveau d'études avec environ 30% de la variance expliquée. Le modèle explicatif à quatre facteurs (i.e., niveau d'éducation, âge, jugement sémantique et habitudes de lecture/écriture) était significatif pour la performance en fluence catégorielle (43,8% de la variance) et, dans une moindre mesure, pour la performance en fluence littérale (39,2% de la variance). Ce fort pouvoir explicatif du niveau d'études avait déjà été décrit par Mathuranath et al. (2003) avec un effet de l'âge qui n'était présent que sur les fluences catégorielles avec une performance plus faible pour le groupe d'âge le plus élevé (de 75 à 84 ans).

Le lien entre la vitesse de traitement et le vocabulaire, ainsi que leurs parts explicatives respectives pour la performance en fluence sémantique et littérale ont également été décrits chez l'adulte jeune et l'adulte âgé par Kemper et Sumner (2001). Les auteurs ont analysé chez des participants âgés (Moy = 76 ans) et jeunes (Moy = 23 ans) les déterminants de leur performance aux tâches langagières parmi lesquelles la fluence sémantique et la fluence littérale. Les sphères suivantes étaient évaluées : le vocabulaire, la vitesse de traitement, la mémoire de travail et la compréhension de texte. Les résultats ont permis de déterminer que les trois premiers facteurs influençaient de façon différente la performance en fluence verbale chez les participants jeunes et âgés. Chez l'adulte jeune (voir Figure 8), la performance en

fluence littérale et sémantique était directement liée à la vitesse de traitement (et ce, de façon sensiblement plus importante sur le versant littéral). La vitesse de traitement était, elle-même, corrélée positivement au niveau de vocabulaire et négativement à la mémoire de travail. Chez l'adulte âgé (voir Figure 9), si la performance aux tâches de fluence littérale et catégorielle était toujours directement liée à la vitesse de traitement (avec le même pattern que pour l'adulte jeune), la vitesse de traitement n'était pas significativement corrélée à la mémoire de travail, contrairement à ce qui avait été observé chez l'adulte jeune. Le lien direct entre les facteurs vocabulaire et vitesse de traitement était, quant à lui, toujours présent mais de façon plus ténue que chez l'adulte jeune. Chez l'adulte jeune, la mémoire de travail était étroitement liée à la vitesse de traitement, identifiée dans la littérature comme principal prédicteur de la fluence littérale et sémantique (e.g., Bolla et al., 1990). En revanche, la mémoire de travail n'était pas en lien avec la vitesse de traitement chez l'adulte âgé.

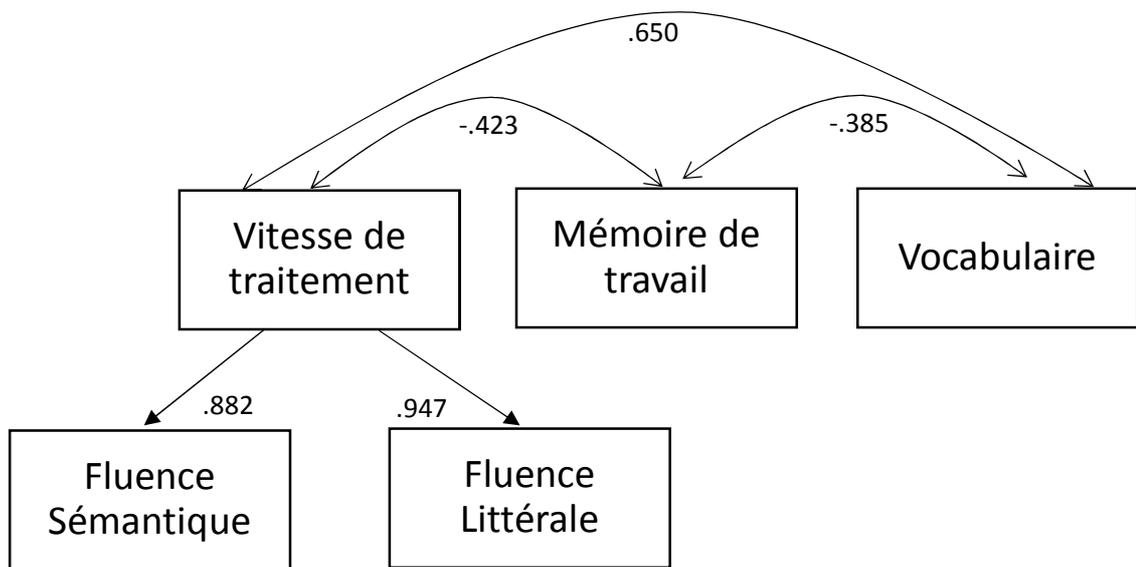


Figure 8. Modèle explicatif des performances aux tâches langagières chez l'adulte jeune (adapté de Kemper & Sumner, 2001)

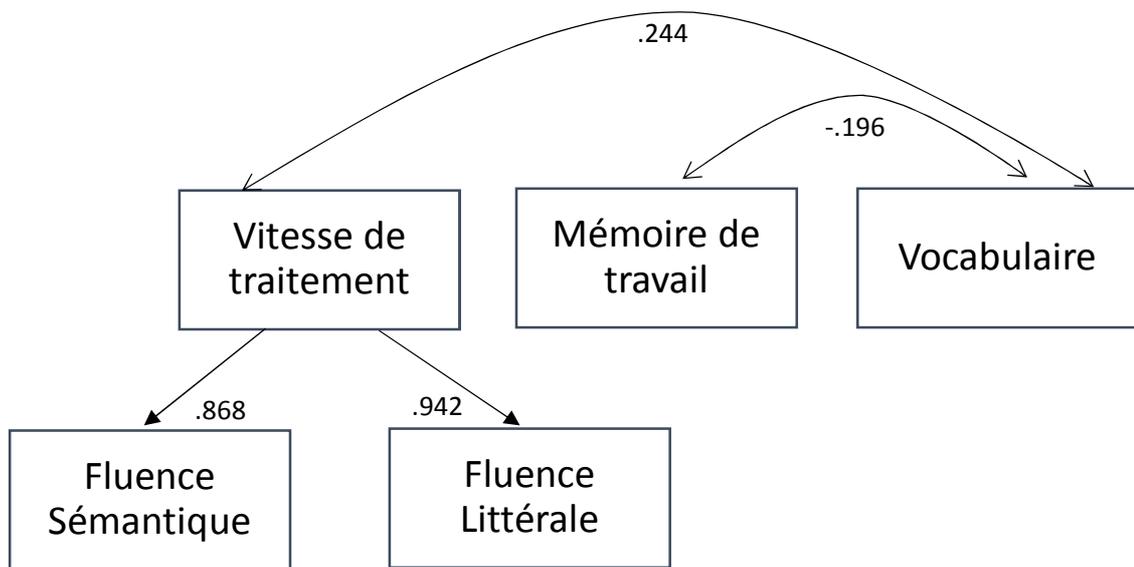


Figure 9. Modèle explicatif des performances aux tâches langagières chez l'adulte âgé (adapté de Kemper & Sumner, 2001).

De surcroît, la mémoire de travail a été identifiée comme l'un des principaux déterminants de la performance en fluence sémantique et littérale chez l'individu jeune (Unsworth, Spillers & Brewer, 2011). La mémoire de travail aurait, de plus, des effets sur les indicateurs qualitatifs tels que la taille des regroupements et le nombre d'alternances. Un bon niveau de mémoire de travail (i.e., un empan mnésique élevé), serait un facteur favorisant une production fournie en fluence sémantique, avec des regroupements de plus grande taille et en conséquent une moins grande nécessité à alterner entre les regroupements (Rosen & Engle, 1997). Plus précisément, une étude a décrit les différentes composantes de la mémoire de travail que sont la boucle phonologique, le calepin visuospatial et l'administrateur central en fonction de leurs implications respectives sur les performances en fluence sémantique et fluence littérale

chez des adultes jeunes (Rende, Ramsberger & Miyake, 2002). Étaient également proposées une tâche de fluence littérale (i.e., lettre B) et une tâche de fluence catégorielle (i.e., moyen de transport) réalisées en situation de double tâche. Trois conditions de double tâche étaient proposées. La tâche de fluence pouvait être combinée à une tâche de suppression articulatoire qui limitait l'utilisation de la boucle phonologique. La tâche de fluence pouvait être réalisée en même temps qu'une tâche de comparaison de cubes qui limitait l'utilisation du calepin visuospatial. Enfin, la tâche de fluence pouvait être accompagnée d'une tâche d'alternance arithmétique qui saturait la manipulation de l'information au niveau de l'administrateur central. Les résultats indiquaient une plus grande implication de la boucle phonologique pour la fluence littérale que la fluence sémantique qui serait elle-même davantage en lien avec le calepin visuo-spatial que la fluence littérale. L'administrateur central entretiendrait un lien équivalent avec les deux types de fluence. De façon intéressante, cette étude donne un argument pour une origine exécutive de la fluence verbale dans la mesure où les tâches interférentes avaient des effets sur le nombre de mots produits et sur le nombre d'alternances. La taille des regroupements n'était pas modifiée.

Le lien important entre la vitesse de traitement et la fluence sémantique n'est cependant pas toujours retrouvé. Dans l'étude de Kraan, Stolwyk et Testa (2013) portant sur les déterminants de la fluence catégorielle et littérale, des adultes jeunes, âgés de 26 ans en moyenne, étaient évalués sur leur intelligence verbale, leur récupération sémantique, leur vitesse de traitement, leur mémoire de travail et leur niveau d'inhibition. L'intelligence verbale n'avait, dans cette étude, qu'une influence sur la fluence littérale. Comme initialement postulé par les auteurs, la vitesse de

traitement contribuait de façon significative à la performance des individus jeunes en tâche de fluence littérale mais pas en tâche de fluence catégorielle, davantage corrélée à la mémoire de travail et à la récupération sémantique. Ces différentes études indiquant une part de variance importante expliquée par la vitesse de traitement pour les performances en fluence verbale (e.g., Kemper & Sumner, 2001), nous amènent à nous questionner quant aux aspects temporels de cette tâche.

Fernaesus et Almkvist (1998) ont analysé le décours temporel de la fluence littérale en une minute en scindant la production en périodes de dix secondes. Ce découpage temporel permet d'enrichir la compréhension des processus semi-automatiques (survenant durant les 10 à 30 premières secondes) et des processus contrôlés (30 secondes suivantes). Dans cette étude, menée chez des individus âgés de 37 à 88 ans, une analyse factorielle permettait de discriminer deux facteurs : un premier liant les trois premières périodes de la production représentant les processus de récupération automatique et un second liant les trois dernières périodes de temps et représentant la récupération coûteuse. Les participants réalisaient également des épreuves d'information, de similitudes, de mémoire de chiffres et de vocabulaire, des tâches de mémoire épisodique, d'attention et d'apprentissage, ainsi que des évaluations motrice et visuo-spatiale. Les processus semi-automatiques étaient en lien avec la mémoire de travail et la mémoire épisodique alors que les processus contrôlés étaient en lien avec les habilités langagières : vocabulaire, information et similitudes (bien que cette dernière soit également considérée comme de nature exécutive).

Nous retenons que les fluences verbales sont considérées comme des tâches de nature exécutive (Henry & Crawford, 2005a, 2005b) et sont couramment utilisées en

pratique clinique pour évaluer les fonctions exécutives (Godefroy & Grefex, 2004). Cependant, certaines études n'ont pas montré de relation entre les fonctions exécutives, la flexibilité en premier lieu, et les changements dus à l'âge lors d'une tâche de fluence littérale à l'écrit (e.g., Philips, 1996). Néanmoins, Holtzer, Goldin et Donovanick, (2009), lors d'une tâche de fluence littérale chez des adultes âgés (Moy = 84 ans), montraient une corrélation importante entre la performance en fluence littérale et le score à l'échelle de démence de Mattis (Mattis, 1988), échelle particulièrement sensible aux atteintes d'origine exécutive. Les auteurs ont comparé les performances de ces tâches de fluences, en une et deux minutes avec les résultats de cette échelle et concluaient sur une corrélation importante entre le score de conceptualisation de la DRS et la fluence en deux minutes (et de surcroît avec la deuxième minute de production prise isolément). De plus, le score de mémoire de la DRS était significativement corrélé avec la deuxième minute de production. Ces résultats seraient les témoins d'une recherche plus active au sein du stock lexical au cours de la seconde minute. Cette étude apporte par ailleurs des connaissances sur l'adaptation des individus âgés pour des temps de production allongés. Le fait d'allonger le temps de passation des fluences permettraient aux sujets âgés sains de rediriger les ressources cognitives et de les adapter aux demandes de la tâche.

En résumé, la vitesse de traitement (e.g., Kemper & Sumner, 2001), le vocabulaire (e.g., Bolla et al., 1990), le niveau d'études (e.g., Moraes et al, 2013) et la mémoire de travail (e.g., Unsworth et al., 2011) apparaissent liés au nombre de mots produits lors de tâches de fluence sémantique et littérale. La part exécutive est beaucoup moins décrite en dépit de l'utilisation clinique de ces outils comme mesure

du fonctionnement exécutif (Godefroy & Grefex, 2004). Nous notons également que les différences entre les indicateurs de performances peuvent être interprétées en fonction des populations d'études choisies. En effet, tandis que capacités de mémoire de travail et la vitesse de traitement diminuent avec l'âge (Wechsler, Coalson & Raiford 2008), le vocabulaire augmente (Verhaegen, 2003).

1.2.3 Les tâches d'association verbale utilisant le nom comme indice

D'autres tâches que les fluences verbales sont aujourd'hui utilisées pour mieux comprendre la production des mots. Ainsi, lors des tâches d'association verbale, il est demandé de produire un mot lié à un premier mot qui a été lu et/ou entendu. Le mot ainsi produit est lié sémantiquement à l'indice qui avait été donné (e.g., *chocolat* pour l'indice *gâteau* chez Ferrand & Alario, 1998) sans relation hiérarchique superordonné/sous-ordonné, comme cela peut-être le cas pour la fluence sémantique. Comme nous allons l'exposer dans ce qui suit, cette production d'un mot unique est marquée dans les études par des différences entre adultes jeunes et âgés, observées majoritairement lorsque les indices sont des noms. Dans un premier temps, nous montrerons en quoi l'âge peut modifier les réponses dominantes lors des tâches d'associations verbales. Dans un second temps, nous présenterons les différences de stratégies de réponses en fonction de l'âge. Nous montrerons dans un troisième temps l'impact des caractéristiques linguistiques des mots utilisés lors de tâches d'association verbale. Enfin, nous présenterons les études exposant des différences culturelles ou de sexe dans les réponses dominantes pour du matériel commun.

Les tâches d'association verbale proposées à un grand nombre de participants ont permis l'établissement de normes d'association pour différentes langues et différents groupes d'âge. Les normes d'associations verbales les plus anciennes ont été publiées en langue anglaise en 1910 (Kent & Rosanoff, 1910). Ces normes portant sur 100 mots (noms, verbes et adjectifs) ont été réalisées grâce aux réponses apportées par 1000 individus. Néanmoins, en l'absence de données démographiques quant aux participants chez Kent et Rosanoff, Tresselt et Mayzner (1964) ont proposé, en langue anglaise, la même liste de mots à des participants de groupes d'âges différents : individus jeunes (18-33 ans), d'âge intermédiaire (34-49 ans) et âgés (50-87 ans). L'analyse de fréquence des réponses données par chaque groupe d'âge expose des différences significatives pour 28% des indices donnés. Par exemple, pour le mot *table* présenté en amorce, la réponse *chaise* est produite par 43% des 50 à 87 ans, 69% des 34 à 49 ans et 91% des 18 à 33 ans. Les auteurs apportent une démonstration des influences culturelles générationnelles sur l'organisation du lexique mental avec une plus grande dispersion des réponses chez les adultes âgés, qui peut être potentiellement expliquée par un niveau de vocabulaire plus élevé (voir Verhaegen, 2003, pour une méta-analyse sur le vocabulaire en fonction de l'âge). Dans la langue française, De la Haye (2003) a publié des normes d'associations verbales pour des noms, verbes, adjectifs et adverbes, recueillies auprès d'adultes jeunes (18 à 34 ans) et des enfants de classes d'âge différentes (9, 10 et 11 ans). Les indices avaient été sélectionnés à partir d'une échelle d'orthographe usuelle afin d'utiliser des mots connus par au minimum 75% des enfants de 9 ans (plus petit âge de la cohorte). En comparant les réponses primaires apportées par les enfants et les adultes, les taux de recouvrement oscillaient de 62,5 à 68,5 % pour chaque groupe d'enfants par rapport aux adultes. Si

les trois groupes d'enfants ne différaient pas significativement entre eux, ce qui peut être attribué à des âges développementaux trop proches, ces trois groupes différaient significativement des adultes, apportant un argument supplémentaire à une différence des associations en fonction de l'âge.

La distinction entre adultes jeunes et adultes âgés a été décrite en fonction du type de réponses données et de la nature du lien entre l'indice et le mot produit par Hirsh et Tree (2001). Dans cette étude en langue anglaise, 90 mots ont été utilisés comme indices. Ces mots étaient sélectionnés parce qu'ils représentaient des noms d'objets concrets ou bien parce qu'ils appelaient fortement la production d'un nom d'objet concret. Cependant, 49 de ces items pouvaient être considérés comme grammaticalement ambivalents car pouvant appartenir à plusieurs classes grammaticales. Par exemple, *blue* peut être à la fois un adjectif (sens le plus commun), un nom et un verbe. Ces indices ont été proposés, lors d'une tâche d'association libre à des participants jeunes (entre 21 et 30 ans) et âgés (entre 66 et 81 ans). Les auteurs classaient, a posteriori, les réponses apportées par les participants en 2 catégories (voir aussi Bandera et al., 1991) : les réponses catégorielles hiérarchiques et les réponses relationnelles-propositionnelles. Les premières sont des réponses partageant la même classe grammaticale que le mot indice, incluant les coordonnés, les sous-ordonnés, les superordonnés, les synonymes, les antonymes et les métonymes. Les réponses relationnelles-propositionnelles correspondent à des cooccurrences au sein d'une phrase, la réponse pouvant être une action liée à l'indice ou représenter un attribut de l'indice. Une réponse relationnelle-propositionnelle peut être de la même catégorie grammaticale que l'indice. Les réponses dominantes étaient d'ordre relationnel-

propositionnel, avec une proportion plus importante chez les adultes jeunes (70%) que chez les adultes âgés (60%). Seuls 36 des 90 indices apportaient la même réponse dominante chez les deux groupes d'âge et lorsque l'analyse portait sur les trois réponses les plus couramment apportées le recouvrement n'était que de 57%. Moins de participants jeunes que de participants âgés participaient à la réponse dominante. Plus de réponses uniques (produites par un seul individu) ou non-unicques étaient produites, menant à une plus grande variété de réponses apportées. Les auteurs postulaient donc que les normes d'associations recueillies auprès de participants jeunes, en raison du faible recouvrement des réponses dominantes des deux groupes d'âges, ne seraient pas idéales pour la construction de matériel de recherche appliqué au vieillissement. La moins grande dispersion des réponses chez les participants âgés paraît contradictoire à ce qui avait été observé par Tresselt et Mayzner (1964) qui montraient une plus grande dispersion chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes. Les effets de l'âge sur les réponses dominantes lors de tâches d'association verbale nécessiteraient donc d'être davantage explorés pour la langue française.

Une base d'association verbale dite en procédure continue a été publiée pour la langue allemande (De Deyne & Storms, 2008). La tâche des participants (Moy = 24 ans) était de fournir 3 réponses pour chaque indice présenté. Les indices présentés étaient 1424 mots issus de catégories naturelles (fruits, légumes, insectes, animaux, poissons, oiseaux, reptiles et mammifères), artificielles (véhicules, instruments de musique, armes, vêtements et outils), alimentaire (nourriture et boissons) et d'action (sports et professions). Au niveau grammatical, la liste était constituée de 1266 noms, 77 verbes, 80 adjectifs et un numéral. Les premières réponses présentaient le plus grand

recouvrement. Les mots produits en second ou troisième étaient des associés plus faibles mais permettaient d'établir la taille du set d'associés. L'apport principal de l'étude est de présenter des mesures de fréquence lexicale, d'âge d'acquisition et d'imageabilité pour l'ensemble des réponses données. Ces mesures avaient été obtenues auprès de 48 participants jeunes. Les réponses dominantes pour chaque indice étaient plus fréquentes, acquises plus tôt et avaient de plus fortes valeurs d'imageabilité que les réponses non dominantes. De plus, lorsque des noms et adjectifs étaient donnés comme indice, les réponses produites étaient des mots acquis plus tôt que ceux produits lorsque des verbes étaient donnés comme indice. Les variables linguistiques, telles que la fréquence lexicale ou le degré d'imageabilité, ont été prises en compte pour des normes publiées en français par Bonin et al. (2003). Ces mêmes auteurs ont souligné un besoin d'actualisation des normes postulant que les associations relevées dans le passé ne sont pas nécessairement celles relevées quelques décennies plus tard (Bonin et al., 2013). Pour cette étude, les mots avaient été sélectionnés selon la concrétude, l'imagerie, l'imageabilité, la fréquence subjective et la valence émotionnelle.

L'âge ne serait pas l'unique facteur pouvant influencer les réponses dominantes lors de tâches d'association verbale. Ferrand et Alario, (1998) ont proposé des normes d'associations verbales françaises pour des mots concrets permettant de souligner les différences culturelles sur les associations sémantiques. Ces normes partageaient 199 mots-indices avec les normes de Moss et Older (1996). Cependant, la comparaison de réponses apportées pour ces indices communs n'exposait un recouvrement que de 37,2 % des réponses. Les associations verbales libres seraient donc, et de façon importante, culturellement influencées. Pour illustrer ces différences générationnelles et/ou

culturelles, Tarrago et al. (2005) ont utilisé les indices de bases précédemment publiées dans des populations différentes. Ces auteurs ont présenté des normes d'associations pour 150 mots français (149 noms et 1 verbe) réalisées avec les réponses d'adultes âgés de 56 à 86 ans (dont 45% d'hommes). Les mots indices avaient été extraits des normes d'association précédemment publiées (Mullet, 1994 ; Ferrand & Alario, 1998 ; De La Haye, 2003). Les réponses dominantes étaient présentées en fonction de l'âge et du sexe. Des différences ont été montrées quant aux réponses primaires apportées à certains items entre les participants âgés de cette étude et les répondants jeunes des bases de Ferrand et Alario (1998) et De La Haye (2003). De plus, les réponses dominantes apportées par les hommes âgés et les femmes âgées ne se recouvraient pas totalement. Par exemple, pour le mot *brique* donner en indice, les hommes produisaient, comme réponse dominante, *feu* et les femmes, *flammes*. En comparaison avec les items communs aux normes anglaises (Hirsh & Tree, 2001), des différences culturelles (non imputables à de potentielles différences de niveau d'études des participants aux deux études) entre participants âgés anglais et participants âgés français apparaissaient avec en moyenne plus de réponses apportées par indice et plus d'indices obtenant des réponses uniques (i.e., réponse donnée par un seul participant) en langue française. Cependant, les fréquences objective et subjective des indices n'avaient pas été évaluées pour chaque langue.

En résumé, les normes d'associations verbales mettent en relief des différences générationnelles (e.g., Bonin et al., 2013), d'âge (e.g., De la Haye, 2003), de culture (e.g., Ferrand & Alario, 1998) et de sexe (Tarrago et al., 2005). Ces différences montrent que les liens sémantiques entre les concepts dans le lexique mental sont

différents d'une culture à l'autre, entre les hommes et les femmes, entre les générations et en fonction de l'âge. Ces différences sont donc à prendre en considération lors de la construction de matériel d'études. Elles ont néanmoins été majoritairement relevées avec des tâches utilisant des noms comme indices et ne limitant pas la réponse donnée à une catégorie grammaticale précise.

1.2.4 Conclusions

Les effets de l'âge sur les fluences verbales sémantique et littérale (e.g., Brickman et al., 2005) et sur les réponses données lors de tâches d'association verbale (e.g., Tarrago et al., 2005) ont été décrits dans la littérature. Les fluences sémantique et littérale, bien qu'utilisées en pratique clinique pour évaluer le langage et les fonctions exécutives, semblent fortement liées à la vitesse de traitement (e.g., Kemper & Sumner, 2001) et à la mémoire de travail (e.g., Fernaeus & Almkvist, 1998). Le niveau de vocabulaire, qui augmente avec l'avancée en âge (Verhaegen, 2003), semble aussi impliqué lors des tâches de fluences sémantique et littérale (e.g., Bolla et al., 1990). Les tâches d'associations libres utilisant le nom comme indice paraissent également sensibles aux effets de l'avancée en âge sur le niveau de vocabulaire. Les réponses dominantes produits par les adultes jeunes et des adultes âgés semblent différer pour la langue anglaise (e.g., Hirsh & Tree, 2001) et pour la langue française (e.g., Tarrago et al., 2005). Cependant, les comparaisons entre groupe d'âge ont été réalisées en comparant le matériel commun à différentes études, limitant les possibilités de description des différences observées. Nous soulignons le fait qu'il n'existe pas, à notre

connaissance, pour la langue française d'études comparatives entre les réponses dominantes d'adultes jeunes et les réponses dominantes d'adultes âgés sur un matériel linguistique commun permettant une meilleure compréhension des effets de l'âge sur les associations verbales.

1.3 Apport de l'étude de la production du verbe dans les pathologies du mouvement

Nous avons montré dans les parties précédentes que les connaissances disponibles sur la production sérielle et sur la production libre d'associés étaient plus importantes pour le nom que pour le verbe. Les effets du vieillissement sur les indicateurs quantitatifs (i.e., nombre de mots produits) et qualitatifs (i.e., taille des regroupements et nombre d'alternances) des fluences sémantique ou littérale, ont été bien plus étudiés que ceux de la fluence d'action. De plus, les tâches d'associations verbales libres ont, historiquement, utilisé des indices dont la nature était davantage nominale et appelaient spontanément des réponses nominales. Le verbe apparaît clairement comme étant moins étudié que le nom dans le vieillissement normal. Pourtant, la production du verbe d'action a été évaluée dans des pathologies neurodégénératives à prédominance motrice, telle que la maladie de Parkinson. Dans la partie suivante, nous présenterons la physiopathologie de la maladie de Parkinson ainsi que les études portant sur la production et le traitement du verbe au sein de cette maladie.

1.3.1 Atteinte de la production et du traitement du verbe dans la maladie de Parkinson

La maladie de Parkinson est une affection neurodégénérative dont les symptômes principaux sont moteurs, consécutivement à une déplétion de la production de dopamine et à l'atteinte des boucles striato-frontales qui régissent le comportement moteur, l'émotion et la cognition. Au niveau cognitif, la production du verbe d'action ainsi que son traitement serait davantage sensible à la maladie de Parkinson que la production et le traitement du nom.

1.3.1.1 *Physiopathologie de la maladie de Parkinson*

La maladie de Parkinson est la pathologie neurodégénérative motrice la plus fréquente avec un pour cent des individus de plus de 60 ans touchés (Samii, Nutt & Ramson, 2004). Cette pathologie est marquée par une déplétion dopaminergique et l'inclusion de corps de Lewy au niveau cérébral (Rodriguez-Oroz et al., 2009). Cette déplétion dopaminergique au sein de la substance noire pars compacta réduit l'innervation dopaminergique au niveau striatal. Cette atteinte a tout d'abord un impact au niveau du putamen et est responsable de la triade motrice parkinsonienne : le tremblement de repos, la rigidité et l'akinésie (Braak et al., 2003). Les circuits fronto-striataux sont impliqués dans la physiopathologie de la maladie de Parkinson. Ces circuits sont des réseaux neuronaux qui relient les lobes frontaux avec les ganglions de la base. Ces réseaux trouvent leur origine, de façon plus spécifique, dans les régions

préfrontales et motrices et projettent vers le striatum, puis vers les globus pallidus, la substance noire, et enfin vers le thalamus. Des boucles de rétroaction partent de ces structures pour revenir vers le cortex préfrontal (Alexander & Crutcher, 1990). Ces circuits, dans le détail, sont formés de trois boucles différentes (voir Figure 10). La première, la boucle motrice, reliant le putamen à l'aire motrice supplémentaire, reçoit des informations des cortex prémoteur, moteur primaire et somato-sensoriel. Ce circuit est impliqué dans l'initiation, la coordination et la production motrice. La seconde boucle, la boucle associative, part du cortex préfrontal dorsolatéral et du cortex orbitofrontal latéral vers la tête du noyau caudé, avec un retour vers les ganglions de la base via le thalamus. Cette boucle est impliquée dans le fonctionnement cognitif de haut niveau et notamment dans les fonctions exécutives. Enfin, la troisième boucle, la boucle limbique, reçoit ses inputs du cortex orbitofrontal médian et de l'amygdale et projette vers le noyau dorsal médian du thalamus. Cette boucle est responsable du traitement émotionnel, de la motivation et du circuit de la récompense. Dans la mesure où la boucle motrice est initialement impactée lors des stades précoces de la maladie de Parkinson, la diffusion de l'atrophie vers les parties plus postérieures du striatum entraîne une atteinte des boucles associative et limbique. Apparaissent dès lors des signes cognitifs, avec, au premier plan, une atteinte des fonctions exécutives et des signes thymiques, dont l'apathie (Sockeel et al., 2006).

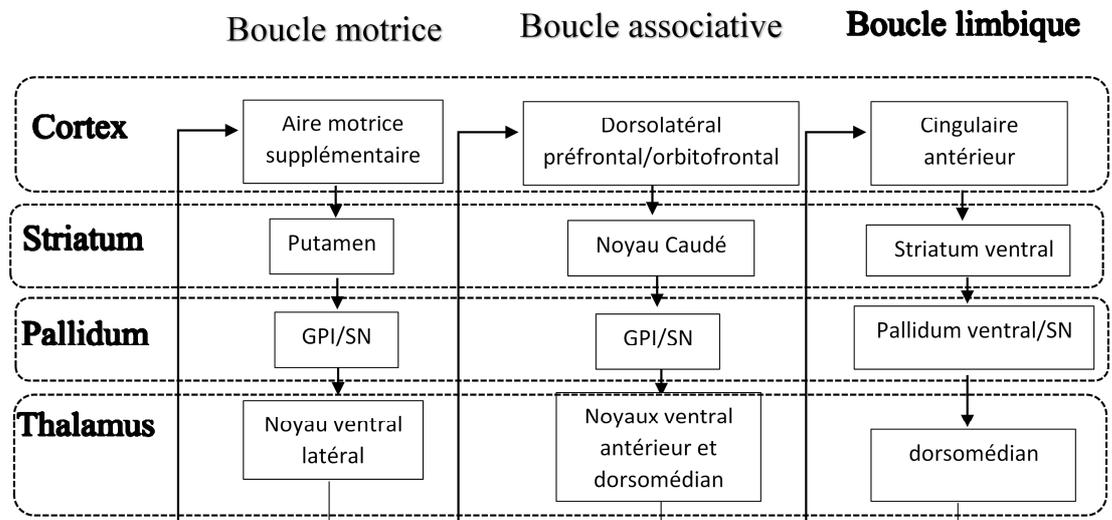


Figure 10. Boucles fronto-striatales (d'après Alexander & Crutcher, 1990)

La boucle associative, liée étroitement au fonctionnement des boucles motrices et limbiques, est essentielle pour les fonctions cognitives de haut-niveau, avec au premier rang les fonctions exécutives (Dubois & Pillon, 1997). Elle jouerait également un rôle majeur dans trois fonctions langagières : le langage dénotant l'action motrice, l'acquisition verbale durant l'action et la syntaxe (Garcia & Ibañez, 2016). Il a été proposé d'interpréter les troubles liés au langage d'action dans la maladie de Parkinson au regard du modèle Disrupted Motor Grounding Hypothesis (Birba et al., 2017). Ce modèle propose une mise en lien de la théorie de la cognition incarnée, de la neuropsychologie et des neurosciences avec deux implications principales. D'un point de vue fondamental, les données cliniques permettraient l'enrichissement des théories cognitives et neurolinguistiques. D'un point de vue clinique, l'identification de domaines incarnés impactés précocement dans des pathologies motrices, en lien avec une atteinte des boucles fronto-striatales, pourrait permettre d'enrichir leur diagnostic

et éventuellement de déterminer des marqueurs prodromaux. Jirak, Menz, Buccino, Borghi et Binkofski (2010) ont montré, dans une méta-analyse de 21 études en neuroimagerie, que les circuits liés aux ganglions de la base n'étaient pas préférentiellement activés lors du traitement du verbe d'action chez les individus sains. Néanmoins, une atteinte de ces mêmes réseaux impacte de façon isolée la sémantique de l'action (Garcia et al., 2017). Il est dès lors possible d'envisager la boucle associative comme une zone de convergence, qui serait responsable du couplage entre l'action motrice et la sémantique de l'action.

Gruszka, Hampshire, Baker et Owen (2017) ont montré que les difficultés de flexibilité relevée dans les stades initiaux de la maladie de Parkinson (Moy = 62,39 ans) et chez des adultes sains (Moy = 59,74 ans) étaient imputables au fonctionnement des boucles fronto-striatales avec néanmoins des profils différents. L'atteinte relevée dans le vieillissement normal était liée à des hypo-activations de l'insula antérieure, de l'opercule frontal inférieur et de l'aire motrice supplémentaire. En revanche, l'atteinte relevée dans la maladie de Parkinson serait en lien avec le fonctionnement du striatum, du cortex cingulaire antérieur et du sulcus inférieur frontal. Nous présenterons dans la partie suivante l'atteinte spécifique de la production du verbe dans la maladie de Parkinson, étudiée dans des tâches de dénomination et de fluence d'action.

1.3.1.2 *La production du verbe dans la maladie de Parkinson*

L'évaluation d'une potentielle atteinte de la production du verbe d'action dans la maladie de Parkinson a été réalisée majoritairement à l'aide de tâches de

dénomination (Bertella et al., 2002 ; Cotelli et al., 2007 ; Rodríguez-Ferreiro, Menéndez, Ribacoba & Cuetos, 2009 ; Perán et al., 2009). Dans une tâche de dénomination d'objets et d'actions, Bertella et al. (2002) ont montré un nombre d'actions correctement nommées inférieur chez des patients parkinsoniens comparativement à des participants contrôles. Cette moins bonne dénomination serait présente dès les stades initiaux de la maladie de Parkinson. Dans l'étude de Cotelli et al. (2007), le déficit était significatif chez des patients parkinsoniens pour les deux catégories grammaticales évaluées, noms et verbes, avec, néanmoins, une atteinte plus importante de la dénomination du verbe d'action. Cette atteinte de la dénomination d'action n'a été retrouvée que dans la maladie de Parkinson comparativement à d'autres maladies neurodégénératives, telle que la maladie d'Alzheimer (Rodríguez-Ferreiro et al., 2009). En effet, seuls les patients parkinsoniens exposeraient une dissociation entre la dénomination d'objets et de verbes d'actions, en défaveur de cette dernière. Ce profil d'atteinte a été par la suite retrouvé dans l'étude de Perán et al. (2009) en imagerie cérébrale fonctionnelle. L'apport de cette étude est de souligner l'implication d'un réseau cortical impliquant le cortex préfrontal, l'aire de Broca et le cortex cingulaire antérieur dans la production des verbes d'action.

Plusieurs recherches ont examiné l'atteinte de la fluence d'action, comparativement aux fluences sémantique et littérale, auprès de patients atteints de la maladie de Parkinson (Herrera, Cuetos & Ribacoba , 2012 ; McDowd et al., 2011 ; Nutterupham et al., 2008 ; Piatt et al., 1999a ; Signorini & Volpato, 2006). Dans une étude comparant les performances en fluences sémantique, littérale et d'action de patients parkinsoniens non-déments, de patients parkinsoniens déments et d'adultes

âgés sains, la sensibilité de la production du verbe d'action à la symptomatologie parkinsonienne a été mise en évidence (Piatt et al., 1999a). Les résultats montraient que les patients parkinsoniens déments étaient davantage en difficulté lors de tâche de fluence d'action, comparativement aux deux autres types de fluence, alors qu'elle n'était pas la fluence la plus difficile pour les deux autres groupes. Ce résultat permettait d'exclure une interprétation en termes de difficulté de tâche. Le lien entre l'importance de la symptomatologie motrice et l'atteinte de la fluence d'action a été étudiée par Signorini et Volpato (2006) de façon longitudinale chez un groupe de patients parkinsoniens (Moy = 69,04 ans) comparativement à un groupe d'adultes âgés sains (Moy = 67,19 ans). Une atteinte de la fluence d'action et de la fluence littérale était relevée en ligne de base, mais cette atteinte ne s'aggravait pas au fil de l'avancée de la maladie sur deux ans. De surcroît, elle n'était pas corrélée à la sévérité de la symptomatologie motrice. Herrera et al. (2012) ont proposé trois tâches de fluence différentes (action, sémantique et littérale) à des patients parkinsoniens en situation ON-traitement et OFF-traitement (Moy = 60,85 ans), ainsi qu'à des participants contrôles (Moy = 58,27 ans). Pour la fluence sémantique, deux catégories étaient proposées : animaux et articles de supermarché. Les résultats montraient une atteinte globale de la fluence (à l'exception de la fluence supermarché) chez les patients parkinsoniens quelle que soit leur médication (ON ou OFF). L'absence d'effet du groupe ou de la médication sur la fluence sémantique n'était pas discutée par les auteurs. Cette absence d'effet pourrait être, à notre sens, imputable à une catégorisation erronée de cette fluence en fluence sémantique. Les articles de supermarché partagent des liens de co-occurrence spatiale en l'absence de lien sémantique réel (e.g., un stylo et un oignon peuvent être trouvés dans un supermarché mais ne partagent pas de

caractéristiques sémantiques intrinsèques). De façon intéressante, OFF-traitement, les patients produisaient uniquement des verbes très fréquents alors que la fréquence moyenne sous traitement était plus équilibrée. Les résultats en fluence d'action et en fluence littérale semblaient de façon relativement équivalente, être impactés par la pathologie ce qui paraît partiellement contradictoire avec ce qui avait été décrit dans une étude comparant patients atteints de maladie de Parkinson, patients atteints de maladie d'Alzheimer et adultes âgés sains (McDowd et al., 2011). Dans cette étude, les fluences sémantique, littérale et d'action étaient évaluées. Les sujets âgés sains (Moy = 72 ans) et atteints de maladie de parkinson (Moy = 71,9 ans) ne différaient pas dans leur performance, qui était cependant supérieure à celle des sujets atteints de maladie d'Alzheimer (Moy = 73,8 ans). Les auteurs pointaient également une sensibilité spécifique de la fluence d'action dans la maladie de Parkinson. Cette sensibilité était expliquée par les auteurs par une influence importante de la vitesse de traitement sur le nombre de mots produits en fluence d'action. Ce lien avec la vitesse de traitement pourrait expliquer la sensibilité à la maladie de Parkinson, dont le ralentissement est un des symptômes. Cependant, cette atteinte de la fluence d'action n'a pas été relevée dans certaines études. Salmazo-Silva et al. (2017) ont comparé le nombre de mots produits lors d'une tâche de fluence d'action par des participants atteints de maladie de Parkinson (Moy = 62,42 ans) et par des participants contrôles (Moy = 65,37 ans). Les résultats ne montraient pas de différence sur le nombre de mots produits en une minute. En revanche, le nombre de verbes d'action produits par les participants atteints de maladie de Parkinson était corrélé à la sévérité de l'atteinte motrice. Dans cette même étude était relevée une atteinte de la dénomination de l'action chez les participants atteints de maladie de Parkinson. Plus récemment, Bayram et Akbostanci (2018) ont

comparé le nombre de verbes produits lors d'une tâche de fluence d'action par des participants atteints de maladie de Parkinson (Moy = 56,43) à celui produits par des participants contrôles (Moy = 56,87 ans). Les résultats ne montraient pas de différence entre les deux groupes. Néanmoins, les participants contrôles produisaient davantage de verbes d'action (identifiés comme tels par 12 participants jeunes sur une échelle de Likert) que de verbes n'impliquant pas de l'action. Cette différence n'était pas retrouvée chez les participants atteints de maladie de Parkinson. Ce résultat était interprété par les auteurs comme dépendant d'une stratégie compensatoire mise en place par les individus atteints de maladie de Parkinson. Ces derniers produiraient davantage de verbes non liés à l'action pour compenser un défaut d'activation des verbes liés à l'action. Dans d'autres pathologies neurodégénératives, n'impliquant pas d'atteinte motrice spécifique, telles que le Mild Cognitive Impairment (MCI), aucune différence spécifique n'existe en fluence d'action, comparativement à un groupe contrôle (Nutterupham et al., 2008).

La production de verbe dans la maladie de Parkinson a également été évaluée avec des tâches de génération indicée de verbe par Peràn et al. (2003). La génération de verbes était réalisée suite à l'écoute d'un verbe indice. Le verbe produit devait être relié sémantiquement. Cette génération verbe/verbe (e.g., *boire/manger*) était comparée à une génération nom/nom (e.g., *lait/vache*). Deux autres conditions interclasses grammaticales étaient utilisées : une génération de verbes reliés à un nom indice (e.g., *voiture/conduire*) et une génération de noms reliés à un verbe indice (e.g., *boire/alcool*). Le mot prononcé devait être produit dans les six secondes suivant la présentation de l'indice (versus 4 secondes pour les participants contrôles de l'étude).

L'indicateur choisi dans cette étude était le nombre d'erreurs (absence de réponses, erreurs grammaticales, erreurs sémantiques, néologismes). Deux groupes de participants étaient évalués : un groupe de participants atteints de maladie de Parkinson sans démence associée (Moy = 63,3 ans) et un groupe de participants contrôles (Moy = 60,3 ans). Il est à noter que les taux d'erreurs sémantiques (jugés par l'expérimentateur) étaient très faibles dans les deux groupes de participants. L'apport principal de cette étude est de mettre en relief une atteinte de la génération de verbes (en comparaison à celle du nom) chez les patients parkinsoniens non-déments quelle que soit la nature grammaticale de l'indice (nom ou verbe). Cependant, l'absence de normes d'associations verbe-verbe, nom-verbe et verbe-nom dans la littérature limite l'interprétation des résultats de la génération en termes de force d'association ainsi qu'en terme d'atypie potentielle des réponses du groupe de patients.

Une méthode similaire à celle de Peràn et al. (2003) a été utilisée par Castner et al. (2007) dans une étude comparant des patients parkinsoniens sous stimulation cérébrale profonde des noyaux sous-thalamiques, en situation stimulateur allumé et stimulateur éteint, à des adultes âgés sains. Cette étude proposait de mieux comprendre le déficit de génération de verbes en comparant deux hypothèses : l'hypothèse grammaticale et l'hypothèse sémantique. L'hypothèse grammaticale postule que les concepts seraient stockés dans le lexique mental en fonction de leur catégorie grammaticale. Les noms et les verbes seraient donc stockés différemment au sein du lexique mental et ce indépendamment du concept sémantique qu'ils recouvrent et qu'ils peuvent partager. L'hypothèse sémantique suppose un stockage des concepts en mémoire non en fonction de leur catégorie grammaticale d'appartenance mais en

fonction de la dynamicité du concept. Pour cette hypothèse, les auteurs postulent que les concepts seraient stockés selon le fait d’être liés ou non   l’action humaine. Certains concepts qu’ils soient des verbes (e.g., *courir*) ou des noms (e.g., *fourchette* car ce nom implique l’action humaine de *manger*) sont stockés ensemble en raison de leur relation conceptuelle autour de l’action humaine. Inversement, les concepts visuels, qu’ils soient des noms (e.g., *chat*) ou des verbes (e.g., * clore*), seraient stockés ensemble car ils ne seraient pas liés à l’action humaine. Les auteurs répliquaient les résultats précédents (Per n et al., 2003) avec des patients en condition stimulateur éteint et observaient une altération de la génération de verbes en situation de stimulation (uniquement pour la condition verbe-verbe car non retrouvée pour la situation nom-verbe). Cela était interprété par les auteurs comme un déficit de sélection de compétiteurs, ce qui semblait corroborer la théorie grammaticale. Aussi, ce déficit de sélection de compétiteurs pourrait expliquer l’atteinte en fluence verbale relevée dans la littérature chez les patients parkinsoniens neurostimul s. La méthodologie de Per n et al. (2003) a été utilisée dans l’étude de Crescentini et al. (2008) auprès de patients parkinsoniens (Moy = 64,6 ans)   un stade modéré de la maladie et sans démence. Les résultats montraient que la génération de verbe était fortement corrélée au fonctionnement exécutif, à travers les processus de sélection et d’inhibition. Le déficit de génération de verbes était mis en lien avec le dysfonctionnement des ganglions de la base. Selon les auteurs, ce déficit ne serait pas d’origine grammaticale mais serait dépendant de la place particulière du verbe dans le lexique mental. Les verbes seraient moins liés que les noms aux autres concepts et leur récupération serait consécutivement plus difficile.

En résumé, la génération de verbes d'action qu'elle soit libre, comme dans les tâches de fluence d'action (e.g., Piatt et al., 1999a), ou indicée, comme dans les tâches de génération (e.g., Peràn et al. 2003), serait impactée par la symptomatologie cognitive de la maladie de Parkinson et tout particulièrement par l'atteinte exécutive inhérente à cette pathologie (Gruszka et al., 2017).

1.3.1.3 *Le traitement du verbe dans la maladie de Parkinson*

Boulenger et al. (2008), ont proposé une tâche de décision lexicale avec amorçage par répétition. Dans cette tâche, la cible était un mot ou un pseudo mot. Parmi les mots présentés, la moitié était des verbes et l'autre moitié était des noms. Les non-mots étaient soit des pseudo-noms soit des pseudo-verbes légaux. La tâche du participant était de décider de la lexicalité de la cible (réponse oui pour les mots et réponse non pour les pseudo-mots). La cible était précédée d'une amorce. Les amorces étaient soit les mêmes noms et mêmes verbes que les cibles, soit les mêmes pseudo-mot que les cibles, soit des suites de consonnes (e.g., *szmfr*). L'effet d'amorçage était calculé en comparant les situations où les cibles mots étaient précédées d'une suite de lettres en amorce et les situations où les cibles mots étaient précédées des mêmes mots en amorce. Dans cette étude, l'effet d'amorçage, présent pour les noms concrets, n'était pas présent pour les verbes d'action chez des patients parkinsoniens en situation de privation de traitement dopaminergique. Sous traitement, la différence entre l'effet d'amorçage pour les verbes d'action et celui pour les noms n'était plus significative, soulignant via l'action de la dopamine, l'influence de l'intégrité du système moteur sur

le traitement des verbes d'action. Afin de distinguer les jugements sémantiques implicites et explicites, Fernandino et al. (2013) ont proposé une tâche de décision lexicale avec amorçage et une tâche de jugement d'appariement sémantique à des patients atteints de maladie de Parkinson (Moy = 64,5 ans) et à des participants contrôles sans atteinte cognitive (Moy = 65,4 ans). En comparaison avec les participants contrôles, les patients parkinsoniens montraient une atteinte du traitement du verbe d'action, que le traitement sémantique soit implicite (décision lexicale) ou explicite (appariement sémantique). Silva et al. (2014), dans une revue de la littérature portant sur le traitement du verbe d'action dans la maladie de Parkinson concluent sur la nécessité de définir les liens entre le traitement du verbe d'action, la mémoire de travail et les fonctions exécutives. Ibáñez et al. (2014) ont proposé, dans une revue de la littérature sur le couplage entre l'action motrice et le langage d'action, l'utilisation d'une procédure d'adéquation entre l'action et la réponse motrice dans la maladie de Parkinson. Pour cette procédure, les participants écoutaient des phrases impliquant des actions réalisées soit avec la main fermée soit avec la main ouverte. Les participants devaient, après avoir lu la phrase, appuyer sur un bouton presseur selon deux positions manuelles : main ouverte ou main fermée. Les participants étaient confrontés à des situations congruentes (i.e., appuyer en position main ouverte pour une phrase où l'action se fait main ouverte ou appuyer en position main fermée lorsque l'action décrite dans la phrase se réalise main fermée) et à des situations incongruentes (i.e., réponse main ouverte pour action main fermée ou réponse main fermée pour action main ouverte). Les temps plus courts en situations congruentes, relevés chez de participants contrôles, n'étaient pas retrouvés chez des patients atteints de la maladie de Parkinson. Bocanegra et al. (2015) ont comparé les performances de participants

atteints de maladie de Parkinson (Moy = 60.28 ans) et de participants contrôles (Moy = 58,70 ans) lors de tâches de compréhension, de dénomination, d'association de verbes d'action. Les performances exécutives des deux groupes de patients étaient également évaluées. Les participants atteints de maladie de Parkinson montraient une atteinte exécutive et une atteinte de l'ensemble des tâches de traitement du verbe d'action, sans que ces deux atteintes ne soient liées. De plus, le groupe de participants atteints de maladie de Parkinson avait été divisé en deux sous-groupes : un sous-groupe avec atteinte cognitive légère et un sous-groupe sans atteinte cognitive. Il n'y avait pas de différence entre les deux sous-groupes sur les épreuves de traitement de l'action. Les auteurs interprétaient ces résultats comme reflétant l'indépendance de l'atteinte du traitement du verbe d'action et l'atteinte cognitive globale imputable à la maladie de Parkinson.

L'atteinte du traitement du verbe d'action serait liée à la symptomatologie de la maladie de Parkinson (Boulenger et al., 2008 ; Fernandino et al., 2013). Cette atteinte devrait être retrouvée, à divers degrés, au sein de syndromes parkinsoniens atypiques. Ces syndromes parkinsoniens, partageant une symptomatologie cognitive commune, d'origine sous-cortico-frontale, avec la maladie de Parkinson et impliquant une atteinte de la motricité, pourrait éclairer notre compréhension de la production et du traitement du verbe d'action.

1.3.2 Atteinte de la production et du traitement du verbe dans les syndromes parkinsoniens et pathologies apparentées

Le traitement du verbe d'action, comparativement au traitement du nom, a été analysé dans une étude de cas décrivant les performances d'un patient atteint d'une Paralyse Supranucléaire Progressive probable, syndrome parkinsonien atypique dont le signe clinique principal est une paralysie de la verticalité du regard (Daniele, Giustolisi, Silveri, Colosimo & Gainotti, 1994). Les résultats pour ce patient mettent en exergue une dissociation significative entre la production des noms et des verbes lors d'une tâche de dénomination orale. La même dissociation était relevée lors d'une tâche de traitement (i.e., appariement de noms et de dessins). En effet, le patient montrait un pourcentage d'erreurs significativement plus grand pour le traitement des verbes que pour celui des noms et ce au cours de deux sessions d'évaluation. Chez des patients atteints de Démence à Corps de Lewy (Moy = 69,26 ans), syndrome parkinsonien atypique, Delbeuck et al. (2013) ont montré une atteinte sélective de la fluence d'action comparativement à des patients atteints de démence de type Alzheimer (Moy = 71,64 ans). Dans cette étude, une tâche de fluence d'action et une tâche de fluence sémantique, avec une consigne de production d'une minute, étaient proposées. Les patients atteints de démence à corps de Lewy produisaient moins de mots pour la fluence d'action que les patients atteints de maladie d'Alzheimer. Cette différence n'était pas retrouvée pour la fluence sémantique. Cette atteinte n'était pas attribuable à l'atteinte cognitive globale, le score obtenu à l'échelle de démence de Mattis (Mattis, 1988) ayant été placé en covariant dans les analyses réalisées. En utilisant les données normatives établies à l'aide de la première expérience de cette étude, un score

composite prenant en compte le nombre de mots produits en fluence d'action et en fluence sémantique a été proposé. Quarante-quatre pourcents des participants atteints de démence à corps de Lewy obtenaient un score pathologique pour la tâche de fluence d'action. Le score composite permettait une meilleure spécificité que les scores pour les fluences sémantique et d'action pris individuellement afin de distinguer les patients atteints de démence à corps de Lewy des patients atteints de maladie d'Alzheimer.

Nous notons que l'atteinte potentielle de la production de verbes d'action n'a pas été étudiée au sein d'autres syndromes parkinsoniens atypiques. L'atrophie multisystématisée est une pathologie neurodégénérative qui combine à degrés divers un syndrome parkinsonien, un syndrome dysautonomique, un syndrome pyramidal et un syndrome cérébelleux. Deux sous-formes d'atrophie multisystématisée existent selon les symptômes prédominants : la forme cérébelleuse (AMS-C) et la forme parkinsonienne (AMS-P). Selon les critères diagnostiques actuels (Gilman et al., 2008) la démence est un critère d'exclusion, bien que de nombreuses études aient souligné un syndrome dysexécutif dans l'atrophie multisystématisée en comparaison à un groupe contrôle (Bak, Crawford, Hearn, Mathuranath, & Hodges, 2005 ; Brown et al., 2010; Dujardin, Defebvre, Krystkowiak, Degreef, & Destee, 2003 ; Kao et al., 2009 ; Krishnan, Mathuranath, Sarma, & Kishore, 2006 ; Lange et al., 2003 ; Paviour et al., 2005). Ce syndrome dysexécutif apparaît comparable à celui relevé dans la maladie de Parkinson, bien que plus sévère (Dujardin et al., 2003 ; Kao et al., 2009). Une atteinte de la fluence verbale a été également décrite dans l'atrophie multisystématisée (Soliveri et al., 2000) bien que cette atteinte ne soit pas systématiquement décrite (Testa et al., 1993). Kawai et al. (2008) comparaient les résultats de patients atteints de forme

cérébelleuse (Moy = 60,3 ans) et parkinsonienne (Moy = 62 ans) de l'atrophie multisystématisée entre eux ainsi qu'à un groupe contrôle (Moy = 63,1 ans). Leurs résultats montraient une atteinte de la fluence sémantique et de la fluence littérale plus marquée dans la forme parkinsonienne que dans la forme cérébelleuse. Une fois la vitesse de traitement contrôlée, cette atteinte de la fluence verbale n'était présente que pour la forme parkinsonienne de la maladie. De plus, cette atteinte chez les deux groupes de patients était liée à une hypoperfusion du cortex frontal médial, du cortex préfrontal dorsolatéral droit. De plus, chez les patients atteints d'AMS-P, une hypoperfusion du cortex moteur était relevée.

Le tremblement essentiel est un syndrome défini par le tremblement d'action des membres supérieurs, probablement lié à un dysfonctionnement cérébelleux (Deuschl, Wenzelburger, Löffler, Raethjen & Stolze, 2000). La littérature récente a, également, exposé la présence, dans cette pathologie, de modifications de la personnalité, de l'humeur et d'une atteinte cognitive (Elble, 2013). Dans le tremblement essentiel, il a été rapporté des troubles des fonctions exécutives chez un groupe de patients comparativement à un groupe contrôle (Auzou, Foubert-Samier, Dupouy, & Meissner, 2014). En effet, Gasparini et al. (2001) ont suggéré l'existence d'un dysfonctionnement du lobe frontal, similaire à celui observé dans la maladie de Parkinson, à l'origine de ces difficultés. Cette atteinte était relevée au niveau des fluences sémantique et littérale (Schuurman et al., 2002 ; Tröster et al., 1999).

Le tremblement essentiel et l'atrophie multisystématisée, deux pathologies du mouvement où il a été relevé une atteinte des fonctions exécutives d'origine frontale (ne serait-ce qu'indirectement), n'ont jamais été étudiées sous l'angle de la production

et du traitement du verbe d'action. Une atteinte de la production du verbe d'action, si elle était relevée dans l'atrophie multisystématisée, viendrait apporter des arguments en faveur d'une origine exécutive des difficultés. En revanche, une atteinte spécifique de la fluence d'action dans le tremblement essentiel, impliquant une atteinte motrice non-imputable au même processus qu'au sein de la maladie de Parkinson, viendrait serait davantage compatible avec une explication en termes de cognition incarnée (Varela et al., 1991).

1.4 Problématique

Cette thèse a pour objectifs de préciser les processus cognitifs mis en jeu dans la production du verbe d'action (1) dans le vieillissement normal, (2) dans les pathologies du mouvement. Après avoir présenté ces deux objectifs plus en détail, nous exposerons comment nous tenterons d'y répondre à travers les sept expériences présentées dans la partie expérimentale de cette thèse.

L'objectif premier de cette thèse est d'enrichir notre compréhension des processus sous-tendant la production du verbe d'action lors du vieillissement normal au regard de l'influence du niveau de vocabulaire, de la vitesse de traitement et des fonctions exécutives. La tâche de fluence d'action (Piatt et al., 1999a) est une tâche permettant d'évaluer la production en un temps limité du verbe d'action. Dans la littérature, nous avons relevé l'absence d'étude comparant des adultes jeunes et des adultes âgés pour la tâche de fluence d'action. Les effets du vieillissement sur la production de verbe sont dans l'ensemble moins connus que les effets du vieillissement

sur la production du nom. Or, une dissociation entre la production du nom et la production du verbe a été relevée dans la maladie de Parkinson (e.g., Peran et al., 2009). Cette dissociation a été expliquée par l'atteinte des fonctions exécutives dans la maladie de Parkinson (e.g., Dujardin et al., 2003). Nous proposons donc d'analyser les effets du vieillissement normal sur la production du verbe d'action, en comparant les fluences d'action, sémantique et littérale, à la lumière de l'hypothèse exécutive de vieillissement (Taconnat et Lemaire, 2014). En analysant qualitativement la production de la fluence d'action (voir Troyer et al., 1997 pour l'analyse qualitative des fluences sémantique et littérale), nous nous attendons à ce que la flexibilité, et donc la capacité de passer d'un regroupement à un autre, détermine l'atteinte de la fluence d'action dans le vieillissement. Cet élément serait en accord avec l'hypothèse exécutive du vieillissement cognitif (Taconnat & Lemaire, 2014), qui attribue une nature majoritairement exécutive au vieillissement cognitif global ainsi qu'avec les études d'imagerie qui décrivent une implication frontale dans la production du verbe d'action (Shapiro et al., 2005).

De surcroît, nous relevons un décalage entre ce qui est décrit dans la littérature comme influençant les fluences sémantique et littérale et les fonctions cognitives évaluées en pratique clinique à l'aide de ces deux tâches. En effet, les fluences sémantique et littérale semblent impactées par la vitesse de traitement (Kemper & Sumner, 2001). Le lien que ces fluences partageraient avec les fonctions exécutives ne fait cependant pas consensus dans la littérature. Certaines études ne montraient pas de lien avec les fonctions exécutives (Bolla et al., 1990 ; Kraan, Stolwyk & Testa, 2013 ; Philips, 1996). A contrario, le nombre de mots produits lors de ces deux tâches était lié

au fonctionnement exécutif dans d'autres études (Henry & Crawford, 2005a, 2005b ; Holtzer, Goldin & Donovanick, 2009). De plus, la mémoire de travail semblerait liée aux fonctions exécutives (McCabe et al., 2010) et serait un prédicteur de la performance lors des tâches de fluence sémantique et littérale (Fernaesus & Almkvist, 1998 ; Kemper & Sumner, 2001 ; Rende, Ramsberger & Miyake, 2002 ; Rosen & Engle, 1997 ; Unsworth et al., 2011). En dépit de cette absence de consensus, ces deux tâches sont utilisées en pratique neuropsychologique clinique pour évaluer les fonctions exécutives (Godefroy & Grefex, 2004). Nous faisons l'hypothèse générale que la fluence d'action, identifiée dans la littérature comme influencée par les fonctions exécutives (Piatt et al., 1999a), serait un meilleur outil d'évaluation de ces fonctions dans le vieillissement normal alors même qu'elle n'est pas présentée dans la revue de littérature des fluences verbales pour la langue française (Gierski & Ergis, 2004).

Le second objectif est de mieux comprendre les processus de la production et du traitement des verbes d'action grâce à l'étude de ces processus dans la maladie de Parkinson et des pathologies du mouvement. En effet, si l'atteinte de la production et du traitement du verbe d'action est mieux expliquée par la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991) que par la théorie de l'atteinte des boucles fronto-striatales (Alexander & Crutcher, 1990), cette atteinte devrait être relevée dans des pathologies motrices n'impliquant pas ces boucles telles que le tremblement essentiel. En revanche, si l'atteinte de la production du verbe d'action est retrouvée au sein de syndromes parkinsoniens atypiques tels que l'atrophie multisystématisée, l'hypothèse exécutive serait davantage applicable. Une atteinte dans ces deux sous-types de pathologie du mouvement nous permettrait de mettre en rapport ces deux théories.

Dans notre partie expérimentale, les quatre premières études tenteront de répondre à notre premier objectif. Il s'agira de développer les connaissances sur les facteurs influençant la production du verbe d'action dans le vieillissement normal. Dans l'Expérience 1, nous étudierons les effets du vieillissement sur la fluence d'action comparativement aux fluences sémantique et littérale. Nous utiliserons un temps de production allongé afin de distinguer, à l'aide d'indicateurs qualitatifs de la production, différents patterns stratégiques chez les adultes jeunes et les adultes âgés. Cette expérience visera également à déterminer les déterminants de la fluence d'action, toujours comparativement aux autres fluences, et ce en fonction du groupe d'âge des participants (i.e., jeunes/âgés). Dans l'Expérience 2, nous tenterons de préciser les stratégies de production des individus jeunes et âgés lors des tâches de fluence d'action, sémantique et littérale en manipulant la consigne temporelle pour la production. Dans l'Expérience 3, nous tenterons de déterminer les liens entre les capacités de mémoire de travail et les performances en fluence des adultes jeunes et âgés. Enfin, l'expérience 4 visera à montrer une plus grande variabilité des réponses des adultes âgés, par rapport aux adultes jeunes, lors d'une tâche d'association verbale où la nature grammaticale de la réponse à produire ne sera pas libre. Les indices seront des noms et des verbes et la réponse associée requise sera également un nom ou un verbe.

Nous tenterons de répondre à notre second objectif portant sur la spécificité de l'atteinte de la production et du traitement du verbe d'action dans les pathologies du mouvement en conduisant une série de trois expériences. Plus précisément, l'Expérience 5 visera à caractériser l'adaptation stratégique des patients parkinsoniens lors de tâches de fluence d'action, sémantique et littérale pour laquelle la consigne

temporelle pour la production sera manipulée. Dans l'Expérience 6, nous tenterons de montrer que la spécificité de l'atteinte de la fluence d'action, par rapport aux fluences sémantique et littérale, relevée dans la maladie de Parkinson (e.g., Piatt et al., 1999a), peut aussi être observée dans un syndrome parkinsonien atypique, l'atrophie multisystématisée. Enfin, lors de l'Expérience 7, nous tenterons de montrer la spécificité de la fluence d'action dans une pathologie à prédominance motrice mais n'appartenant pas aux syndromes parkinsoniens, le tremblement essentiel. Les effets différentiels de la stimulation cérébrale profonde sur les différents types de fluence seront également étudiés.

2 Partie expérimentale

2.1 Fluences verbales, tâche d'association et vieillissement normal

L'objectif général de cette partie est d'enrichir la compréhension des effets du vieillissement cognitif sur la fluence d'action comparativement aux fluences verbales traditionnelles (sémantique et littérale) à travers 4 expériences réalisées auprès d'adultes jeunes et d'adultes âgés. L'Expérience 1 porte sur l'effet de l'âge sur la fluence d'action comparativement aux fluences sémantique et littérale ainsi que sur les déterminants différentiels de ces fluences chez les adultes jeunes et les adultes âgés. L'Expérience 2 porte sur les effets de la consigne temporelle sur les performances lors de tâches de fluence. L'Expérience 3 porte sur les effets du niveau de mémoire de travail sur la production lors de tâches de fluence verbale et des liens avec la vitesse de traitement. Enfin, l'Expérience 4 porte sur la génération indicée de verbes et de noms.

2.1.1 Expérience 1 : déterminants des fluences chez les adultes jeunes et âgés

2.1.1.1 *Introduction*

Les fluences verbales sémantique et littérale sont des tâches communément utilisées pour l'évaluation de la production verbale et des fonctions exécutives en neuropsychologie clinique. Ces tâches sont définies comme des tâches langagières (e.g., Ruff, Light, Parker & Levin, 1997) et exécutives (e.g., Henry & Crawford, 2005a, 2005b). En tenant compte de l'accroissement du vocabulaire avec l'avancée en âge (Verhaegen, 2003) et de la perte d'efficacité exécutive chez les adultes âgés (e.g., Taconnat & Lemaire, 2013), les fluences sémantique et littérale offrent un éclairage

particulier du vieillissement cognitif normal. Taconnat et Lemaire (2013) ont proposé une hypothèse exécutive du vieillissement cognitif global. Les fluences sémantique et littérale, de par leur nature exécutive seraient sensibles au vieillissement cognitif. Néanmoins, l'augmentation du vocabulaire avec l'avancée en âge pourrait permettre aux individus âgés de pallier les difficultés exécutives par la mise en place de stratégies de nature sémantique.

L'indicateur principal de la performance lors des tâches de fluence verbale est de nature qualitative (i.e., nombre de mots). Des indicateurs davantage qualitatifs ont été proposés. Troyer et al. (1997) ont proposé deux indicateurs qualitatifs de la production en fluence : la taille des regroupements et les alternances. Les regroupements correspondent à des regroupements en sous-catégories. Par exemple, pour la fluence sémantique, la catégorie animaux peut être subdivisée en sous-catégories de type animaux de la ferme, animaux sauvages, ... Chaque sous-catégorie correspond à un regroupement dont la taille est égale au nombre de mots produits moins un. Pour la fluence littérale, les regroupements peuvent être faits par exemple en fonction des phonèmes initiaux et finaux des mots produits. Les alternances correspondent au passage d'une sous-catégorie à une autre. Le processus d'alternance serait lié au fonctionnement exécutif alors que le processus de regroupement serait davantage en lien avec les capacités langagières (e.g., Troyer et al., 1998).

Un troisième type de fluence verbale, moins décrit dans la littérature et moins utilisé en pratique clinique que les fluences sémantique et littérale, a été étudié : la fluence d'action (Piatt et al., 1999a). Dans cette tâche, le participant doit produire le plus grand nombre de « choses » que l'on peut faire, c'est-à-dire des verbes à l'infinitif.

Si des recommandations existent pour déterminer les regroupements (et de facto les alternances) pour les fluences sémantique et littérale, la fluence d'action n'a jamais été explorée avec ces indicateurs. Les effets de l'âge sur la production de verbes d'action ont moins été étudiés que sur la production pour des tâches de fluences sémantique et littérale. Néanmoins, McDowd et al. (2011) ont montré un déclin significatif de la production pour la fluence d'action chez les adultes âgés. Pour cette étude, les fluences sémantique, littérale et d'action ont été évaluées. Quatre groupes de participants étaient inclus : un groupe d'adultes âgés (Moy = 72 ans), un groupe d'adultes jeunes (Moy = 21,5 ans en moyenne), un groupe d'adultes âgés atteints de maladie d'Alzheimer (Moy = 73,8 ans) et un groupe d'adultes âgés atteints de la maladie de Parkinson (Moy = 71,9 ans). La fluence d'action était évaluée avec quatre consignes différentes : « choses que l'on peut faire » (voir aussi Piatt et al., 1999a), « choses que l'on peut faire à un œuf », « façon de s'exprimer » et « façon de se mouvoir ». Les regroupements avaient été déduits par appariement sémantique. Des exemples de regroupements étaient décrits pour la consigne « chose que l'on peut faire à un œuf » (e.g., façons de cuire un œuf, façons de décorer un œuf, façons de détruire un œuf) mais aucun regroupement n'était détaillé quant à la consigne « choses que l'on peut faire », qui correspond à la consigne initiale de Piatt et al. (1999a). Les résultats publiés montraient un déclin de la fluence d'action, toutes consignes confondues. A notre connaissance, aucune distinction qualitative de la production lors de la fluence d'action entre adultes jeunes et adultes âgés n'a été publiée. La fluence d'action est décrite comme modérément liée, chez l'adulte âgé, aux fonctions exécutives alors qu'elle ne partagerait aucun lien avec la mémoire et le langage (Piatt et al., 1999a). Le lien entre fluence d'action et fonctions exécutives est également souligné (en complément du lien avec la vitesse de traitement)

par McDowd et al. (2011) mais avec une version modifiée de la fluence d'action. Le lien spécifique entre la fluence d'action et les fonctions exécutives paraît cohérent avec la dissociation neuroanatomique décrite entre la production de noms et la production de verbes (Shapiro et al., 2005). La production de verbes se reposerait davantage sur les régions antérieures que la production de noms. Ce pattern d'activation peut expliquer le fait que la fluence d'action soit sélectivement impactée dans des pathologies impliquant les boucles fronto-striato-thalamiques telles que la maladie de Parkinson (Rodrigues, Ferreira, Coelho, Rosa & Castro-Caldas, 2015). Les prédicteurs de la performance des jeunes adultes pour la fluence d'action ont moins été étudiés que les prédicteurs des fluences sémantique et littérale. Woods et al. (2005) ont néanmoins mis en exergue des corrélations significatives entre la fluence d'action, la vitesse de traitement, la mémoire de travail, la flexibilité et l'inhibition. Ces corrélations étaient seulement présentes pour le nombre de mots produits.

Nous notons que que les effets du vieillissement sur les performances dans des tâches de fluences sémantique et littérale sont davantage connus et présentés dans la littérature que ceux sur les performances lors des tâches de fluence d'action. Néanmoins, des disparités apparaissent en fonction du type de fluence verbale étudié. La majorité des études montre une atteinte de la fluence sémantique au sein du vieillissement normal (e.g., Elgamal et al., 2011 ; Kemper & Sumner, 2001 ; Mathuranath et al., 2003 ; Meinzer et al., 2009 ; Troyer et al., 1998). Les effets du vieillissement sur la fluence littérale font moins consensus. Un effet positif du vieillissement sur le nombre de mots produits était retrouvé par Henry et Philips (2006) alors qu'un effet délétère a été montré par Brickman et al. (2005) et McDowd et al.

(2011). Hugues et Bryan (2002) n'ont pas montré d'effet de l'âge sur ce même indicateur quantitatif. L'analyse des indicateurs qualitatifs (voir Troyer et al., 1997) apporte un éclairage plus fin des processus différentiels mis en place par les adultes jeunes et les adultes âgés lors des tâches de fluence verbale sémantique et littérale. Le nombre de répétitions, au cours des tâches de fluence verbale lors desquelles il est indiqué au participant de ne pas se répéter, est également un indicateur qualitatif de la performance (Azuma, 2004). Les répétitions des items précédemment produits lors d'une tâche de fluence, appelées persévérations récurrentes ou idéatoires, sont les erreurs le plus communément relevées lors de tâches de fluence verbale. Néanmoins, ce type d'erreurs reste relativement marginal dans la production des adultes jeunes et âgés sains (Bayles et al., 2013 ; Ramage, Bayles, Helm-Estabrooks & Cruz, 1999). Ramage et al. (1999) ont montré que lors de tâches de fluences sémantique et littérale, les adultes âgés (Moy = 68,1 ans) ne produisaient pas significativement plus de répétitions que les adultes jeunes (Moy = 25,43 ans). Bien que 35 pourcents des participants de cette étude produisaient des répétitions, ces répétitions ne représentaient qu'un pourcent des réponses produites.

Nous pouvons relever, dans la littérature, des variations temporelles tant au niveau des consignes données aux participants qu'au niveau des analyses de la production. Le temps donné au participant pour produire le plus grand nombre de mots lors de tâches de fluence sémantique et littérale est classiquement d'une minute (e.g., Brickman et al., 2015 pour les versants sémantique et littéral et Rodriguez-Aranda & Martinussen, 2006 pour une méta-analyse sur le versant littéral), bien que des temps plus longs soient parfois utilisés en pratique clinique (e.g., Cardebat et al., 1990 ;

Jurica, Leitten, & Mattis, 2001 ; Godefroy & Grefex, 2004). Holtzer et al. (2009) ont montré une plus grande sensibilité de la fluence sémantique à l'âge pour une production de deux minutes plutôt qu'une. Crowe (1998) a analysé le décours temporel des tâches de fluence sémantique et littérale chez des adultes jeunes. Les mots produits étaient regroupés par période de 15 secondes de production au cours d'une tâche d'une minute. Les mots produits étaient plus nombreux au cours des deux premières périodes (i.e., de 0 à 15 secondes et de 16 à 30 secondes) qu'au cours des deux dernières périodes (i.e., de 31 à 45 secondes et de 46 à 60 secondes). Les mots produits lors des deux premières périodes étaient plus fréquents que les mots produits par la suite. Ils seraient dès lors plus automatiquement activés que les mots produits au cours des deux dernières périodes qui nécessiteraient une recherche plus active. Ces conclusions rejoignent celles de Fernaeus et Almkvist, (1998) qui proposaient un découpage temporel différent (i.e., par période de 10 secondes) des mots produits lors d'une tâche de fluence littérale en une minute. Une analyse factorielle permettait de discriminer deux facteurs : un premier liant les trois premières périodes de la production représentant les processus de récupération automatique et un second liant les trois dernières périodes de temps et représentant la récupération coûteuse. Les auteurs soulignaient l'implication de différents registres mnésiques (i.e., mémoire de travail et mémoire épisodique) dans les processus automatiques. Les processus contrôlés étaient en lien avec les habilités langagières. Les indices qualitatifs décrits par Troyer et al. (1997) semblent également influencés par le décours temporel. Ainsi, Sauzéon et al. (2011) ont montré qu'en l'absence de différence entre le nombre de mots produits par des adultes jeunes et des adultes âgés lors de tâches de fluence sémantique et littérale, des différences qualitatives liées à l'âge variaient en fonction du décours temporel de la

tâche. Lors des 30 premières secondes les adultes jeunes produisaient plus de mots et d'alternances que les adultes âgés. Lors des 30 dernières secondes, les adultes âgés produisaient plus d'exemplaires et mettaient en place des regroupements plus grands (en fluence littérale uniquement) que les adultes jeunes. Lanting et al. (2009) ont exposé, en complément d'un plus grand nombre de mots produits chez des participants jeunes qu'âgés, un plus grand nombre d'alternances chez les participants jeunes pour les fluences sémantique et littérale. De façon intéressante, les adultes âgés produisaient de plus grands regroupements que les jeunes mais uniquement lors de la fluence sémantique. Cependant, ces effets de l'âge sur les indicateurs qualitatifs de la performance lors de tâches de fluence ne sont pas toujours relevés (e.g., Hugues & Bryan, 2002).

A notre connaissance, les effets du décours temporel de la tâche de fluence d'action n'ont jamais été étudiés. De plus, à notre connaissance, aucune analyse qualitative de la fluence d'action basée sur les regroupements et alternances, n'a été publiée. Ces éléments temporels et d'organisation qualitative de la performance permettraient de distinguer la production de participants jeunes et participants âgés lors d'une tâche de fluence d'action.

Les facteurs prédictifs des fluences sémantique et littérale ont été présentés dans la littérature. Ces fluences étaient étroitement liées au vocabulaire chez les adultes âgés (Bolla et al., 1990, Sauzéon et al., 2011). Plus spécifiquement, Shao et al. (2014) ont montré un effet plus important du vocabulaire sur le nombre de mots produits lors de tâches de fluence sémantique plutôt que littérale. Les performances des individus âgés (Moy = 71,77 ans) étaient également liées à la vitesse de traitement. A l'instar de ce qui

était observé pour le vocabulaire, le lien était plus fort pour la fluence sémantique que pour la fluence littérale. La vitesse de traitement était également identifiée comme un prédicteur possible de la performance des jeunes adultes chez Bryan et al. (1997). Étonnamment, alors que les fluences verbales sont classiquement utilisées comme évaluation du fonctionnement exécutif (Henry & Crawford, 2005a, 2005b), le lien entre les fonctions exécutives et les changements dus à l'âge pour les fluences sémantique et littérale n'était pas significatif dans l'étude de Philips (1996). Plus récemment, Whiteside et al. (2016) ont mené une analyse factorielle incluant le nombre de mots produits en fluence sémantique et en fluence littérale ainsi que les scores obtenus lors de tests exécutifs et langagiers. Les résultats montraient que les fluences sémantique et littérale étaient attachées au facteur langagier et non au facteur exécutif. Cette étude portait néanmoins sur des patients âgés de plus de 18 ans et reçus pour une évaluation neuropsychologique dans le cadre de pathologies diverses. Dans les études analysant la performance de jeunes adultes lors de tâches de fluences sémantique et littérale, les meilleurs prédicteurs étaient le vocabulaire (Bolla et al., 1990), la vitesse de traitement et la mémoire de travail (Kemper & Sumner, 2001 ; Kraan, Stolwyk & Testa, 2013). Dans l'étude de Kemper et Sumner (2001), le nombre de mots produits par des adultes jeunes était directement lié à la vitesse de traitement comme chez les âgés. Cependant, et ce uniquement chez les adultes jeunes, la vitesse de traitement était directement liée à la mémoire de travail et le lien avec le niveau de vocabulaire était plus important.

Le but de cette expérience est de montrer que la production de verbes d'action est impactée par le vieillissement normal et dépendrait davantage du maintien du fonctionnement exécutif que les fluences sémantique et littérale. Nous utiliserons des

tâches de fluence d'action, sémantique et littérale en 3 minutes afin d'analyser le décours temporel de la production d'adultes jeunes et d'adultes âgés au-delà du temps d'une minute décrit majoritairement dans la littérature et utilisé en pratique clinique. L'analyse du décours temporel reposera sur un découpage de la performance en six périodes de 30 secondes à l'instar de ce qui avait été fait par Sauzéon et al. (2011) pour un temps de production d'une minute. Nous faisons l'hypothèse d'une atteinte de la fluence verbale chez les adultes âgés, au niveau quantitatif. Nous prédisons que la fluence d'action sera liée aux fonctions exécutives chez les adultes âgés alors qu'elle sera prédite par le niveau de vocabulaire des adultes jeunes. Au niveau qualitatif, le nombre de mots produits en fluence d'action produit par les participants âgés sera davantage corrélé au nombre d'alternances qu'à la taille des regroupements. Nous nous attendons à ce que les participants âgés produisent des regroupements de plus grande taille, moins d'alternances et plus de répétitions que les participants jeunes.

De plus, nous supposons que chez les participants jeunes et âgés le nombre de mots produits sera plus faible pour la fluence d'action que pour la fluence sémantique, toutes deux supérieures à la fluence littérale. Nous faisons l'hypothèse d'un effet délétère du temps sur le nombre de mots produits avec davantage de mots produits lors de la première période de 30 secondes que lors des périodes suivantes. Nous prévoyons que lors de la tâche de fluence sémantique, pour laquelle une stratégie de compensation reposant sur le niveau de vocabulaire pourrait être mise en place par les adultes âgés, les effets du temps soient différents en fonction du groupe d'âge.

2.1.1.2 Méthode

2.1.1.2.1 Participants

Vingt-huit jeunes adultes sains (Moy = 21,29 ans), dont 17 femmes, et 28 adultes âgés sains (Moy = 68,56 ans), dont 18 femmes, ont participé à cette expérience. Les caractéristiques des participants sont décrites dans le Tableau 1. Les jeunes adultes étaient étudiants dans différentes composantes de l'Université de Bordeaux. Les adultes âgés étaient majoritairement issus de la communauté ou étudiants à l'Université du Temps Libre de Bordeaux. Tous les participants avaient pour langue maternelle le français et ne se déclaraient pas gênés par leur vue. Aucun participant n'avait déclaré être suivi pour une atteinte ou maladie neurologique.

Tableau 1. *Caractéristiques des participants de l'Expérience 1 et résultats aux tests complémentaires*

	Participants jeunes	Participants âgés	P value
Effectif	28	28	-
Age	21.29 (\pm 2.04)	68.56 (\pm 5.45)	-
MMSE	-	28.82 (\pm 1.22)	-
Mill-Hill	33.64 (\pm 3.22)	35.61 (\pm 5.29)	.10
Education	14.82 (\pm 1.25)	14.04 (\pm 1.93)	.08
TMT ratio temps	8.51 (\pm 5.63)	27.5 (\pm 38.23)	.01
TMT ratio exactitude	-0.02 (\pm 0.09)	-0.04 (\pm 0.1)	.42
STROOP ratio temps	2.88 (\pm 5.21)	35.34 (\pm 39.96)	<.001
STROOP ratio erreurs	0.21 (\pm 0.63)	1.79 (\pm 3.76)	.03
CSCT P1	17.4 (\pm 3)	12.2 (\pm 3.9)	<.001
CSCT P2	19.7 (\pm 3.6)	13.8 (\pm 3.5)	<.001
CSCT P3	20 (\pm 3.3)	14.7 (\pm 4.6)	<.001

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. MMSE = Mini Mental State Examination; TMT = Trail Making Test; CSCT = Computerized Speed Cognitive Test; P1 = Période 1 (0-30 secondes); P2 = Période 2 (31-60 secondes) ; P3 = Période 3 (61-90 secondes).

2.1.1.2.2 Procédure et Matériel

Procédure générale

Les participants ont été reçus individuellement dans une pièce calme. Après une explication du déroulé de l'évaluation, un formulaire de consentement leur était proposé. Les participants remplissaient dans un premier temps le questionnaire de vocabulaire du Mill-Hill. Ensuite, et ce uniquement pour les adultes âgés, le Mini-Mental State Examination (MMSE ; Folstein, M.F, Folstein , S.E., & McHugh, 1975) était administré afin de ne pas inclure dans cette expérience d'individu présentant un

risque de vieillissement pathologique. Les scores au MMSE devaient être supérieurs ou égal à 26. Ce score correspond au dixième centile chez les adultes âgés de 70 à 74 ans pour un niveau certificat d'études (Lechevallier-Michel, Fabrigoule, Lafont, Letenneur & Dartigues, 2004). Les participants réalisaient ensuite les tâches exécutives : le TMT (Reitan, 1958) et le test de Stroop victoria (Troyer, Leach & Strauss, 2006). Une tâche de vitesse de traitement était ensuite proposée : le Computerized Speed Cognitive Test (CSCT ; Ruet, Deloire, Charré-Morin, Hamel & Brochet, 2013). Cette partie informatisée était pilotée par le logiciel PEBL (Mueller & Piper, 2014). Les tâches de fluence d'action, sémantique et littérale étaient ensuite proposées dans un ordre randomisé. L'ensemble de la procédure durait environ une heure.

Fluence d'Action

Lors de la tâche de fluence d'action, il était demandé aux participants de produire en trois minutes le plus grand nombre de choses qu'ils pouvaient faire. La borne temporelle était spécifiée aux participants mais le chronomètre n'était visible que de l'examineur. Un exemple était donné (*Manger*) et était exclu des réponses correctes s'il était produit par la suite par les participants. L'examineur demandait si le participant avait des questions et lui demandait d'éviter de se répéter. La production orale des participants était reportée à l'écrit par l'expérimentateur et était enregistrée sur un dictaphone afin de pouvoir vérifier la prise de notes. Les mots produits étaient retranscrits à l'écrit par l'expérimentateur en 6 périodes consécutives de 30 secondes (de P1 à P6). Le nombre de mots produits en trois minutes, la taille des regroupements,

le nombre d'alternances étaient relevés pour chaque période. Face au faible nombre de répétitions attendues, les répétitions ont été traitées indépendamment de la période.

Les regroupements ont été calculés en utilisant les catégories décrites pour la fluence sémantique (action reliée sémantiquement, e.g., *marcher*, *courir*) et la fluence littérale (verbes d'action commençant par la même lettre, e.g., *conduire*, *classer*) ainsi qu'en prenant en compte des regroupements tels que les séquences temporelles d'action (e.g., *se lever*, *déjeuner*, *s'habiller*) et les actions antinomiques (e.g., *monter*, *descendre*).

Fluence sémantique

La procédure générale pour la tâche de fluence sémantique était identique à celle pour la fluence d'action, excepté qu'il était demandé aux participants de produire en 3 minutes le plus grand nombre de noms d'animaux possibles. Les regroupements et alternances ont été calculés selon la méthode décrite par Troyer et al (1997). Ainsi, les noms d'animaux produits successivement pouvaient être attribués à un regroupement selon l'appartenance géographique (e.g., Afrique, Australie), leur lien avec l'être humain (e.g., bétail, domestique), ou leur catégorie zoologique (e.g., poisson, canidé). Un regroupement de taille 1 était constitué de deux mots, de taille 2 constitué de 3 mots... Un nom d'animal isolé (i.e., ne pouvant être associé aux noms d'animaux le précédant ou le suivant) comptait comme un regroupement de taille nulle. Les alternances correspondaient au passage d'un regroupement à un autre regroupement.

Fluence littérale

La procédure générale pour la tâche de fluence littérale était identique à celle pour la fluence d'action, excepté qu'il était demandé aux participants de produire en 3 minutes le plus grand nombre de mots commençant par la lettre P. Les regroupements et alternances ont été calculés selon la méthode décrite par Troyer et al (1997). Les mots commençant par la lettre P pouvaient être regroupés en fonction de leurs premières lettres, de leurs premiers et derniers phonèmes, selon s'ils étaient homonymes ou s'ils rimaient. Comme pour la fluence sémantique, un regroupement de taille 1 était constitué de deux mots, de taille 2 constitué de 3 mots...Un mot isolé (i.e., ne pouvant être associé aux mots commençant par P le précédant ou le suivant) comptait comme un regroupement de taille nulle. Les alternances correspondaient au passage d'un regroupement à un autre regroupement.

Trail Making Test

La flexibilité a été évaluée à l'aide d'une version informatisée du TMT (Reitan, 1958) via le logiciel PEBL (Mueller & Piper, 2014). Pour ce test, lors d'une première partie (TMT A), les participants voyaient à l'écran des cercles numérotés de 1 à 8 et devaient cliquer sur les cercles dans l'ordre croissant. Lorsque les participants cliquaient sur le bon cercle, il devenait bleu foncé (avec le chiffre néanmoins toujours visible) et une ligne se dessinait du dernier cercle correct jusqu'au nouveau. Si les participants cliquaient sur un cercle incorrect, la couleur du cercle ne changeait pas et aucune ligne n'apparaissait. Après cet entraînement, les participants devaient

reproduire la même tâche avec des cercles numérotés de 1 à 26. Lors de la deuxième partie (TMT B), étaient présentés à l'écran à la fois des cercles numérotés de 1 à 3 et de cercles correspondant aux lettres de A à C. Les participants devaient cliquer, en commençant par 1, en alternant chiffres et lettres (1-A-2-B-3-C). Après un entraînement, les participants devaient connecter en alternant les cercles numérotés de 1 à 13 et les lettres de A à L (1-A-2-B-3-C...L-13). Les temps pour compléter chaque partie et l'exactitude étaient enregistrés. Un ratio était par la suite calculé en soustrayant le temps mis pour le TMT-A du TMT-B (le même calcul était effectué pour l'exactitude).

Stroop Test

L'inhibition a été évaluée à l'aide d'une adaptation de la tâche de Stroop (1935), le test Stroop victoria (Troyer, Leach & Strauss, 2006) dans sa version informatisée via le logiciel PEBL (Mueller & Piper, 2014). Lors de ce test, chaque touche numérotée de 1 à 4 sur le clavier de l'ordinateur était associée à une couleur (1-bleu, 2-rouge, 3-jaune et 4-vert) indiquée par une pastille colorée. Le participant disposait de temps afin de se familiariser avec les différentes touches. Lors d'une première partie (Stroop D), 50 cercles colorés (des 4 couleurs précitées) apparaissaient à l'écran et le participant devait appuyer sur la touche appropriée afin de passer d'un cercle à l'autre dans le sens de la lecture. Un entraînement était proposé. Ensuite, le participant voyait apparaître 50 noms de couleur écrits d'une couleur différente de la couleur référée (Stroop I). Le participant réalisait une tâche de catégorisation de couleur en cliquant sur la pastille de la couleur dans laquelle chaque mot était écrit (en ignorant ce qui était écrit). Un entraînement était proposé. Pour chaque partie, le temps

et l'exactitude étaient enregistrés. Un ratio était calculé en soustrayant le Stroop D du Stroop I, à la fois pour le temps et pour l'exactitude.

Computerized Speed Cognitive Test

La vitesse de traitement a été évaluée à l'aide du Computerized Speed Cognitive Test (CSCT ; Ruet, Deloire, Charré-Morin, Hamel & Brochet, 2013). Lors de cette tâche, le participant voyait une légende avec 9 symboles, associés chacun à un chiffre de 1 à 9 et devait produire à l'oral le chiffre correspondant aux symboles présents à l'écran. Les items devaient être traités un à un dans le sens de la lecture. L'examineur retranscrivait grâce au pavé numérique de l'ordinateur les réponses du participant. Les participants devaient retranscrire le plus grand nombre de symboles possibles en 90 secondes. Le nombre de réponses correctes par périodes de 30 secondes (afin d'obtenir un découpage temporel similaire à celui utilisé pour la production lors de la fluence verbale) ainsi que le nombre d'erreurs étaient enregistrés par le logiciel.

Mill Hill

Le niveau de vocabulaire des participants a été évalué à l'aide du questionnaire de Mill Hill (Deltour, 1998). Pour ce test, les participants devaient choisir pour chacun des 33 mots le mot le plus proche parmi 6 propositions. Il était permis de ne pas répondre pour un mot inconnu. Le score total maximal était de 44 points (i.e., score aux 33 items plus un point acquis pour l'exemple et 10 points acquis pour 10 items faciles non administrés).

2.1.1.3 Résultats

2.1.1.3.1 Tests exécutifs, de vitesse de traitement et de vocabulaire

Des tests t de student ont été calculés pour comparer les deux groupes de participants jeunes et âgés selon leur niveau d'éducation, leurs résultats aux tâches exécutives, leur niveau de vocabulaire et leur vitesse de traitement. Les résultats moyens pour chaque groupe d'âge sont présentés dans le Tableau 1. La différence de niveau d'éducation entre les deux groupes d'âges était tendancielle, $t(54)=-1.81$; $p=.07$. Le score de vocabulaire évalué par le Mill-Hill ne différait pas entre les 2 groupes, $t(54)=1,68$; $p=.10$. Le ratio temps pour le TMT était significativement plus élevé pour les adultes âgés que pour les adultes jeunes, $t(54)=2,6$; $p=.01$. Le ratio d'exactitude ne distinguait pas les deux groupes, $t(54)=-.81$, $p=.42$. Le ratio temps pour le Stroop était plus élevé chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes, $t(54) =18,02$; $p<.001$. Ils avaient, de surcroit, un ratio erreur plus important que les jeunes, $t(54)=2,18$; $p=.03$. Pour la vitesse de traitement mesurée avec le CSCT au cours de trois périodes consécutives de 30 secondes (P1 à P3), les résultats pour P1 (30 premières secondes, $t(54)=-5,43$; $p<.001$), P2 (de 31 à 60 secondes, $t(54)=-6,03$; $p<.001$) et P3 (de 61 à 90 secondes, $t(54)=-4,86$; $p<.001$) marquaient une différence entre les deux groupes. Pour chaque période, le nombre de symboles correctement retranscrits était plus grand chez les jeunes que chez les âgés.

2.1.1.3.2 Effets de l'âge et du type de fluence

Des analyses de variance (ANOVA) avec l'âge en facteur inter sujet (jeune/âgé) et le type de fluence (action, sémantique, littérale) en facteur intra sujet ont été menées sur le nombre de mots produits, sur la taille des regroupements, sur le nombre d'alternances ainsi que sur le nombre de répétitions. Les résultats moyens obtenus pour chaque groupe d'âge dans chaque type de fluence sont présentés dans l'Annexe A.

Nombre de mots

L'ANOVA réalisée sur le nombre de mots produits montrait un effet principal de l'âge, $F(1,54)=14,08$; $p<.001$; $\eta^2p=.21$. Un plus grand nombre de mots était produit par les adultes jeunes (Moy = 39,38) que par les adultes âgés (Moy = 32,76). Un effet principal du type de fluence était également relevé, $F(2,108) = 32,85$; $p<.001$. Les comparaisons planifiées montraient un plus grand nombre de mots produits pour la fluence sémantique (Moy = 42,13) que pour la fluence littérale (Moy = 31,79), $F(1,54) = 73,74$; $p<.001$. Le nombre de mots produits pour la fluence sémantique était également supérieur à celui produit pour la fluence d'action (34,3), $F(1,54) = 28,34$; $p<.001$. L'effet d'interaction entre l'âge et le type de fluence n'était pas significatif $F(1,54) = 1,42$; $p=.25$.

Taille des regroupements

L'ANOVA réalisée sur la taille moyenne des regroupements montrait un effet principal du type de fluence, $F(2,108) = 12,86$; $p<.001$, $\eta^2p=.48$. Les comparaisons

planifiées montraient des regroupements de plus grande taille pour la tâche de fluence sémantique (Moy = 1,78) que pour celle de fluence littérale (Moy = 0,39), $F(1,54) = 16,84$; $p < .001$. Ils étaient également de plus grande taille pour la fluence sémantique que pour la fluence d'action (Moy = 0,48), $F(1,54) = 3,48$; $p = .001$. L'effet principal de l'âge n'était pas significatif, $F(1,54) = 2.13$; $p = .15$. Un effet d'interaction âge X type de fluence était relevé, $F(2,108) = 4.38$; $p = .01$, $\eta^2 p = .07$. Les comparaisons planifiées montraient que la différence entre la taille des regroupements de la fluence sémantique et de la fluence littérale était plus élevée chez les participants âgés (Différence = 2.19) que chez les participants jeunes (Différence = 0.60), $F(1,54) = 2.10$; $p = .04$. La différence entre les tailles de regroupements de la fluence sémantique et de la fluence d'action était plus élevée chez les participants âgés (Différence = 2.08) que chez les participants jeunes (Différence = 0,51), $F(1,54) = 2.10$; $p = .04$.

Nombre d'alternances

L'ANOVA réalisée sur le nombre d'alternances montrait un effet principal de l'âge, $F(1,54) = 11,95$; $p = .001$; $\eta^2 p = .18$. Les participants âgés produisaient moins d'alternances (Moy = 19,17) que les participants jeunes (Moy = 23,43). Un effet principal du type de fluence était également relevé, $F(2,108) = 11$; $p < .001$; $\eta^2 p = .17$. Les comparaisons planifiées ont montré que le nombre d'alternances était plus important lors des fluences d'action (Moy = 23,13) et littérale (Moy = 22,23) que lors de la fluence sémantique (Moy = 18,54). Un effet d'interaction âge X type de fluence

était, de plus, relevé, $F(2,108) = 4,95$; $p=.009$; $\eta^2p=.08$. Les comparaisons planifiées montraient que la différence entre la nombre d'alternances produites durant la fluence littérale et durant la fluence sémantique était plus élevée chez les participants âgés (Différence = 6,72) que chez les participants jeunes (Différence = 0,63), $F(1,54) = 3.56$; $p<.001$. La différence entre le nombre d'alternances produites lors de la fluence d'action et lors de la fluence sémantique était plus élevée chez les participants âgés (Différence = 7,47) que chez les participants jeunes (Différence = 2), $F(1,54) = 2.40$; $p=.02$.

Nombre de répétitions

L'ANOVA réalisée sur le nombre de répétitions produites montrait un effet principal de l'âge, $F(1,54) = 7,87$; $p=.007$; $\eta^2p=.13$, avec un plus grand nombre de répétitions produit par les adultes âgés (Moy = 0,5) que par les adultes jeunes (Moy = 0,17). Un effet principal du type de fluence était également relevé, $F(2,108) = 4,04$; $p=.02$; $\eta^2p=.07$. Les comparaisons planifiées montraient que le nombre de répétitions était plus important pour la fluence littérale (Moy = 0,47) que pour la fluence sémantique (Moy = 0,16), $F(1,54) = 2.91$; $p=.005$. Il était également plus important pour la fluence d'action (Moy = 0,38) que pour la fluence sémantique, $F(1,54) = 2.20$; $p=.03$. L'effet d'interaction entre l'âge et le type de fluence n'était pas significatif, $F(2,108) = 2.24$; $p=.11$.

2.1.1.3.3 Effets de l'âge et du temps par type de fluence

Afin d'analyser plus précisément les effets du temps sur les productions verbales, nous avons découpé les performances des participants en 6 périodes consécutives de 30 secondes (P1 à P6) pour chaque type de fluence (action, littérale, sémantique). Des ANOVAs ont été conduites séparément pour chaque type de fluence, avec l'âge en facteur inter sujet (jeune/âgé) et le temps (P1 à P6) en facteur intra sujet, sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements et le nombre d'alternances.

Des corrélations ont ensuite été calculées afin de déterminer quel indicateur qualitatif (parmi la taille des regroupements et le nombre d'alternance) était le plus lié aux nombres de mots produits par groupe de participants et par type de fluence. L'ensemble des corrélations est présenté sur l'Annexe B.

Enfin, des analyses de régression pas à pas ont été menées pour chaque groupe d'âge afin de déterminer parmi les tests cognitifs de base (i.e., TMT, Stroop, CSCT et Mill-Hill), ceux qui influent sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements et le nombre d'alternances lors des différentes tâches de fluence. Les résultats de ces analyses de régressions sont présentés dans le Tableau 2.

Fluence d'action

Nombre de mots

Le nombre de mots produits par les participants jeunes et âgés pour chaque période de la fluence d'action est présenté sur la Figure 11. Les résultats de l'ANOVA montraient un effet principal de l'âge, $F(1,54)=7,91$; $p=.007$; $\eta^2p=.13$. Le nombre de verbes d'actions produits était plus important chez les adultes jeunes (Moy = 37,71) que chez les adultes âgés (Moy = 30,89). Un effet du temps a également été relevé, $F(5,270)=72,82$; $p<.001$, $\eta^2p=.57$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution de nombre de mots produits entre les 30 premières secondes (P1, Moy = 9,55) et la période de 31 à 60 secondes (P2, Moy = 6,04), $F(1,54) = 9,39$, $p<.001$. Plus de mots étaient produits lors de la quatrième période de temps (P4, Moy = 4,96) que lors de la période suivante (P5, Moy = 4,16), $F(1,54) = 2,98$; $p=.004$. L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F(5,270) = 1.03$; $p=.40$.

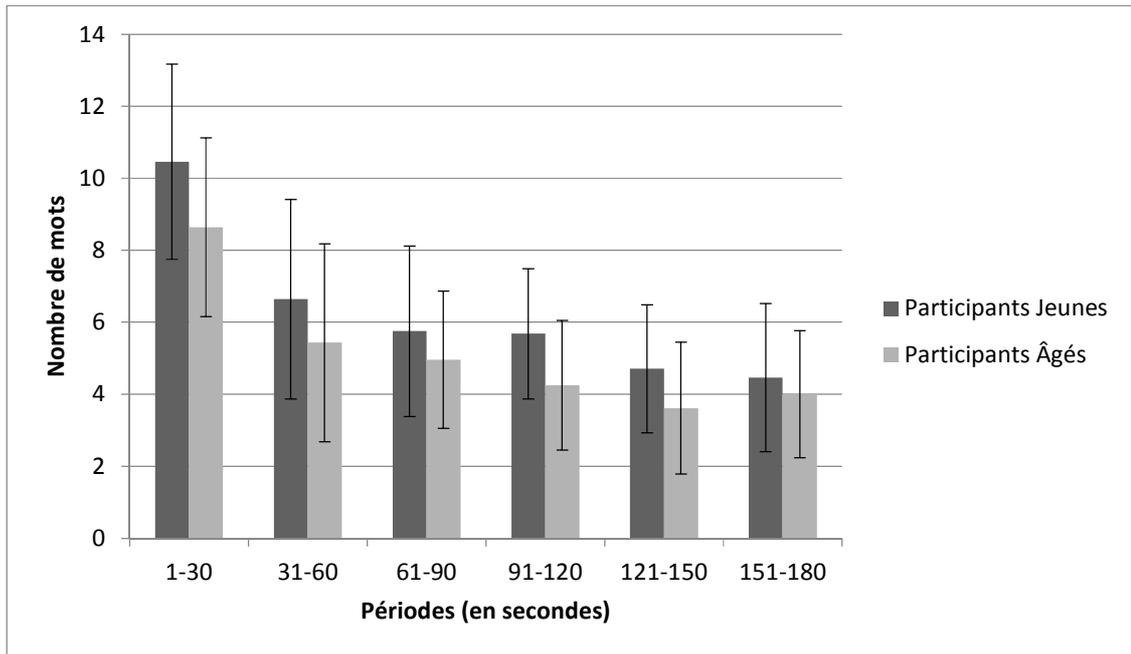


Figure 11. Nombre moyen de mots produits lors de la tâche de fluence d'action par groupe d'âge (jeunes/âgés) et période de temps (en secondes) dans l'Expérience 1.

Corrélations entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs

Le nombre de verbes d'action produits par les deux groupes était fortement corrélé au nombre d'alternances ($r=.87$ pour les adultes jeunes et $r=.89$ pour les adultes âgés ; $p<.05$).

Tableau 2. *Analyses de régression sur le nombre de mots produits par type de fluence et par groupe d'âge dans l'Expérience 1*

	Participants Jeunes			Participants Âgés		
	<i>Fluence d'Action</i>	<i>Fluence Littérale</i>	<i>Fluence Sémantique</i>	<i>Fluence d'Action</i>	<i>Fluence Littérale</i>	<i>Fluence Sémantique</i>
MILL-HILL	-	-	R ² m=.18; P=<.05	-	-	-
TMT						
ratio temps	-	-	R ² m=.33; P=<.05	R ² m=.29; P=<.001	-	-
ratio exactitude	-	-	-	-	-	-
STROOP						
ratio temps	-	-	-	-	-	-
ratio exactitude	-	-	-	-	-	-
CSCT	-	-	-	-	R ² m=.31; P=<.001	R ² m=.40; P=<.001

Note. TMT = Trail Making Test; CSCT = Computerized Speed Cognitive Test.

Taille des regroupements et nombre d'alternances

La taille des regroupements pour la fluence d'action pour chaque groupe d'âge et chaque période est présentée sur la Figure 12. Les résultats de l'ANOVA menée sur la taille moyenne des regroupements montraient un effet principal de l'âge, $F(1,54) = 9,97$; $p=.003$; $\eta^2p=.16$. Les regroupements étaient plus larges dans le groupe de participants jeunes (Moy = 0,56) que dans le groupe de participants âgés (Moy = 0,41). L'effet principal du temps n'était pas significatif, tout comme l'effet d'interaction entre

l'âge et le temps, $F_s < 1$. Aucun prédicteur de la taille des regroupements n'était relevé lors des analyses de régressions. Le nombre d'alternances par période de temps et pour

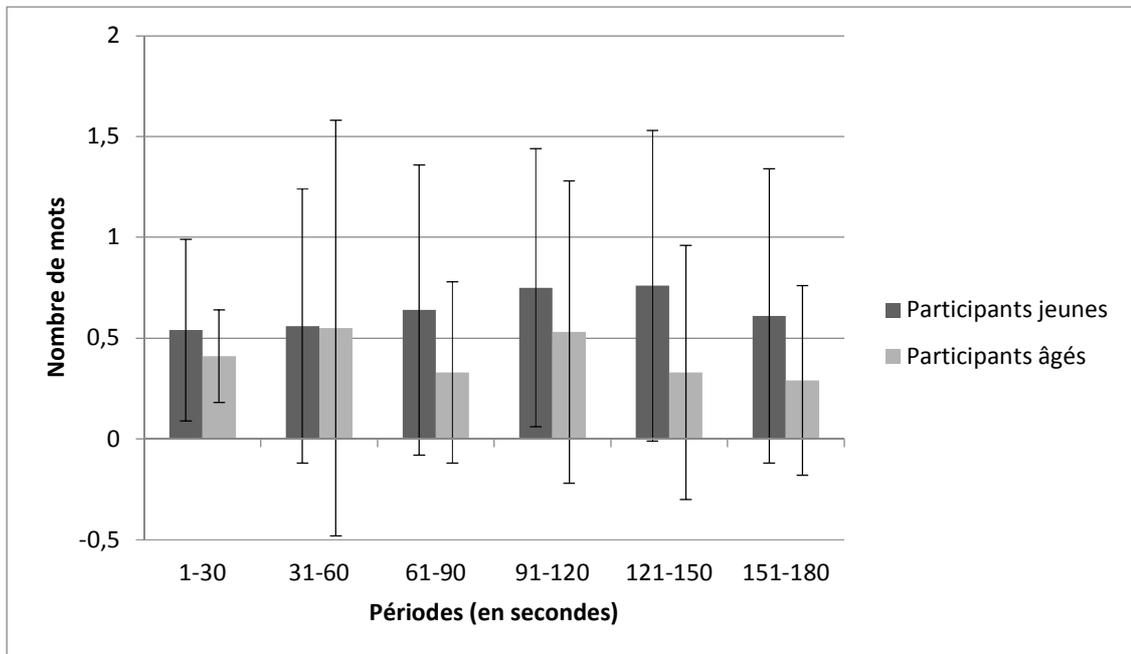


Figure 12. Taille moyenne des regroupements (en nombre de mots) lors de la tâche de fluence d'action par période (en seconde) et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 1.

les deux groupes d'âge pour la fluence d'action est présenté sur la Figure 13. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre d'alternances indiquaient que l'effet principal de l'âge n'était pas significatif, $F(1,54) = 2.10$; $p = .15$. L'effet principal du temps était significatif, $F(5,270) = 38,33$; $p < .001$; $\eta^2 p = .41$. Les comparaisons planifiées montraient que l'effet du temps était principalement dû à un plus grand nombre d'alternances produites au cours des 30 premières secondes (Moy = 5,95) qu'au cours des trente suivantes (Moy = 4,38), $F(1,54) = 38,68$; $p < .001$. Un effet d'interaction âge X temps était également retrouvé, $F(5,270) = 2,27$; $p = .05$; $\eta^2 p = .04$. Le nombre d'alternances était supérieur lors de la seconde période (Moy = 4,68) que lors de la

période suivante (Moy = 3,61) et ce uniquement chez l'adulte jeune, $F(1,54) = 6,76$; $p=.02$. Seule la flexibilité (ratio de temps pour le TMT ; $R^2m=.23$; $p<.05$) prédisait le nombre d'alternances produits par les âgés alors que les alternances des adultes jeunes étaient influencées par l'inhibition (ratio d'exactitude au test de Stroop; $R^2m=.14$; $p<.05$).

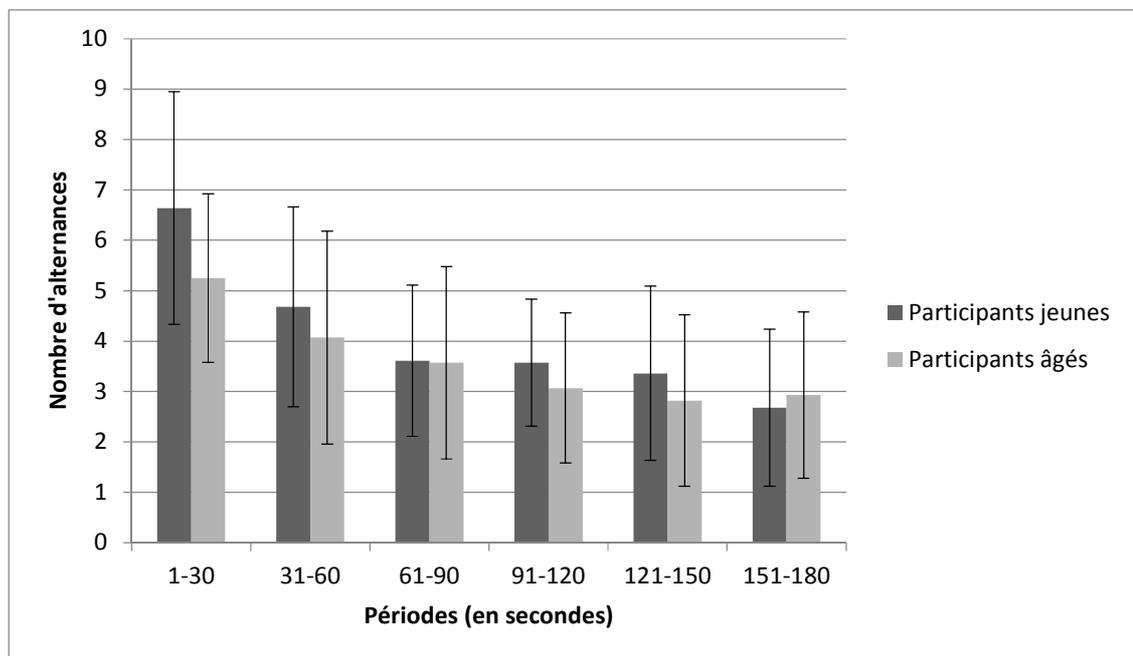


Figure 13. Nombre moyen d'alternances produits lors de la tâche de fluence d'action par période (en secondes) et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 1.

Fluence sémantique

Nombre de mots

Le nombre de mots produits par les participants jeunes et âgés pour chaque période de la fluence sémantique est présenté sur la Figure 14. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre de mots produits lors de la fluence sémantique montraient un effet principal de l'âge, $F(1,54)=12,72$; $p<.001$; $\eta^2p=.19$. Les adultes jeunes (Moy = 46,5) ont produit plus de mots que les adultes âgés (Moy = 37,75). Un effet principal du temps a également été relevé, $F(5,270)=67,51$; $p<.001$, $\eta^2p=.56$. Les comparaisons planifiées exposaient davantage de mots produits lors des 30 premières secondes (Moy = 11,68) que lors de la période suivante (Moy = 7,52), $F(1,54) = 102,94$; $p<.001$. De plus, une interaction âge X temps a été retrouvée, $F(5,270) = 2,38$; $p=.04$; $\eta^2p=.56$. Plus de mots étaient produits lors de la quatrième période (Moy = 5,82) que lors de la période suivante (Moy = 4,36) et ce uniquement au sein du groupe de participants âgés, $F(1,54)=6,16$; $p=.03$. En revanche, plus de mots étaient produits durant la cinquième période (Moy = 6,18) que durant la période suivante (P6, Moy = 4,75) et ce, uniquement chez les adultes jeunes, $F(1,54) = 4,92$; $p=.04$.

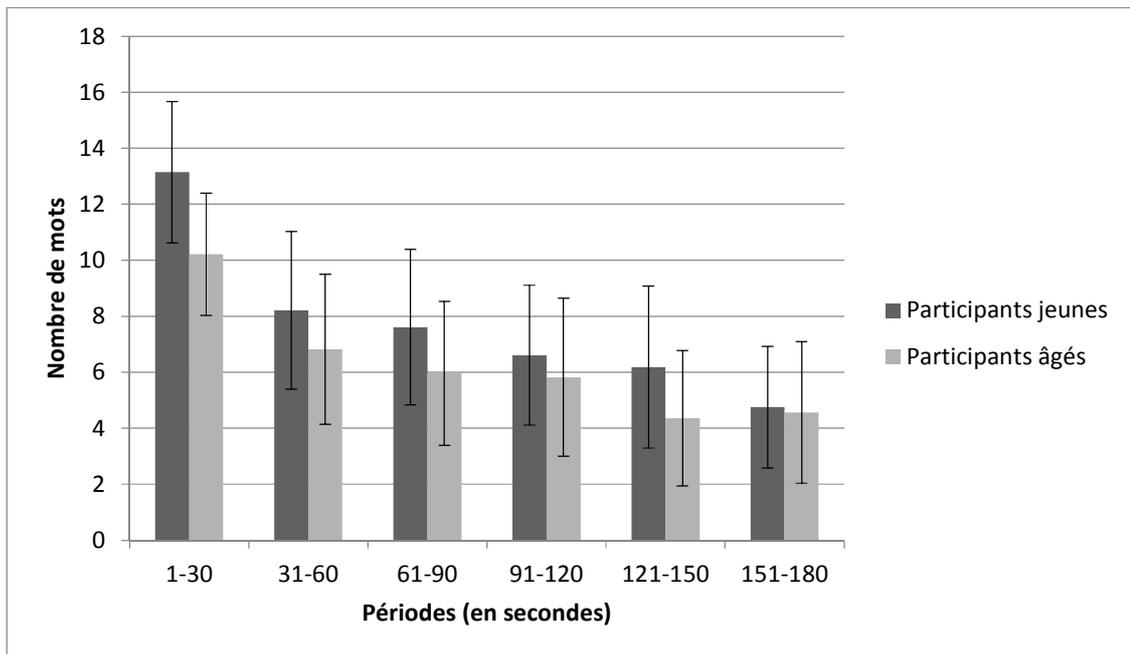


Figure 14. Nombre moyen de mots produits lors de la tâche de fluence sémantique par groupe d'âge (jeunes/âgés) et période de temps (en secondes) dans l'Expérience 1.

Corrélations entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs

Le nombre de mots corrects produits par les participants jeunes était corrélé à la taille des regroupements ($r=.48$; $p<.05$) mais pas au nombre d'alternances. Le nombre de noms d'animaux produits par les adultes âgés n'était pas corrélé à la taille des regroupements mais au nombre d'alternances ($r=.39$; $p<.05$).

Taille des regroupements et nombre d'alternances

La taille moyenne des regroupements pour la fluence sémantique par période et pour chaque groupe d'âge est présentée sur la Figure 15. Les résultats de l'ANOVA sur

la taille moyenne des regroupements montraient un effet principal de l'âge, $F(1,54) = 9,38$; $p=.003$; $\eta^2p=.15$. Les regroupements étaient de plus grande taille chez les participants âgés (Moy = 2,49) que chez les participants jeunes (Moy = 1,07). Un effet principal du temps était également retrouvé, $F(5,270) = 2,61$; $p=.03$; $\eta^2p=.05$. Les comparaisons planifiées mettaient en exergue des regroupements de plus grande taille lors de la deuxième période (Moy = 0,56) que lors de la troisième période (Moy = 0,49), $F(1,54) = 10,03$; $p=.007$. Une différence tendancielle était également relevée, la taille des regroupements étant plus grande lors de la cinquième période (Moy = 0,55) que lors de la sixième période (Moy = 0,45), $F(1,54) = 3,18$; $p=.08$. L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F(5,270) = 1,32$; $p=.25$. Pour les adultes jeunes, la taille des regroupements pour la fluence sémantique était prédite par la flexibilité (ratio temps du TMT, $R^2m=.24$; $p<.01$). Aucun prédicteur significatif n'était relevé pour les adultes âgés. Le nombre d'alternances pour la fluence sémantique par période et pour chaque groupe d'âge est présenté sur la Figure 16. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre d'alternances produites durant la tâche de fluence sémantique montraient un effet principal de l'âge, $F(1,54) = 33,01$; $p<.001$; $\eta^2p=.38$. Les adultes jeunes (Moy = 22,54) alternaient plus entre les catégories que les adultes âgés (Moy = 14,54). Un effet principal du temps était également relevé, $F(5,270) = 35,71$; $p<.001$; $\eta^2p=.40$. Les comparaisons planifiées montraient que cet effet du temps était imputable à un plus grand nombre d'alternances produites durant les 30 premières secondes (Moy = 5,36) que lors des 30 secondes suivantes (Moy = 3,43), $F(1,54) = 36,87$; $p<.001$. Le nombre d'alternances était plus important durant la deuxième période que durant la troisième période (Moy = 2,71), $F(1,54) = 8,06$; $p<.01$.

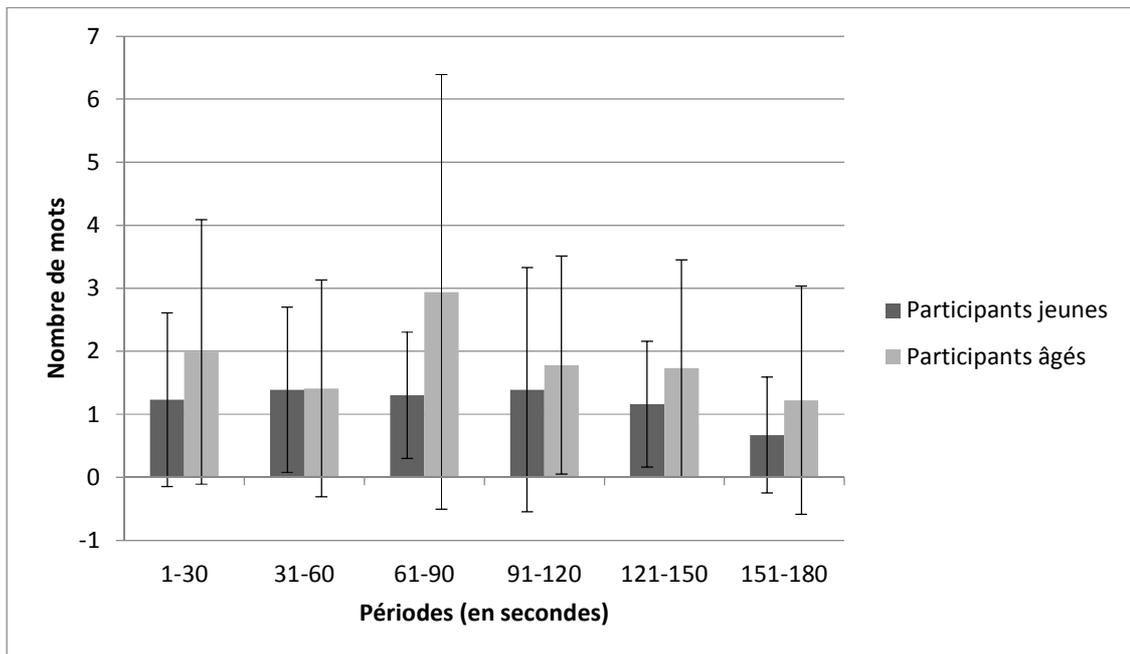


Figure 15. Taille moyenne des regroupements lors de la tâche de fluence sémantique par période et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 1.

L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F(5,270) = 0,91$; $p=.48$. Chez les adultes âgés, le nombre d'alternances produites durant la fluence sémantique était dépendant de la vitesse de traitement (CSCT; $R^2m=.28$; $p<.01$). Aucun prédicteur n'était relevé chez les adultes jeunes.

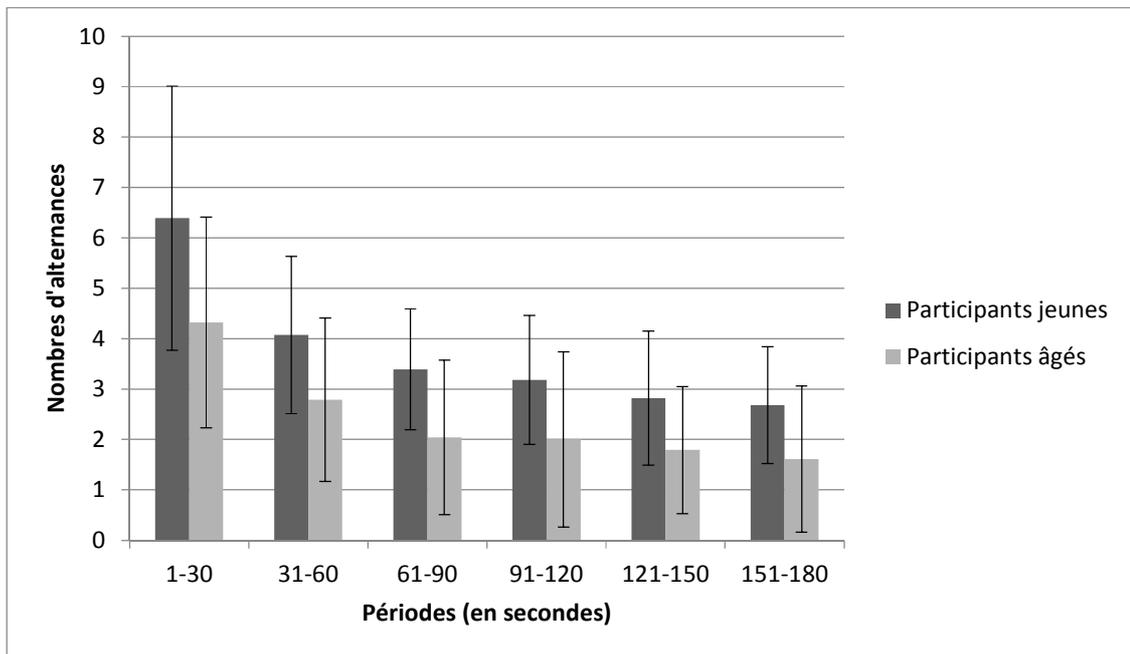


Figure 16. Nombre moyen d'alternances produites lors de la tâche de fluence sémantique par période (en secondes) et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 1.

Fluence littérale

Nombre de mots

Le nombre de mots produits pour la fluence littérale pour chaque période et pour chaque groupe d'âge est présenté sur la Figure 17. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre de mots produits durant la fluence littérale montraient un effet principal de l'âge, $F(1,54)=4,07$; $p=.05$; $\eta^2p=.07$. Les adultes jeunes produisaient un plus grand nombre de mots commençant par la lettre P (Moy = 33,93) que les adultes âgés (Moy = 29,64). Un effet principal du temps était également montré, $F(5,270)=75,76$; $p<.001$, $\eta^2p=.58$. Les comparaisons planifiées exposaient une diminution de la production entre

les 30 premières secondes (Moy = 9,57) et la période suivante (Moy = 6), $F(1,54) = 115,11$; $p < .001$. Le nombre de mots produits lors de la seconde période était supérieur à celui produit lors de la période lui succédant (Moy = 4,45), $F(1,54) = 21,38$; $p < .001$. L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F < 1$.

Corrélations entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs

Le nombre moyen de mots commençant par P produits au sein des deux groupes était corrélé au nombre d'alternances, mais avec une corrélation plus importante chez l'adulte âgé, ($r = .83$; $p < .05$) que chez l'adulte jeune, ($r = .41$; $p < .05$).

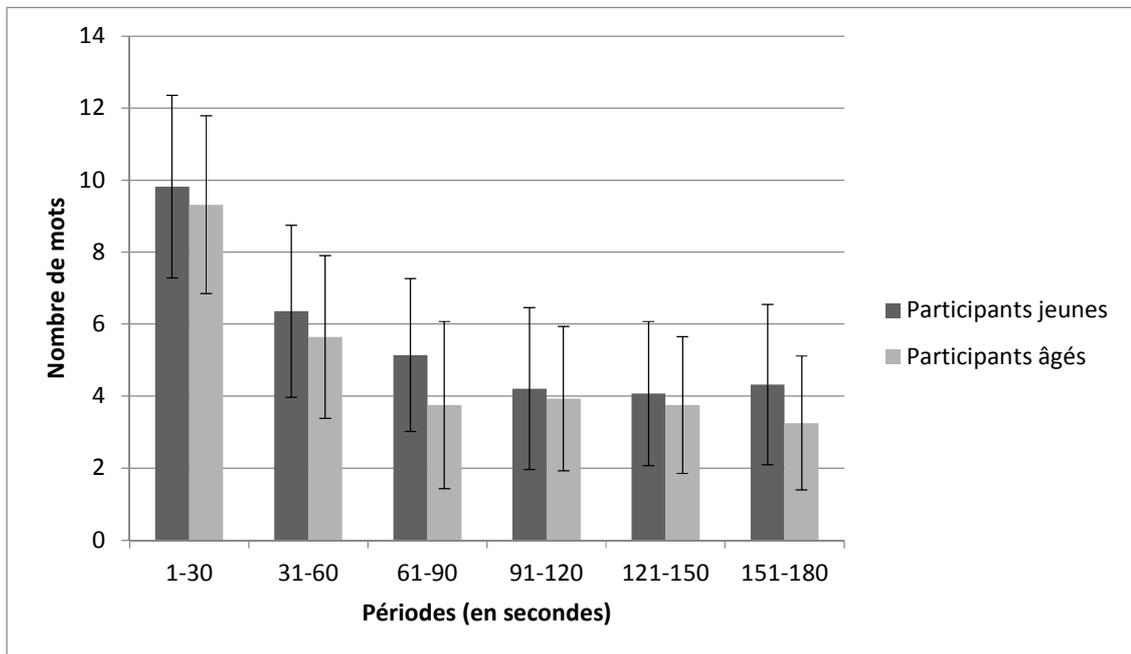


Figure 17. Nombre moyen de mots produits lors de la tâche de fluence littérale par groupe d'âge (jeunes/âgés) et période de temps (en secondes) dans l'Expérience 1.

Taille des regroupements et nombre d'alternances

La taille des regroupements pour la fluence littérale par période et par groupe d'âge est présentée sur la Figure 18. Les résultats de l'ANOVA sur la taille des regroupements montraient un effet tendanciel de l'âge, $F(1,54) = 3,35$; $p=.07$. Les adultes jeunes semblaient produire des regroupements de plus grande taille (Moy = 0,50) que les adultes âgés (Moy = 0,35). L'effet du temps, et l'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'étaient pas significatifs, $F_s < 1$. Aucun prédicteur n'était relevé lors de l'analyse de régression.

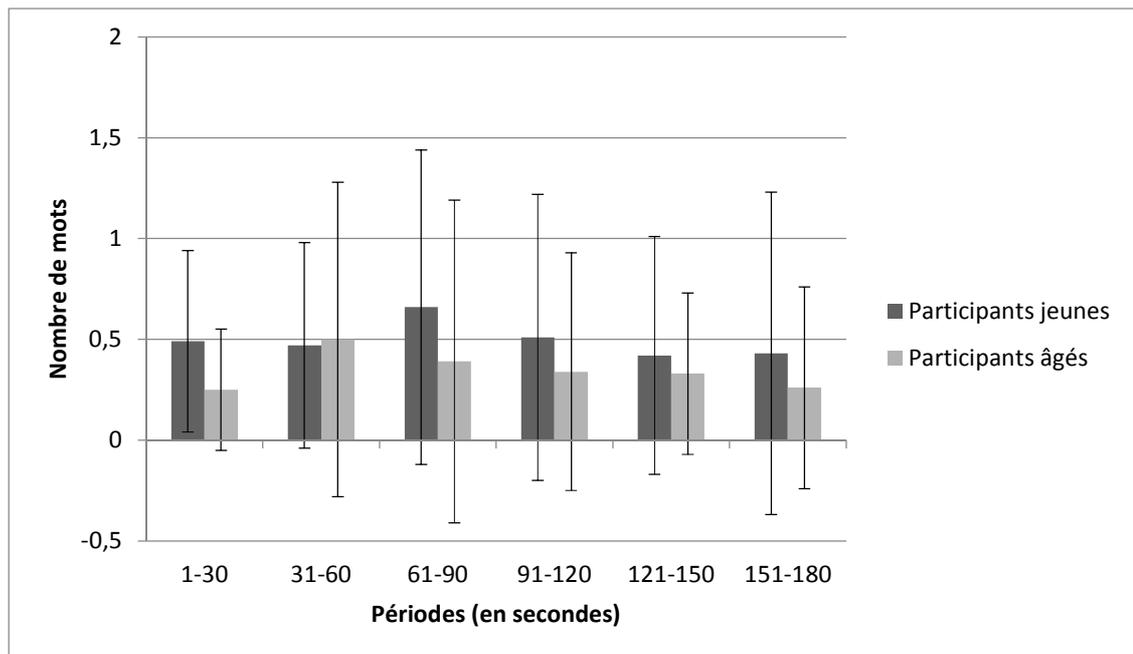


Figure 18. Taille moyenne des regroupements lors de la tâche de fluence littérale par période (en secondes) et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 1.

Le nombre d'alternances produites lors de la fluence littérale par groupe d'âge et en fonction du temps est présenté sur la Figure 19. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre d'alternances durant la fluence littérale ne montraient pas d'effet significatif de

l'âge, $F(1,54) = 1,23$; $p=.27$. L'effet principal du temps était significatif, $F(5,270) = 41,93$; $p<.001$; $\eta^2p=.44$. Les comparaisons planifiées montraient que davantage d'alternances étaient produites lors des 30 premières secondes (Moy = 6,59) que lors des 30 suivantes (Moy = 4,34), $F(1,54) = 28,07$; $p<.001$. Les alternances étaient plus nombreuses lors de cette deuxième période que lors de la troisième période (Moy = 3,04), $F(1,54) = 19,27$; $p<.001$. L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F(5,270) = 1,46$; $p=.20$. Aucun prédicteur du nombre d'alternances en fluence littérale n'était dégagé des analyses.

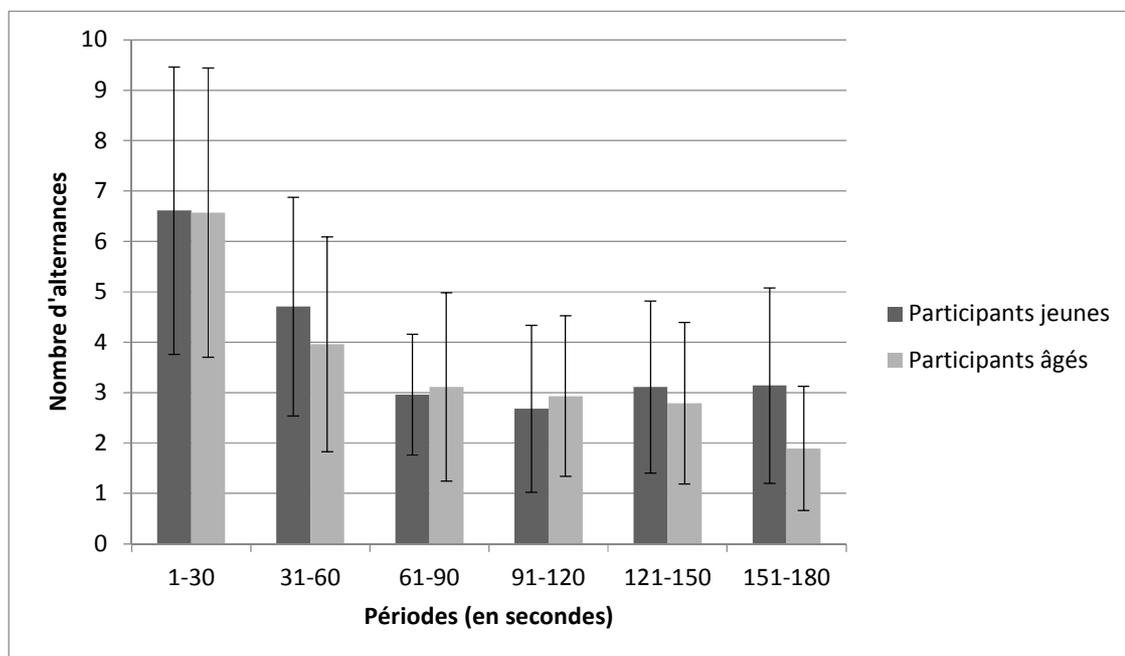


Figure 19. Nombre moyen d'alternances produits lors de la tâche de fluence littérale par période (en secondes) et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 1.

2.1.1.4 Discussion

L'objectif de cette étude était de montrer un effet délétère du vieillissement sur le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence d'action avec un temps de production de trois minutes. Nous supposons que la fluence d'action, chez les participants âgés, serait davantage en lien avec les fonctions exécutives que les fluences sémantique et littérale. Nous avons montré un effet de l'âge sur la production lors de la tâche de fluence d'action. Nous avons également montré un lien entre cette tâche et les fonctions exécutives, chez les participants âgés. Nous discuterons dans un premier temps les effets de l'âge sur les indicateurs quantitatifs de la performance en fluence d'action, comparativement aux fluences sémantique et littérale. Dans un second temps, nous discuterons les effets de l'âge sur les indicateurs qualitatifs.

Au niveau quantitatif, les résultats montraient que la fluence d'action est impactée par le vieillissement normal au regard du nombre de mots correctement produits. Les adultes jeunes produisaient plus de mots que les adultes âgés. Nous avons ainsi répliqué les résultats présentés par McDowd et al. (2011). Néanmoins, contrairement à la définition large de la fluence d'action utilisée dans leur étude (i.e., choses que l'on peut faire, choses que l'on peut faire à un œuf, façon de s'exprimer, façon de se mouvoir), nous avons montré une diminution de la fluence d'action avec le vieillissement en utilisant une définition plus stricte de la fluence d'action (i.e., le nombre de choses qu'un individu pouvait faire ; voir Piatt et al., 1999a). A notre connaissance, un effet délétère du vieillissement sur le nombre de mots produits pour la fluence d'action, telle que strictement définie par Piatt et al. (1999a) n'avait pas été

décrit dans la littérature. Comme nous l'avions prédit, la fluence d'action était liée aux fonctions exécutives chez l'individu âgé et même de façon plus précise à la flexibilité. La capacité à alterner entre deux types de stimuli (i.e., les lettres et les chiffres au sein du TMT) prédirait donc le nombre de mots produits par les adultes âgés en fluence d'action. Le lien entre la fluence d'action et les fonctions exécutives (Piatt et al., 1999a), et plus précisément avec la flexibilité avait été décrit dans la littérature (Woods et al., 2005). De plus, le nombre de mots produits en fluence d'action par les participants âgés était corrélé au nombre d'alternances, indicateur exécutif, et non à la taille des regroupements. Aucun de nos indicateurs ne prédisait le nombre de verbes d'action produits par les adultes jeunes. Nous notons toutefois que notre expérience avait pour limite de ne pas inclure d'évaluation de la mémoire de travail, un facteur qui dans l'étude de Kemper et Sumner (2001), prédisait la performance de jeunes adultes en fluence littérale et sémantique. De futures expériences pourront étudier le potentiel rôle de la mémoire de travail sur le nombre de mots produits en fluence d'action.

Nous montrons, par ailleurs, que, pour un temps de trois minutes, un moins grand nombre de mots produits lors des tâches de fluence sémantique et littérale par les adultes âgés que par les adultes jeunes. Pour la fluence sémantique, de nombreuses études ont montré une diminution de la performance au cours du vieillissement pour un temps d'une minute (e.g., Troyer et al., 1998, Kemper & Sumner, 2001 ; Meinzer et al., 2009). Pour un temps de production de cinq minutes, Tournier et al., (2011) relevait un nombre de mots produits en fluence sémantique par les participants âgés équivalent à celui des participants jeunes. Nos résultats sont donc cohérents avec les études utilisant un temps d'une minute mais pas avec les études utilisant un temps de production de

cinq minutes. Pour la tâche de fluence littérale, nous avons également montré que pour un temps de trois minutes, les participants âgés produisaient un moins grand nombre de mots que les participants jeunes. La plupart des études ne relevaient pas de différence significative entre jeunes et âgés sur cette fluence avec un temps de production inférieur ou égal à deux minutes (Hughes & Bryan, 2002, Kemper & Sumner, 2001, Mathuranath et al., 2003 ; Meinzer et al., 2009, Troyer et al., 1998). Les résultats de notre expérience semblaient donc indiquer que pour, la fluence littérale, une diminution du nombre de mots se produirait au-delà de deux minutes chez l'adulte âgé. L'effet délétère du temps sur le nombre de mots produits, que nous montrons dans cette étude, nous apparait cohérent avec l'hypothèse d'un effet de l'âge sur la production lors de la tâche de fluence littérale pour des temps supérieurs à deux minutes. Afin d'examiner plus précisément le décours temporel de la production, nous avons découpé la production en périodes de 30 secondes. Pour les fluences d'action, sémantique et littérale davantage de mots étaient produits lors de la première période de production (0-30 secondes) que lors des périodes suivantes. Nous relevions, également, un plus grand nombre de mots produits lors de la deuxième période que lors des périodes suivantes et ce uniquement pour la tâche de fluence littérale. Ce décours temporel spécifique à la fluence littérale pourrait expliquer l'absence d'effet du vieillissement décrit dans la littérature en fluence littérale pour un temps de production d'une minute (e.g., Troyer et al., 1998, Kemper & Sumner, 2001, Mathuranath et al., 2003 ; Meinzer et al., 2009). Nos données semblaient indiquer que l'impact de l'âge sur la production lors d'une tâche de fluence littérale se produirait au-delà de la première minute. En revanche, pour la fluence sémantique, plus de mots étaient produits lors de la quatrième période que lors de la cinquième période par les adultes âgés uniquement et plus de

mots étaient produits lors de la cinquième période que lors de la sixième période chez les adultes jeunes uniquement. Une première diminution dans la production lors de la fluence sémantique était commune aux deux groupes d'âge alors qu'une deuxième diminution était plus précoce chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes. Ce décalage temporel de cette deuxième période de diminution pourrait expliquer l'absence de différence entre adultes âgés et adultes jeunes montrée pour des temps plus longs (e.g., Tournier et al., 2011). Au niveau des prédicteurs du nombre de mots produits, nous avons validé notre hypothèse d'un lien entre les fluences sémantique et littérale et la vitesse de traitement chez les participants âgés, répliquant les résultats de Kemper et Sumner (2001).

Au niveau qualitatif, nous avons montré que les participants âgés produisaient des regroupements de plus grande taille que les participants jeunes lors de la fluence sémantique. Cet effet n'était pas modifié par le décours temporel de la production. Nous validons, également, l'hypothèse d'un moins grand nombre d'alternances produites par les participants âgés que par les participants jeunes pour les fluences d'action et littérale. Cet effet était modulé par le décours temporel de la production et était expliqué par une diminution entre la deuxième et la troisième période de temps, présente uniquement chez les participants jeunes. Ainsi, la diminution du nombre d'alternances serait plus progressive chez les adultes jeunes que chez les adultes âgés en fluence d'action. Nous validons notre hypothèse d'un plus grand nombre de répétitions chez les participants âgés que chez les participants jeunes. Les pourcentages de répétitions étaient néanmoins très faibles, ce qui corrobore ce qui avait été exposé par Ramage et al. (1999) sur la marginalité des persévérations récurrentes lors de tâche

de fluence sémantique et littérale. Nous répliquons les résultats obtenus par McDowd et al. (2011) qui avait exposé un moins grand nombre de répétitions chez les adultes jeunes que chez les adultes âgés en fluence sémantique et littérale ainsi que dans leur adaptation de la tâche de fluence d'action. Nous montrons un effet du type de fluence sur le nombre de répétitions produites par les participants. Davantage de répétitions étaient commises lors des tâches de fluence littérale et d'action que lors de la tâche de fluence sémantique. Cet effet n'était pas exposé par McDowd et al. (2011) qui n'avaient pas présentés d'analyses du nombre de répétitions en fonction du type de fluence. Azuma (2004) ne montrait pas d'effet du type de fluence sur le taux de répétitions de participants jeunes lors de tâche de fluence sémantique et littérale. Un apport de notre expérience est donc de montrer qu'en dépit de sa marginalité, le nombre de répétitions distingue bien les adultes jeunes des adultes âgés et diffère en fonction du type de fluence verbale.

En conclusion, la fluence d'action serait, contrairement aux fluences sémantique et littérale, liée au fonctionnement exécutif des adultes âgés. Cette tâche n'est pourtant, en dépit de normes publiées pour une population d'adultes âgés (Piatt et al., 2004) que peu utilisée en pratique clinique. Elle ne fait par ailleurs pas partie de l'évaluation exécutive de référence pour la langue française (Godefroy & Grefex, 2004) et n'est pas incluse dans la revue de la littérature sur les tâches de fluence verbale (Gierski & Ergis, 2004). L'apport de notre expérience est de montrer que la tâche de fluence d'action est sensible au vieillissement cognitif, ce qui paraît en accord avec l'hypothèse exécutive du vieillissement cognitif (Taconnat & Lemaire, 2013). Nous montrons un lien significatif avec la flexibilité telle qu'évaluée par le TMT, ce que corrobore la

corrélation entre le nombre de mots produits et le nombre d'alternances pour cette fluence. Elle ne semble pas impliquer la mise en place de stratégies compensatoires telles qu'observées lors de la fluence sémantique, et semble de surcroît sensible aux effets du vieillissement normal dès les périodes de production initiales contrairement à la fluence littérale. Ces effets modulateurs et stratégiques du temps de production pourraient être enrichis dans des protocoles visant à évaluer les effets de la consigne temporelle chez des adultes jeunes et âgés. Un apport complémentaire de cette expérience est de montrer qu'avec un temps de production plus long que ce qui est exposé dans la littérature les adultes âgés produisaient moins de mots que les adultes jeunes. Ainsi, la prise en compte des aspects temporels nous semble importante pour l'interprétation des effets du vieillissement sur les fluences verbales. Pour aller plus loin, nous pouvons nous demander dans quelle mesure la production, lors de la première minute de fluence, diffère selon le temps donné explicitement au participant pour produire le plus grand nombre de mots possible. La nature davantage exécutive de la fluence d'action pourrait être appuyée par des études avec des participants dont la pathologie neurologique ou neurodégénérative entraîne une atteinte exécutive.

2.1.2 Expérience 2 : effets de la contrainte temporelle sur la production lors de tâches de fluence verbale chez des adultes jeunes et âgés

2.1.2.1 Introduction

De nombreuses études suggèrent que la fluence sémantique serait impactée par le vieillissement cognitif normal (e.g., Elgamal et al., 2011 ; Kemper & Sumner, 2001 ; Mathuranath et al., 2003 ; Meinzer et al., 2009 ; Troyer et al., 1998). Mathuranath et al. (2003) ont montré que le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence sémantique diminuait à partir de 55 ans. Elgamal et al. (2011) ont montré que ce profil de diminution du nombre de mots produits était commun à différentes catégories sémantiques. Brickman et al. (2015) ont complété cette conclusion en indiquant que la diminution du nombre de mots lors de la tâche de fluence sémantique se produirait dès 30 ans. Baciú et al. (2016) ont précisé que certaines catégories discriminaient davantage les adultes jeunes et les adultes âgés : les catégories animaux et sports discriminant davantage les adultes jeunes et les adultes âgés que les catégories vêtements et légumes. Cette meilleure discrimination pourrait être interprétée à la lumière de la dynamicité inhérente aux catégories proposées. Ainsi, la production d'items issus des catégories les plus dynamiques (e.g., animaux et sports) semble plus impactée par le vieillissement que la production d'items issus de catégories statiques (e.g., vêtements et légumes). Néanmoins, cet affaiblissement de la fluence sémantique serait visible uniquement sur des temps plutôt courts (i.e., une minute). Sur des temps de production plus longs, et pour cette fluence uniquement, la différence de nombre total de mots produits entre adultes âgés et adultes jeunes avait tendance à diminuer,

voire à disparaître (e.g., deux minutes chez Zimmerman, Parente, Joannette & Fonseca, 2014 et cinq minutes chez Tournier, Mathey & Postal, 2011). Nous avons montré par ailleurs que la fluence littérale, qui est décrite dans la littérature comme ne discriminant pas la production des adultes jeunes de celle d'adultes âgés sur des temps courts (Hughes & Bryan, 2002, Kemper & Sumner, 2001, Mathuranath et al., 2003 ; Meinzer et al., 2009, Troyer et al., 1998), tend à discriminer les deux groupes d'âges pour des temps allongés (trois minutes pour l'Expérience 1). Cependant, ces accroissements et apparitions des effets de l'âge sur le nombre de mots produits n'ont pas toujours été observés et seuls les indicateurs qualitatifs (i.e., regroupements et alternances) montraient une organisation temporelle différente en fonction de l'âge chez Sauzéon et al. (2011). Si les effets du temps de production semblent importants pour la fluence sémantique et la fluence littérale, les effets d'un temps allongé n'ont, à notre connaissance, pas été étudiés lors de la tâche de fluence d'action (Piatt et al., 1999a). Lors d'une tâche de fluence d'action en trois minutes, nous avons montré un nombre de mots produits inférieur chez des participants âgés par rapport à des participants jeunes (Expérience 1).

Les études antérieures n'indiquent pas toutes si le temps de production était explicitement donné aux participants lors des consignes relatives aux tâches de fluence verbale. Ainsi, certains auteurs précisent dans leur procédure le temps de production sans indication claire de ce qui était dit aux participants (e.g., Meinzer et al., 2009 ; Henry & Phillips, 2006 ; Phillips, 1996 ; Troyer, Moscovitch & Winocur, 1997 ; Brickman et al., 2005 ; Mathuranath et al., 2003). D'autres auteurs ont présenté de façon plus détaillée ce qui était demandé aux participants au niveau de la borne

temporelle (e.g., Sauzéon et al., 2011 ; Kemper & Sumner, 2001 ; Elgamal, Roy & Sharrat, 2011). Or, nous supposons que la connaissance par les participants du temps alloué pour produire le plus grand nombre de mots dans une catégorie donnée influence le nombre de mots produits, en raison de stratégies possiblement mises en place pour s'adapter aux temps de production. Un effet de la consigne sur des tâches de fluence sémantique et littérale a récemment été décrit par Scheuringer, Wittig et Pletzer (2017) au sein d'une population d'adulte jeune. Les consignes, dans cette étude, n'étaient pas différenciées au niveau temporel mais accentuaient les stratégies à mettre en place afin d'organiser la production. Une première consigne accentuait une stratégie de regroupements, tandis qu'une seconde consigne accentuait les stratégies d'alternance. Les résultats montraient un nombre de mots produits plus élevé lors de la fluence littérale lorsque la consigne accentuait une stratégie d'alternance plutôt que de regroupement. Il n'y avait pas d'effet de la consigne sur le nombre de mots produits en fluence sémantique. Cette étude indique donc l'importance de ce qui est dit aux participants lors des consignes de tâches de fluence verbale.

A notre connaissance, l'effet de la consigne temporelle (temps donné pour la production) sur la production quantitative (i.e., nombre de mots produits) et qualitative (i.e., taille des regroupements, nombre d'alternances et nombre de répétition) de la production n'a jamais été décrit dans la littérature. Nous pensons cependant que ce qui est clairement demandé aux participants, en termes de borne temporelle, pourrait faire apparaître des effets stratégiques de la production. Ces effets stratégiques pourraient être sensibles au vieillissement cognitif, en accord avec l'hypothèse exécutive du vieillissement cognitif (e.g., Taconnat & Lemaire, 2013). Nous proposons donc lors de

cette expérience, pour des tâches de fluence d'action, sémantique et littérale évaluées chez des participants jeunes et âgés, de faire varier la consigne en fonction du temps alloué à la production. Dans une perspective comparative, seule la première minute de production sera analysée pour deux consignes temporelles différentes : une production en une minute et une production en trois minutes. Nous formulons l'hypothèse d'une diminution du nombre de mots produits lors de tâches de fluence verbale chez les adultes âgés comparativement aux adultes jeunes. De plus, nous prédisons un effet de la consigne temporelle, avec un nombre de mots produits en une minute plus important lorsque le temps alloué sera d'une minute plutôt que de trois minutes. Cet effet devrait être plus important chez les participants âgés que chez les participants jeunes. Au niveau des indicateurs qualitatifs de la performance, nous formulons l'hypothèse d'une taille des regroupements supérieure, d'un moins grand nombre d'alternances et de plus nombreuses répétitions chez les participants âgés. La taille des regroupements devrait être plus importante pour la tâche de fluence sémantique que pour les tâches de fluence littérale et d'action. Le nombre d'alternance sera plus important pour la fluence littérale et d'action que pour la fluence sémantique. Le nombre d'alternances devrait être plus important pour une consigne d'une minute plutôt que de trois.

2.1.2.2 Méthode

2.1.2.2.1 Participants

Quarante participants jeunes (Moy = 24,2 ans), dont 30 femmes, et 40 participants âgés, dont 27 femmes, (Moy = 67 ans) ont été inclus à l'expérience. Les participants jeunes ont été recrutés à l'Université de Bordeaux et les participants âgés sélectionnés majoritairement au sein de l'Université du Temps Libre. Les autres participants âgés étaient recrutés au sein de la communauté. Les participants étaient tous de langue maternelle française et ne se déclaraient pas atteints de troubles neurologiques et/ou de la vigilance. Les participants âgés étaient évalués cognitivement à l'aide du MMSE (Folstein, M.F., Folstein, S.E., & McHugh, 1975) avec un seuil d'inclusion à 26 afin de ne pas inclure dans cette expérience d'individu présentant un risque de vieillissement pathologique. Ce score correspond au dixième centile chez les adultes âgés de 70 à 74 ans pour un niveau certificat d'études (Lechevallier-Michel et al., 2004). Les deux groupes de participants ne différaient pas en termes de nombre d'années d'études. Les participants âgés avaient un score de vocabulaire supérieur à celui des adultes jeunes. Les caractéristiques des participants sont présentées dans le Tableau 3.

Tableau 3. *Caractéristiques des participants jeunes et âgés de l'Expérience 2.*

	Participants jeunes	Participants âgés	P value
Effectif	40	40	-
Age	24.2 (\pm 5.52)	66.95 (\pm 4.5)	-
MMSE	-	28.93 (\pm 1.1)	-
Mill-Hill	34.43 (\pm 4.02)	39.03 (\pm 2.56)	<.001
Années d'étude	14.33 (\pm 1.53)	14.6 (\pm 3.32)	.64

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. MMSE = Mini Mental State Examination.

2.1.2.2.2 Procédure et matériel

Les participants ont été reçus individuellement dans une pièce calme. Après une explication du déroulé de l'évaluation, un formulaire de consentement éclairé leur était proposé. Les participants remplissaient dans un premier temps le questionnaire de vocabulaire du Mill-Hill (Deltour, 1998). Ensuite, et ce uniquement pour les adultes âgés, le MMSE, (Folstein et al., 1975) était proposé. Les participants étaient ensuite évalués sur les trois tâches de fluence présentées dans un ordre randomisé. L'ensemble de la procédure durait environ une demi-heure. Deux consignes étaient possibles pour les tâches de fluence : la moitié des participants avait reçu pour consigne de produire le plus grand nombre possible de mots en une minute et l'autre moitié devait produire le plus grand nombre possible de mots en trois minutes. Chaque participant ne rencontrait qu'une seule des consignes temporelles. Les consignes étaient attribuées de façon randomisée. Seule la première minute de production a été traitée afin d'évaluer l'influence de la consigne temporelle sur la production en une minute.

Pour les tâches de fluence d'action, sémantique et littérale ainsi que pour le test de vocabulaire du Mill Hill, le matériel et la procédure étaient semblables à ceux de l'Expérience 1 (à l'exception de la consigne temporelle pour les tâches de fluence).

2.1.2.3 Résultats

Des analyses de variance (ANOVAs) avec l'âge (jeune/âgé) et la consigne (1 minute/3 minutes) en facteurs inter sujet et le type de fluence (action/sémantique/littérale) en facteur intra sujet ont été menées sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements, le nombre d'alternances et de répétitions. Des ANOVAs seront ensuite conduites séparément afin d'examiner plus précisément les données pour chaque type de fluence. Les nombres de mots produits, la taille des regroupements, le nombre d'alternances et de répétitions par type de fluence et pour chaque groupe est présenté sur l'Annexe C.

En raison d'un score de vocabulaire plus élevé chez les participants âgés, des analyses de covariance (ANCOVAs) ont été réalisées avec l'âge (jeune/âgé) et la consigne (1 minute/3 minutes) en facteurs inter sujet, le type de fluence (action/sémantique/littérale) en facteur intra sujet et le score au Mill-Hill en prédicteur continu sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements, le nombre d'alternances et le nombre de répétitions.

Des corrélations ont été calculées afin de déterminer parmi les indicateurs qualitatifs (i.e., taille des regroupements, nombre d'alternances et nombre de

répétitions), quels étaient les indicateurs liés au nombre de mots produits par chaque groupe de participants et pour chaque type de fluence.

2.1.2.3.1 Effets de l'âge, du type de fluence et de la consigne temporelle sur le nombre de mots produits

Le nombre moyen de mots produits selon le type de fluence, la consigne temporelle et le groupe d'âge est présenté sur la Figure 20. Les résultats de l'ANOVA indiquent que l'effet principal de l'âge n'était pas significatif, $F < 1$. L'effet principal du type de fluence était significatif, $F(1,76) = 50,65$; $p < .001$, $\eta^2p = .40$. Les comparaisons planifiées montraient que le nombre de mots produits lors de la fluence sémantique (Moy = 19,99) était plus important que lors de la fluence littérale (Moy = 14,59), $F(1,76) = 8,92$; $p < .001$. Le nombre de mots produits était plus grand durant la fluence d'action (Moy = 18,51) que durant la fluence littérale, $F(1,76) = 7,32$; $p < .001$. L'effet principal de la consigne n'était pas significatif, $F(1,76) = 1,66$; $p = .20$, $\eta^2p = .02$. Un effet d'interaction entre l'âge et la consigne était trouvé, $F(1,76) = 4,1$; $p = .05$, $\eta^2p = .05$, avec un nombre de mot produits en une minute plus important pour une consigne d'une minute (Moy = 18,58) que de trois minutes (Moy = 16,13) et ce uniquement chez les adultes âgés. L'interaction entre l'âge et le type de fluence n'était pas significatif, $F(2,152) = 2,33$; $p = .10$, $\eta^2p = .03$. L'effet d'interaction entre le type de fluence et la consigne n'était pas significatif, $F(2,152) = 1$; $p = .37$, $\eta^2p = .01$. L'effet d'interaction entre l'âge, le type de fluence et la consigne n'était pas significatif, $F < 1$.

D'un point de vue descriptif, nous observons que le nombre de mots produits lors des tâches de fluence verbale chez les adultes âgés semblait différer en fonction de la consigne temporelle. Nous avons donc décidé de mener les analyses indépendantes prévues pour chaque type de fluence. Ainsi, l'effet d'interaction entre le groupe d'âge et la consigne temporelle était relevé pour la fluence sémantique, $F(1,76)=4,83$; $p=.03$. Un nombre de mots produits en une minute supérieur pour une consigne d'une minute (Moy = 20,55) que de trois était retrouvé chez les adultes âgés (Moy = 17,40). L'effet d'interaction entre le groupe d'âge et la consigne temporelle était, également, relevé pour la fluence d'action, $F(1,76)=4,38$; $p=.04$. Cet effet n'était pas présent pour la fluence littérale, $F<1$.

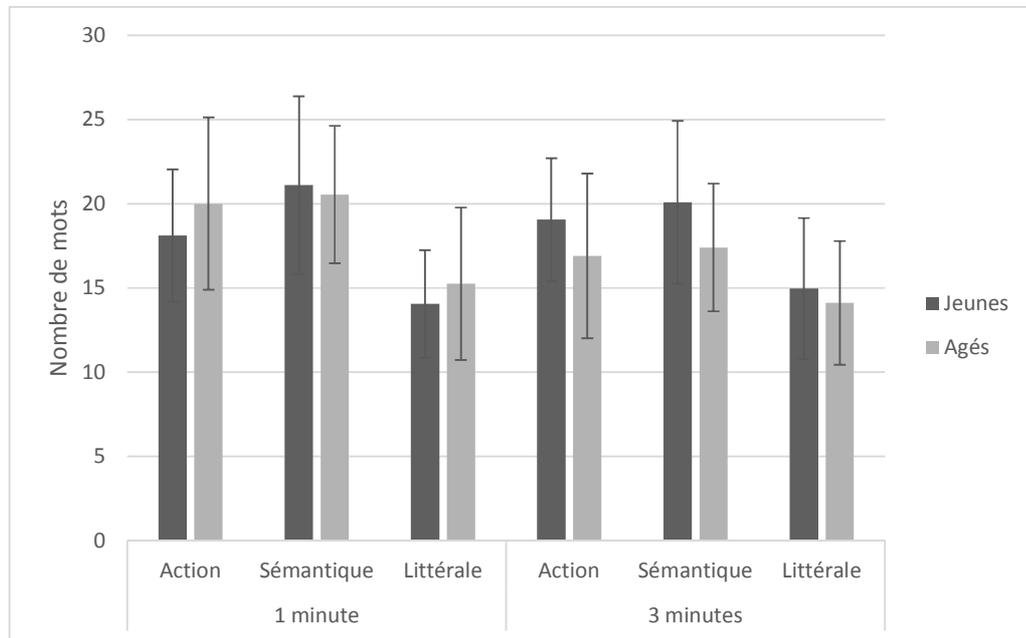


Figure 20. Nombre moyen de mots produits par type de fluence et par consigne pour chaque groupe d'âge pour les participants de l'Expérience 2.

Les résultats de l'ANCOVA avec le vocabulaire en covariant ne retrouvaient pas l'effet d'interaction de l'âge et de la consigne, $F < 1$. L'effet principal du type de fluence était maintenu $F(2,152) = 49,83$; $p < .001$, $\eta^2 p = .39$. L'effet principal de l'âge n'était pas significatif, $F(1,76) = 1,09$; $p = .30$, $\eta^2 p = .01$. L'effet principal de la consigne n'était pas significatif, $F(1,76) = 1,36$; $p = .25$, $\eta^2 p = .02$. L'effet d'interaction entre le type de fluence et le groupe était tendanciel, $F(2,152) = 2,45$; $p = .09$, $\eta^2 p = .03$. L'effet d'interaction entre le type de fluence et la consigne n'était pas significatif, $F(2,152) = 1,12$; $p = .33$, $\eta^2 p = .02$, ainsi que l'effet d'interaction entre nos trois facteurs, $F < 1$.

2.1.2.3.2 Corrélations entre les indicateurs qualitatifs et le nombre de mots produits

Un tableau présentant l'ensemble des corrélations est présenté dans l'Annexe D.

Fluence d'action

Pour une consigne d'une minute, le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence d'action était fortement corrélé au nombre d'alternances au sein des deux groupes d'âge ($r = .81$ pour les adultes jeunes et $r = .61$ pour les adultes âgés ; $p < .05$). Si chez l'adulte âgé, pour cette fluence et avec cette consigne, le nombre d'alternances était inversement corrélé à la taille des regroupements ($r = -.50$; $p < .05$), aucune relation n'existait entre regroupements et alternances chez les participants jeunes.

Pour une consigne de trois minutes, le nombre total de mots correctement produits durant la fluence d'action n'était corrélé ni à la taille des regroupements, ni au nombre d'alternances chez les participants jeunes. Néanmoins, dans ce groupe d'âge, une corrélation négative entre la taille des regroupements et le nombre d'alternances était relevée, $r = -.62$, $p < .05$). Chez les participants âgés, pour cette consigne et pour la fluence d'action, le nombre de mots produits n'était corrélé qu'au nombre d'alternances ($r = .78$, $p < .05$).

Fluence sémantique

Pour une consigne d'une minute, le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence sémantique était corrélé positivement à la taille des regroupements ($r = .45$, $p < .05$) et au nombre d'alternances chez les participants jeunes ($r = .45$, $p < .05$). Ces deux derniers indicateurs étaient corrélés négativement entre eux ($r = -.53$, $p < .05$). En revanche, chez les participants âgés, le nombre total de mots corrects produits était corrélé uniquement à la taille des regroupements ($r = .45$, $p < .05$), elle-même corrélée négativement au nombre d'alternances ($r = -.81$, $p < .05$).

Pour une consigne de trois minutes, le nombre de mots produits par les participants jeunes se révélait corrélé au nombre d'alternances ($r = .48$, $p < .05$), lui-même corrélé négativement à la taille des regroupements ($r = -.69$, $p < .05$). Chez les âgés, dans les mêmes conditions, le nombre de mots produits n'apparaissait lié à aucun des deux indicateurs. Ces deux indicateurs qualitatifs apparaissaient, pour ce groupe d'âge, néanmoins liés entre eux ($r = -.74$, $p < .05$).

Fluence littérale

Pour une consigne d'une minute, le nombre de mots produits lors de la fluence littérale était corrélé fortement au nombre d'alternances à la fois dans le groupe de participants âgés ($r=.91$; $p<.05$) ainsi que dans le groupe de participants jeunes ($r=.87$; $p<.05$). Une corrélation négative avec la taille des regroupements n'était relevée que chez les participants âgés ($r= -.55$; $p<.05$). Dans les deux groupes d'âges, regroupements et alternances étaient négativement corrélés ($r= -.71$ chez les âgés et $r= -.60$ chez les jeunes ; $p<.05$).

Pour une consigne de trois minutes, le nombre de mots produits lors de la fluence littérale se montrait corrélé au nombre d'alternances tant chez les participants jeunes ($r=.87$, $p<.05$) que chez les participants âgés ($r=.86$, $p<.05$). Les deux indicateurs étaient corrélés négativement dans le groupe d'adultes jeunes ($r= -.64$, $p<.05$). Aucune corrélation n'était retrouvée entre les deux indicateurs dans le groupe d'adultes âgés.

2.1.2.3.3 Effets de l'âge et de la consigne sur la taille moyenne des regroupements

La taille moyenne des regroupements par groupe d'âge, pour chaque consigne temporelle et par type de fluence est présentée sur la Figure 21. Les résultats de l'ANOVA montraient un effet principal de l'âge non significatif, $F<1$. Un effet principal du type de fluence était trouvé, $F(2,152)=4,28$; $p=.02$, $\eta^2p=.05$. Les

comparaisons planifiées montraient que les regroupements étaient de plus grande taille pour la fluence sémantique (Moy = 1,33) que pour la fluence littérale (Moy = 0,38), $F(1,77) = 8,93$; $p < .001$. La différence entre la taille des regroupements pour la fluence sémantique et la fluence d'action (Moy = 1,15) n'était pas significative, $F < 1$. Les effets de la consigne, d'interaction entre le type de fluence et l'âge, entre le type de fluence et la consigne ainsi qu'entre ces trois facteurs n'étaient pas significatifs, $F_s < 1$.

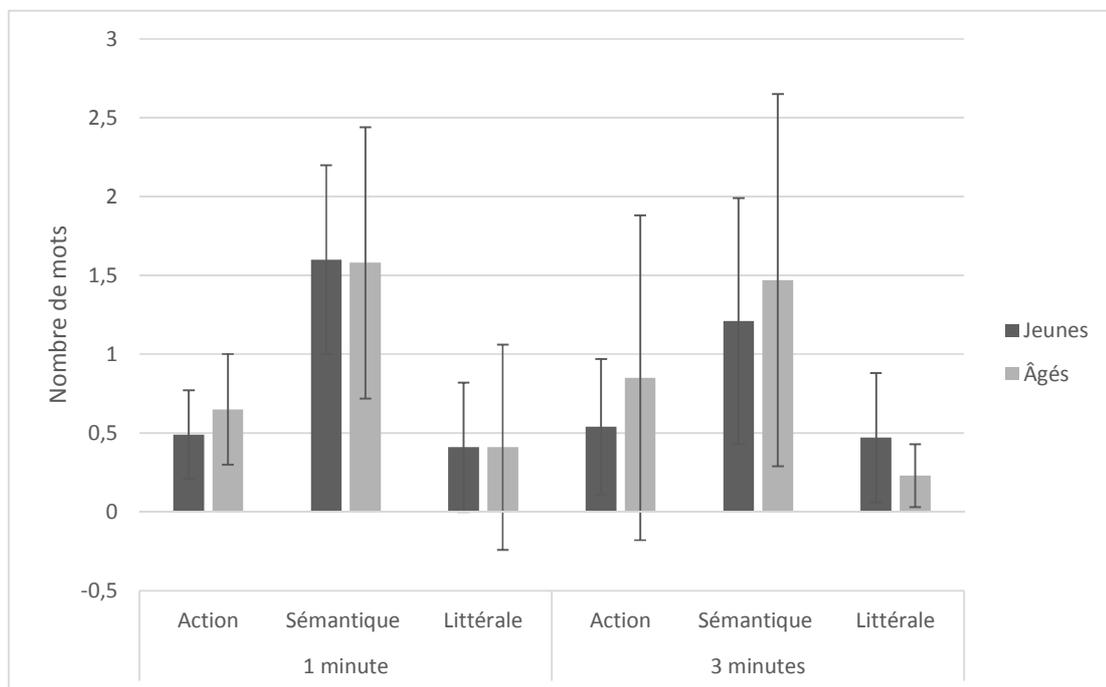


Figure 21. Taille moyenne des regroupements (en nombre de mots) par type de fluence et par consigne pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 2.

Lorsque le score au Mill Hill était placé en covariant, l'effet du type de fluence était toujours présent, $F(2,152)=4,34$; $p=.01$, $\eta^2p=.03$. Les effets principaux de l'âge et de la consigne n'étaient pas significatifs, $F(1,76) = 1,07$; $p=.30$ et $F(1,76) = 2,17$; $p=.15$. Les effets d'interaction simple entre l'âge et la consigne, l'âge et le type de

fluence, le type de fluence et la consigne n'étaient pas significatifs, $F_s < 1$. L'effet d'interaction double entre nos trois facteurs n'était pas significatif, $F < 1$.

Les stratégies dominantes de regroupement par participant en fluence d'action ont été déterminées. Étaient distingués la stratégie de regroupements sémantiques, la stratégie de regroupements orthographique/phonémique, les stratégies mixtes (mêlant stratégie sémantique et orthographique/phonémique). Un dernier groupe de participants semblait ne pas avoir adopté de stratégie particulière. Les stratégies de regroupements employées par chaque groupe sont présentées sur la Figure 22.

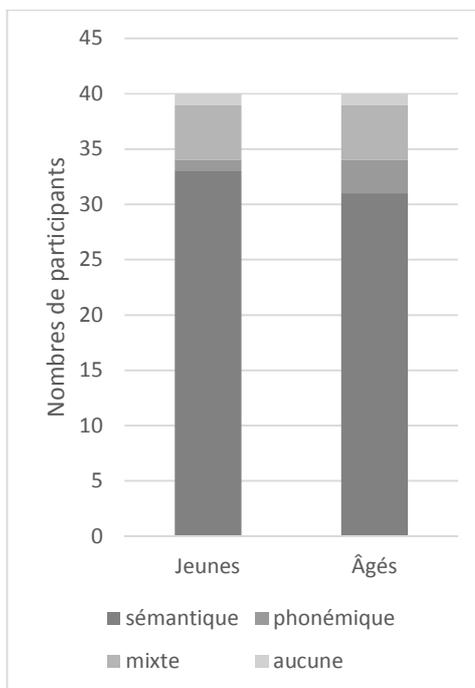


Figure 22. Type de regroupements relevés en fluence d'action chez les participants de l'Expérience 2.

2.1.2.3.4 Effets de l'âge et de la consigne sur le nombre d'alternances

Le nombre d'alternances par groupe d'âge, consigne et type de fluence sont présentés sur la Figure 23. Les résultats de l'ANOVA ne montraient pas d'effet significatif de l'âge, $F(1,76) = 2,33$; $p=.13$, $\eta^2p=.03$. Un effet principal du type de fluence était relevé, $F(2,152)=15,71$; $p<.001$, $\eta^2p=.17$. Davantage d'alternances étaient produites lors de la tâche de fluence littérale (Moy = 10,33) et d'action (Moy =11,15) plutôt que sémantique (Moy = 8,4), $F(1,77) = 5,20$; $p<.001$ et $F(1,77) = 4,29$; $p<.001$ respectivement. Un effet d'interaction entre l'âge et le type de fluence était également trouvé, $F(2,152)=5,68$; $p=.004$, $\eta^2p=.07$. Cet effet, était expliqué par un nombre plus important d'alternances durant la fluence d'action (Moy = 11,7) que durant la fluence littérale (Moy = 9,8) chez les participants jeunes uniquement, $F(1,77)=6,43$; $p=.01$. L'effet de la consigne, d'interaction entre l'âge et la consigne, entre le type de fluence et la consigne et entre nos trois facteurs n'étaient pas significatifs, $F_s<1$.

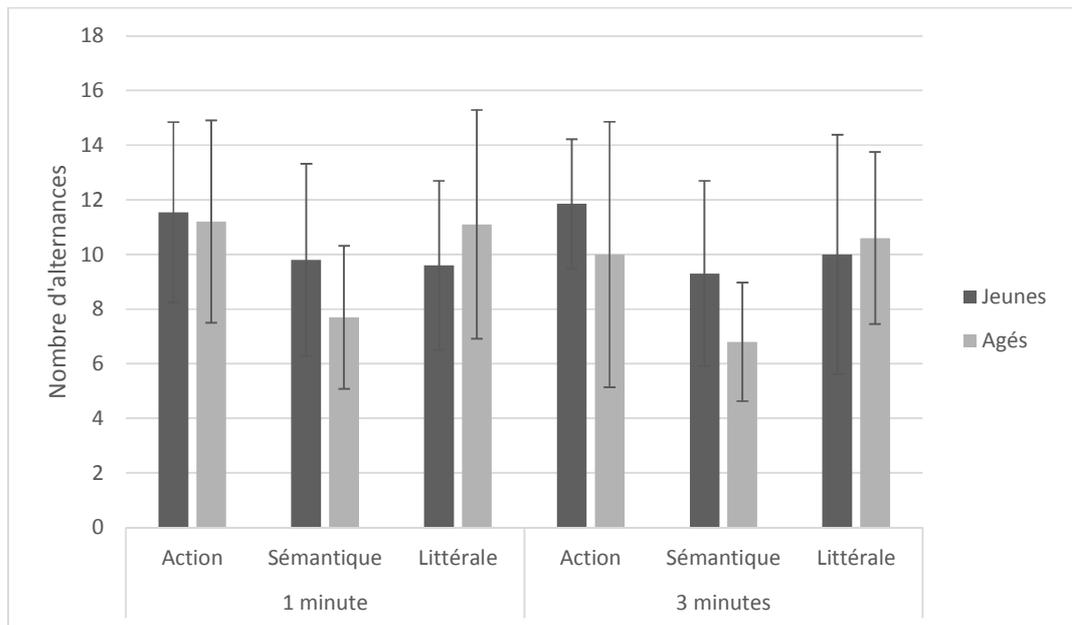


Figure 23. Nombre d'alternances par type de fluence et par consigne pour chaque groupe d'âge dans l'Expérience 2.

Lorsque le score au Mill-Hill était placé en covariant, l'effet principal de l'âge était significatif, $F(1,76) = 4,77$; $p=.03$, $\eta^2p=.06$. Les participants jeunes produisaient davantage d'alternances (Moy = 10,63) que les participants âgés (Moy = 9,28) L'effet d'interaction entre l'âge et le type de fluence était significatif, $F(2,152) = 3,39$; $p=.04$, $\eta^2p=.04$. Les effets principaux du type de fluence et de la consigne, d'interaction entre le type de fluence et la consigne, entre l'âge et la consigne et entre nos trois facteurs n'étaient pas significatifs, $F_s < 1$.

2.1.2.3.5 Effets de l'âge et de la consigne sur le nombre de répétitions

Le nombre de répétitions pour chaque groupe d'âge, par consigne et par type de fluence est présenté la Figure 24. Les résultats de l'ANOVA montraient un effet principal de l'âge, $F(1,76)=3,99$; $p=.05$, $\eta^2p=.04$. Cet effet était dû à un nombre plus important de répétitions chez les participants âgés (Moy = 0,32) plutôt que jeunes (Moy = 0,17). Un effet du type de fluence a également été relevé, $F(2,152)=5,85$; $p=.003$, $\eta^2p=.07$. Davantage de répétitions étaient commises lors de la tâche de fluence d'action (Moy = 0,42) que lors des tâches de fluence sémantique (Moy = 0,14) et littérale (Moy = 0,18). L'effet de la consigne n'était pas significatif, $F<1$. Les effets d'interaction entre l'âge et la consigne, entre l'âge et le type de fluence et entre la consigne et le type de fluence n'étaient pas significatifs, $F_s<1$.

Quand le vocabulaire était placé en covariant, les effets principaux de l'âge, de la consigne et du type de fluence n'étaient pas significatifs, $F<1$, $F(1,76) = 1,28$; $p=.26$ et $F<1$. Les effets d'interaction simple entre l'âge et la consigne, l'âge et le type de fluence, la consigne et le type de fluence n'étaient pas significatifs, $F(1,76) = 1,24$; $p=.27$, $F(2,152) = 1,45$; $p=.24$ et $F(2,152) = 2,31$; $p=.10$. L'effet d'interaction entre nos trois facteurs n'était pas significatif, $F<1$.

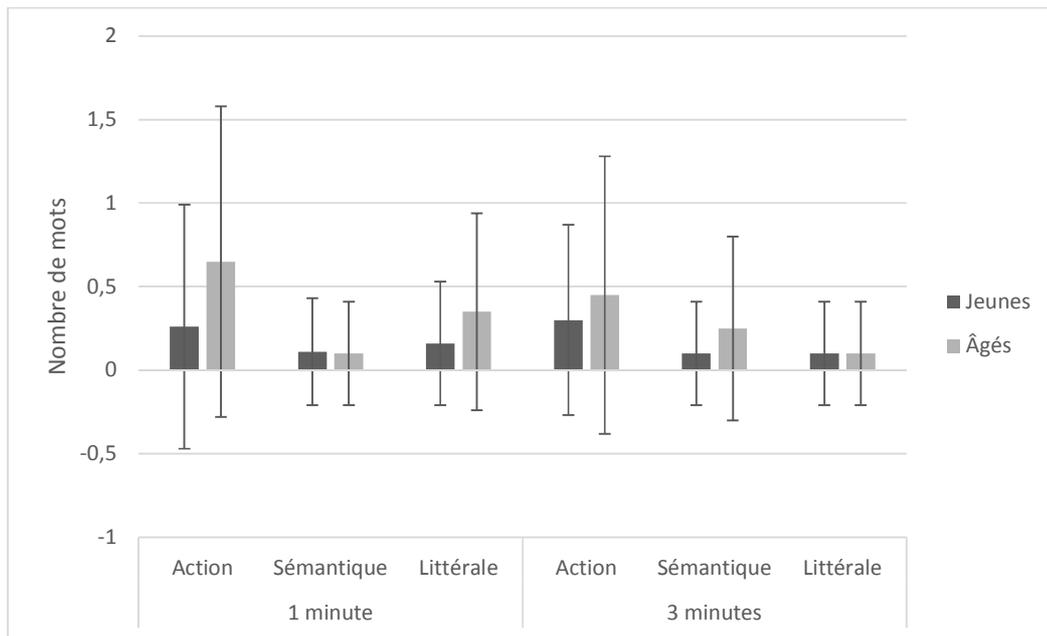


Figure 24. Nombre de répétitions par type de fluence et par consigne pour les deux groupes d'âge dans l'Expérience 2.

2.1.2.4 Discussion

L'objectif de cette expérience était de montrer que la consigne temporelle donnée aux participants lors de tâches de fluence d'action avait un impact sur la production. Nous avons donc comparé la première minute de production pour une consigne d'une minute et pour une consigne de trois minutes. Nous avons montré un effet d'interaction entre l'âge et la consigne temporelle sur le nombre de mots produits lors des tâches de fluence d'action et sémantique. Nous avons également montré que les adultes âgés alternaient moins et produisaient plus de répétitions que les adultes jeunes. Nos résultats indiquaient, également, un effet du type de fluence. Nous discuterons ces effets à la lumière des stratégies pouvant être mises en place lors des tâches de fluence verbale.

Dans cette expérience, un plus grand nombre de mots était produit en une minute pour une consigne d'une minute plutôt que pour une consigne de trois minutes, chez les participants âgés mais pas chez les participants jeunes. Il semblerait que les adultes âgés prennent davantage en compte la contrainte temporelle pour ajuster leur production que les adultes jeunes. Cette prise en compte de la contrainte temporelle apparaît pour les fluences sémantique et d'action, mais pas pour la fluence littérale. Dans cette étude, et contrairement à ce qui avait été prédit et observé lors de l'Expérience 1, nous n'avons pas obtenu de différence entre le nombre de mots produits des adultes jeunes et des adultes âgés en fluence verbale, y compris lorsque le niveau de vocabulaire était contrôlé statistiquement. De plus, l'effet d'interaction entre l'âge et la contrainte temporelle disparaissait lorsque le niveau de vocabulaire était contrôlé. Les adultes âgés reposeraient davantage leur performance, lorsque le temps est court, sur des stratégies sémantiques en lien avec leur niveau de vocabulaire que les adultes jeunes.

Au niveau des indicateurs qualitatifs de la performance, nous n'avons pas obtenu d'effet de l'âge sur la taille des regroupements lors des trois tâches de fluence verbale. McDowd et al. (2011) ont montré des regroupements de plus grande taille chez les participants jeunes que chez les participants âgés lors de tâche de fluence littérale et lors de leur adaptation de la tâche de fluence d'action, pour un temps de production de trois minutes. Dans notre étude, le temps de production limité à une minute ne permettrait pas la mise en place d'une stratégie sémantique basée sur les regroupements. Les adultes jeunes de notre étude produisaient davantage d'alternances que les adultes âgés, même lorsque le vocabulaire était placé en covariant. Le nombre

plus important d'alternances ne permettait pas aux adultes jeunes de produire davantage de mots corrects que les adultes âgés, en dépit d'une corrélation plus importante entre le nombre de mots produits et les alternances chez les participants jeunes que chez les participants âgés. Comme nous l'avions prédit, le nombre d'alternances était plus important pour les fluences littérale et d'action que pour la fluence sémantique. Cet effet était également modifié par l'âge des participants, seuls les participants âgés alternaient davantage durant la tâche de fluence d'action que durant la tâche de fluence littérale. Nous montrons, de plus que l'adaptation des adultes âgés à la consigne temporelle semblait, dans notre expérience, ne pas reposer sur une augmentation de la taille des regroupements ou du nombre d'alternance. Nous validons notre hypothèse d'un plus grand nombre de répétitions chez les participants âgés que chez les participants jeunes. Nous répliquons, donc, les résultats de McDowd et al. (2011) qui avaient exposé un moins grand nombre de répétitions chez les adultes jeunes que chez les adultes âgés en fluence sémantique et littérale ainsi que dans leur adaptation de la tâche de fluence d'action. Néanmoins, dans notre expérience, cet effet disparaissait lorsque le score de vocabulaire au Mill Hill (Deltour, 1998) était placé en covariant. Ce résultat impliquerait que plus le niveau de vocabulaire était élevé, plus les répétitions étaient nombreuses. Les pourcentages de répétitions étaient de nouveau (voir Expérience 1) très faibles, ce qui corrobore ce qui avait été exposé par Ramage et al. (1999) sur le faible nombre de persévérations récurrentes commises lors de tâche de fluence sémantique et littérale.

Nous montrons, de plus, des effets du type de fluence sur la plupart de nos indicateurs. Au niveau quantitatif, nous validons notre hypothèse d'un plus grand

nombre de mots produits en fluence sémantique qu'en fluence littérale (voir aussi Brickman et al., 2005). Un des apports de notre expérience est de montrer que la fluence d'action entraîne, sur une période d'une minute, un plus grand nombre de mots produits que la fluence littérale. La recherche dans le stock lexical guidée par la catégorie grammaticale serait donc plus simple que celle guidée par la première lettre des mots. Nous avons montré, de surcroît, que les participants jeunes et âgés de cette expérience utilisaient majoritairement des stratégies sémantiques pour organiser la production lors de la tâche de fluence d'action. Il est donc probable que, davantage que la catégorie grammaticale du verbe, les traits sémantiques des différents concepts relatifs à l'action (qui seraient majoritairement, mais non uniquement, des verbes) permettent leur activation au sein du lexique mental. L'effet du type de fluence sur le nombre de mots produits n'était pas différent en fonction de l'âge des participants ou du type de consigne donné. Au niveau des indicateurs qualitatifs, nous validons l'hypothèse de regroupements de plus grande taille pour la fluence sémantique que pour la fluence littérale. Nous montrons également que la taille des regroupements ne différait pas significativement entre la fluence d'action et la fluence sémantique. Ce résultat était cohérent avec la stratégie d'organisation sémantique relevée chez la grande majorité des participants de cette expérience. La fluence d'action serait donc assez proche de la fluence sémantique sur de nombreux indicateurs. Les verbes seraient donc, au niveau conceptuel, organisé à un niveau sémantique dans le lexique mental.

L'apport principal de cette expérience est de montrer que ce qui est dit dans la consigne des fluences verbales peut influencer le nombre de mots produits par les adultes âgés, mais pas par les adultes jeunes. Plus précisément, cette expérience est la

première à montrer que les individus âgés produisent plus de mots en une minute lorsque la consigne indique un temps court plutôt qu'un temps long. Afin de davantage comprendre les effets différentiels de la contrainte temporelle donnée en consigne chez les adultes jeunes et les adultes âgés, de futures expériences pourraient inclure une condition d'incertitude temporelle où aucune indication du temps disponible à la production ne serait donnée aux participants. L'effet stratégique d'adaptation à la contrainte temporelle pourrait également enrichir la connaissance de pathologies liées au vieillissement, telles que les maladies neurodégénératives où un ralentissement cognitif et des déficits de mise en place de stratégies sont observés.

D'un point de vue clinique, l'apport principal de cette expérience est l'identification de stratégies différentes de production en fonction de la consigne temporelle donnée pour les épreuves de fluence verbale. Dans la pratique clinique, il est fréquent que les temps de production et les consignes données pour ces épreuves varient sans prise en compte des effets de ces variations, rendant complexes les comparaisons entre les différents tests. D'un point de vue fondamental, cette expérience indique que l'organisation qualitative des mots produits pour la fluence d'action était proche de l'organisation des mots produits pour la fluence sémantique. Les concepts liés à l'action (majoritairement des verbes) seraient donc organisés dans le lexique mental davantage en fonction de leurs traits sémantiques communs qu'en fonction de leur nature grammaticale. De futures expériences permettront, à travers des tâches d'associations entre différentes catégories grammaticales, d'enrichir la compréhension de l'organisation des concepts liés à l'action dans le lexique mental.

2.1.3 Expérience 3 : Effets médiateurs de la mémoire de travail sur la performance lors de tâches de fluence d'action chez des adultes jeunes et âgés

2.1.3.1 Introduction

La mémoire de travail est un système cognitif permettant le stockage temporaire des informations nécessaires à la tâche en cours. Baddeley (1986) a proposé un modèle de la mémoire de travail comprenant deux systèmes esclaves permettant un stockage temporaire de l'information en fonction de la modalité de présentation de cette information : le calepin visuo-spatial pour les informations visuelles et la boucle phonologique pour les informations auditivo-verbales. Ces deux systèmes seraient relativement passifs, ne permettant que le stockage de l'information et non sa manipulation. Un troisième composant, l'administrateur central, composant amodal, contrôlerait ces deux systèmes esclaves et permettrait la manipulation de l'information à court-terme. Baddeley (2001) a ajouté un composant supplémentaire à son modèle de la mémoire de travail : le buffer épisodique. Ce composant serait responsable de la réactivation des concepts stockés dans les registres mnésiques à long termes lorsqu'ils sont temporairement nécessaires pour la tâche en cours. La réactivation de concepts stockés en mémoire à long-terme peut être évaluée à l'aide de tâche de fluence verbale, tâche durant lesquels les participants doivent activer les concepts stockés en mémoire sémantique afin de les produire selon un critère donné (i.e., critère d'appartenance sémantique pour la fluence sémantique et critère orthographique/phonémique pour la fluence littérale).

Kemper et Sumner (2001) ont montré une influence de la mémoire de travail sur les performances d'adultes jeunes et d'adultes âgés lors de tâches de fluence littérale et

sémantique. Cependant, cette influence ne s'exprimait pas de la même façon au sein des deux groupes d'âge. Chez l'adulte âgé, la mémoire de travail était directement liée à la vitesse de traitement qui était le principal déterminant du nombre de mots produits pour les fluences sémantique et littérale. Chez l'adulte jeune, la mémoire de travail n'était liée ni à la vitesse de traitement chez l'adulte jeune, ni au nombre de mots produits lors des deux tâches de fluence. Plus récemment, Unsworth et al. (2011) ont montré que la mémoire de travail était liée au nombre de mots produits durant des tâches de fluence (sémantique et littérale confondues) chez l'adulte jeune (de 18 à 35 ans). Dans cette étude, la mémoire de travail était le déterminant principal de la fluence devant le vocabulaire et la vitesse de traitement et l'inhibition. La mémoire de travail était également liée aux indicateurs qualitatifs (i.e., taille des regroupements et nombre d'alternances). Le vocabulaire n'avait d'effet que sur la taille des regroupements et la vitesse de traitement n'influaient que sur le nombre d'alternance. L'inhibition ne semblait liée à aucun de ces indicateurs.

La tâche la plus couramment utilisée pour mesurer la mémoire de travail, sur le plan auditivo-verbal, est la tâche d'empan de chiffres (Richardson, 2007). Lors d'une tâche d'empan de chiffres, le participant doit, dans un premier temps, répéter après et dans le même ordre que l'expérimentateur des séries de chiffres de taille croissante. Dans un second temps, le participant doit répéter dans l'ordre inverse des séries de tailles croissantes données à voix haute par l'expérimentateur. Ainsi, sont mesurées les tailles d'empan endroit et envers (i.e, nombres de chiffres dans la dernière série réussie). Le fait de disposer d'un empan de chiffres important semble favoriser la fluence sémantique dans l'étude de Rosen & Engle (1997). Dans cette étude, des

adultes jeunes étaient évalués sur une tâche de fluence sémantique, avec la catégorie animaux, sur une durée longue (10 à 15 minutes) ainsi que sur leurs capacités de maintien de l'information en mémoire de travail. Ainsi, les participants disposant d'un empan mnésique élevé (évalué par une tâche d'empan d'opération) produisaient significativement plus de noms d'animaux que ceux disposant d'un empan mnésique faible. La différence était visible dès la première minute de production et s'accroissait au fur et à mesure du temps. De plus, les participants avec un empan mnésique élevé produisaient des regroupements de plus grande taille que les participants avec un empan faible ainsi que moins d'alternances (par déduction, dans la mesure où seul le nombre de regroupements était analysé dans l'étude et que le nombre d'alternances correspond au nombre de regroupements moins un selon la méthode de calcul proposée par Troyer et al., 1997). L'influence de la mémoire de travail sur le nombre de mots produits a été également montrée lors d'une tâche de fluence sémantique par Stolwyk, Bannirchelvam, Kraan et Simpson (2015) chez des participants jeunes, mais pas chez des adultes âgés. Aucune influence de la mémoire de travail n'a été montrée par ces auteurs pour la fluence littérale.

A notre connaissance, les liens entre la mémoire de travail et la fluence d'action n'ont pas été étudiés dans la littérature. Or ces liens permettraient de comprendre ce qu'évalue la fluence d'action, et donc d'identifier les processus liés à l'activation des concepts relatifs à l'action dans le lexique mental. Piatt et al. (1999a) ont montré un lien modéré entre la fluence d'action (i.e., produire le plus grand nombre de verbes d'action en un temps donné) et les fonctions exécutives. Dans cette étude, des

participants étaient évalués dans un ensemble de tâches de langage, de mémoire et de fonctions exécutives. La mémoire de travail n'était pas évaluée dans cette étude.

Lors de l'Expérience 1, la fluence sémantique était partiellement dépendante de la vitesse de traitement chez l'adulte âgé et davantage du vocabulaire et de la capacité à alterner chez l'adulte jeune. La fluence littérale dépendait également de la vitesse de traitement chez l'individu âgé. Néanmoins, l'Expérience 1 ne permettait pas de retrouver, parmi le vocabulaire, la vitesse de traitement, la flexibilité et l'inhibition, de facteurs influençant significativement le nombre de mots produits en fluence d'action par des adultes âgés de moins de 30 ans.

Nous proposons donc dans l'Expérience 3, de mettre en lien l'efficacité de la mémoire de travail d'adultes jeunes et d'adultes âgés et leurs performances quantitative (i.e., nombre de mots produits) et qualitative (i.e., taille des regroupements et nombre d'alternance) lors de tâche de fluence verbale (i.e., sémantique, littérale et d'action). Des analyses de régression permettront de déterminer le poids de la mémoire de travail sur le nombre de mots produits en fluence verbale. Nous proposerons le calcul d'un indice de mémoire de travail tel que proposé par Weschler et al. (2008). Dans un second temps, nous comparerons au sein de chaque groupe d'âge, à l'instar de ce qui a été fait par Rosen et Engle (1997), les performances, lors des tâches de fluences verbales, d'individus disposant d'un bon niveau de mémoire de travail aux performances des individus disposant d'un moins bon niveau de mémoire de travail. Nous proposerons lors de cette expérience un découpage temporel des deux minutes de production pour les tâches de fluence verbale, par période de 30 secondes (e.g., Sauzéon et al., 2011).

Notre hypothèse centrale est celle d'un effet du niveau de mémoire de travail sur le nombre de mots produits en fluence d'action. Cet effet sera davantage présent chez les participants jeunes que chez les participants âgés. De plus, au niveau quantitatif, le nombre de mots produits en fluence d'action devrait être plus élevé chez les adultes jeunes. Nous nous attendons à ce que le temps ait un effet significatif avec un nombre de mots produits supérieur lors des 30 premières secondes que lors des périodes suivantes. Le nombre de mots produits devrait être corrélé avec le nombre d'alternances dans nos deux groupes d'âge. Pour la fluence d'action, au niveau qualitatif, nous prévoyons que les adultes âgés produisent des regroupements de plus grande taille et moins d'alternances que les adultes jeunes. Pour cette fluence, nous nous attendons à ce que les individus avec un bon niveau de mémoire de travail produisent plus de mots corrects que les individus avec un moins bon niveau de mémoire de travail. Cette différence sera davantage présente chez les participants jeunes que les participants âgés de notre expérience.

Pour les fluences littérale et sémantique, au niveau quantitatif, les adultes âgés devraient produire moins de mots que les adultes jeunes. Nous nous attendons à ce que le temps ait un effet significatif avec un nombre de mots produits supérieurs lors des 30 premières secondes que lors des périodes suivantes. Cet effet devrait être davantage présent chez les participants âgés que chez les participants jeunes. Le nombre de mots produits en fluence littérale devrait être corrélé avec le nombre d'alternances dans nos deux groupes d'âge. Pour la fluence sémantique, le nombre de mots produits devrait être corrélé avec le nombre de regroupements et d'alternances au sein du groupe de participants âgés alors que seul le nombre de d'alternances sera corrélé avec le nombre

de mots produits dans le groupe de participants jeunes. Au niveau qualitatif, nous prévoyons que les adultes âgés produisent des regroupements de plus grande taille et alternent moins que les adultes jeunes tant pour la fluence littérale que pour la fluence sémantique. Nous faisons l'hypothèse que les participants disposant d'un bon niveau de mémoire de travail produiront plus de mots que les participants disposant d'un moins bon niveau de mémoire de travail.

2.1.3.2 Méthode

2.1.3.2.1 Participants

Vingt et un participants jeunes (Moy = 21,9 ans), dont 10 femmes, et 21 participants âgés (Moy = 68,7 ans), dont 14 femmes, ont été inclus à l'expérience. Les participants jeunes ont été recrutés à l'Université de Bordeaux et les participants âgés sélectionnés au sein de l'Université du Temps Libre. Les participants étaient tous de langue maternelle française et ne se déclaraient pas atteints de troubles neurologiques et/ou de la vigilance. Les participants âgés étaient évalués cognitivement à l'aide du MMSE avec un seuil d'inclusion à 26 afin de ne pas inclure dans cette expérience d'individu présentant un risque de vieillissement pathologique. Ce score correspond au dixième centile chez les adultes âgés de 70 à 74 ans pour un niveau certificat d'étude (Lechevallier-Michel et al., 2004). Les deux groupes de participants ne différaient pas en termes de nombre d'années d'étude. Les caractéristiques des participants sont présentées dans le Tableau 4.

Tableau 4. *Caractéristiques des participants de l'Expérience 3.*

	Participants jeunes	Participants âgés	P value
Effectif	21	21	-
Age	21.9 (\pm 1.55)	68.7 (\pm 6.43)	-
MMSE	-	28.4 (\pm 1.53)	-
Mill-Hill	35.9 (\pm 2.55)	39.9 (\pm 2.64)	<.001
Années d'étude	14.7 (\pm 0.85)	15.05 (\pm 1.75)	.44

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. MMSE = Mini Mental State Examination.

2.1.3.2.2 Procédure et matériel

Procédure générale

Les participants ont été reçus individuellement dans une pièce calme. Après une explication du déroulé de l'évaluation, un formulaire de consentement leur était proposé. Les participants remplissaient dans un premier temps le questionnaire de vocabulaire du Mill-Hill (Deltour, 1998). Ensuite, et ce uniquement pour les adultes âgés, le MMSE (Folstein et al., 1975) était administré. Les participants étaient ensuite évalués sur les trois tâches de fluence présentées dans un ordre randomisé. Les tâches de mémoire de travail étaient ensuite proposées dans l'ordre décrit infra. Le CSCT, test informatisé de la vitesse de traitement, était ensuite proposé aux participants. L'ensemble de la procédure durait environ une heure.

Fluences d'action, sémantique et littérale

En dehors du temps de production, porté ici à deux minutes, la procédure pour les fluences d'action, sémantique et littérale était identique à celle utilisée lors de l'Expérience 1.

Mémoire de travail

Deux tâches de mémoire de travail issues de l'échelle d'intelligence de Wechsler pour adultes 4ème version, ont été utilisées (Wechsler et al., 2008). Lors de la première tâche, le subtest Mémoire des chiffres, il était demandé au participant de répéter des séries de chiffres prononcées par l'expérimentateur, juste après ce dernier et dans le même ordre. La taille minimale des séries à répéter était de deux chiffres et la taille maximale possible était de neuf chiffres. Deux séries de chaque taille étaient proposées et l'évaluation continuait si au moins une des deux séries était correctement répétée. Lorsque les deux séries d'une même taille étaient échouées, l'évaluation prenait fin et la taille de la dernière série réussie était relevée. Cette taille correspondait à l'empan endroit. Toujours au sein du subtest Mémoire des chiffres, une seconde évaluation était proposée aux participants. L'expérimentateur donnait toujours des séries de chiffres de tailles croissantes (selon les mêmes règles d'arrêt que pour l'empan endroit) mais, cette fois, le participant devait répéter cette série dans l'ordre inverse (en commençant par le dernier chiffre prononcé par l'expérimentateur puis en

remontant jusqu'au premier chiffre qu'il avait produit). Cette mesure correspondait à la taille de l'empan envers. Enfin, la dernière partie de la Mémoire des chiffres correspondait à l'évaluation de l'empan dit croissant. Pour cette partie, le participant devait répéter les séries prononcées par l'expérimentateur (toujours selon les mêmes règles de progression et d'arrêt) en remplaçant les chiffres dans l'ordre croissant. Un second subtest évaluant la mémoire de travail était également utilisé. Pour ce subtest, Séquences Lettres-Chiffres, l'expérimentateur prononçait à voix haute une série de lettres et de chiffres que le participant devait répéter en remplaçant les chiffres dans l'ordre croissant puis les lettres dans l'ordre alphabétique.

Ainsi, quatre scores d'empans étaient obtenus pour chaque participant. Les tailles d'empan de la mémoire des chiffres étaient additionnées. L'indice de mémoire de travail (IMT) était calculé selon les pondérations décrites par Weschler et al. (2011) avec la formule suivante : $IMT = 0.76 \text{ Mémoire des chiffres} + 0.70 \text{ Séquences Lettres-Chiffres}$.

CSCT et Mill-Hill

Pour ces deux tests, la procédure était semblable à celle présentée pour l'Expérience 1.

2.1.3.3 Résultats

Nous présenterons tout d'abord les résultats pour les tests de vocabulaire et de mémoire de travail. Nous présenterons ensuite les données pour chaque fluence séparément (i.e., d'action, littérale et sémantique).

Afin d'analyser les effets du temps sur la production lors des tâches de fluence, nous avons découpé la performance des participants en 4 périodes consécutives de 30 secondes (P1 à P4). Des analyses de variance (ANOVAs) avec l'âge en facteur inter sujet (jeune/âgé) et le temps (P1 à P4) en facteur intra sujet ont été menées sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements et le nombre d'alternances pour chaque fluence séparément.

De plus, pour chaque type de fluence des corrélations ont été réalisées afin de déterminer quel indicateur qualitatif (parmi la taille des regroupements et le nombre d'alternance) était le plus lié aux nombres de mots produits par chaque groupe de participants (voir Annexe E).

Une analyse de régression pas à pas a été menée pour chaque groupe d'âge afin de déterminer parmi les tests cognitifs de base, ceux qui influençaient le nombre de mots produits durant les tâches de fluence d'action, littérale et sémantique.

En raison d'un score de vocabulaire plus élevé chez les participants âgés de l'Expérience 3, des analyses de covariance (ANCOVAs) avec l'âge en facteur inter sujet (jeune/âgé) et le temps (P1 à P4) en facteur intra sujet ont été menées sur le

nombre de mots produits, la taille des regroupements et le nombre d'alternances pour chaque type de fluence Les résultats des ANCOVAs sont présentés dans l'Annexe F.

Afin d'étudier l'influence du niveau de mémoire de travail sur la production durant les tâches de fluence, les participants ont été répartis en deux catégories : « à bon niveau de mémoire de travail » et « à moins bon niveau de mémoire de travail » en ne considérant que les scores d'IMT inférieurs à 0,5 écart-type par rapport à la moyenne de la classe d'âge pour les moins bon niveau de mémoire de travail et les scores supérieurs à 0,5 écart type par rapport à la moyenne de la classe d'âge pour les bon niveau de mémoire de travail . Ainsi, seuls les résultats de 9 participants jeunes (dont 5 dans la catégorie « bon niveau de mémoire de travail ») et 15 participants âgés (dont 7 dans la catégorie « bon niveau de mémoire de travail ») ont été analysés. Des ANOVAs avec l'âge et le niveau de mémoire de travail en facteurs intra-sujet ont été menées sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements et le nombre d'alternances pour chaque fluence.

2.1.3.3.1 Vocabulaire et mémoire de travail

Des t de student ont été calculés pour le niveau d'éducation ainsi que pour les résultats aux tâches de mémoire de travail, de vocabulaire et de vitesse de traitement des participants jeunes et âgés de l'Expérience 3. Les résultats moyens à ces tests sont présentés dans la Tableau 5. Il n'y avait pas de différence de niveau d'éducation entre les deux groupes d'âges, $t(1,40) = 0,79$; $p = .44$. En revanche, le niveau de vocabulaire évalué par le Mill-Hill différait entre les 2 groupes, $t(1,40) = 4,99$; $p < .001$, avec un score

plus élevé chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes. Le nombre de codes transcrits en 90 secondes était significativement plus élevé pour les adultes jeunes que pour les adultes âgés, $t(1,40) = -9,19$; $p < .001$. La taille de l'empan de chiffres endroit distinguait les deux groupes avec une taille d'empan plus élevée chez les participants jeunes que chez les participants âgés, $t(1,40) = -3,29$, $p = .002$. La taille de l'empan de chiffres envers différait de façon tendancielle entre les adultes jeunes et les adultes âgés, $t(1,40) = -1,99$; $p = .052$. Nous notons néanmoins une tendance à produire des empan envers de plus petite taille chez les participants âgés. La taille d'empan de chiffres croissant étaient également plus faible par rapport aux participants jeunes, $t(1,40) = -2,76$; $p = .009$. Pour les séquences lettres-chiffres, les adultes jeunes produisaient des séquences plus longues que les adultes âgés, $t(1,40) = -3,89$; $p < .001$.

Tableau 5. Résultats aux tests de mémoire et de vitesse de traitement des participants de l'Expérience 3.

	Participants jeunes	Participants âgés	Valeur du p
CSCT	59,62 (\pm 7,78)	39,14 (\pm 6,61)	<.001
Empan endroit	7,43 (\pm 1,03)	6,10 (\pm 1,55)	.002
Empan envers	5,38 (\pm 0,97)	4,67 (\pm 1,32)	.05
Empan croissant	6,19 (\pm 0,98)	5,38 (\pm 0,92)	.009
SLC	6,19 (\pm 1,17)	5 (\pm 0,77)	<.001
IMT	18,77 (\pm 2,06)	15,77 (\pm 2,57)	<.001

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. CSCT = Computerized Speed Cognitive Test. SLC = Séquence Lettres Chiffres. IMT = Indice de Mémoire de Travail.

2.1.3.3.2 Fluence d'action

Nombre de mots

Le nombre de mots produits par les participants jeunes et âgés pour chaque période de la fluence d'action est présenté sur la Figure 25. Les résultats de l'ANOVA ne montraient pas d'effet significatif de l'âge, $F < 1$. Un effet principal du temps était néanmoins relevé, $F(3,120) = 27,50$; $p < .001$, $\eta^2 p = .41$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution significative entre les 30 premières secondes (Moy = 8,88) et la période suivante (Moy = 6,45), $F(1,40) = 6,35$; $p < .001$. L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F < 1$.

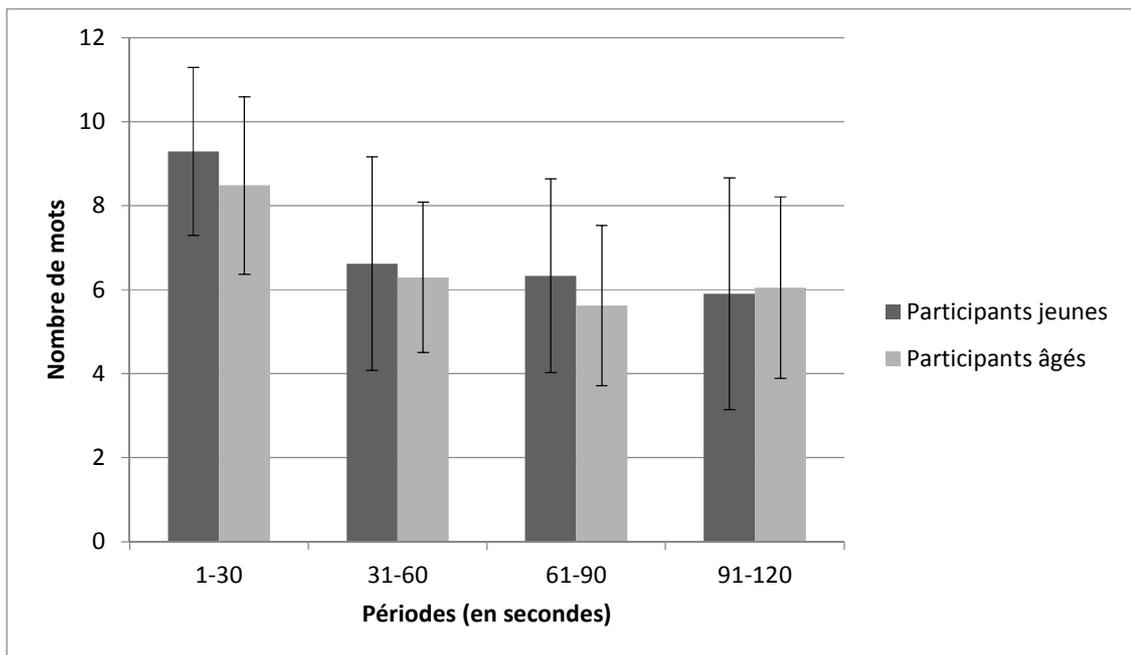


Figure 25. Nombre moyen de mots produits lors de la tâche de fluence d'action par groupe d'âge (jeunes/âgés) et période de temps (en secondes) dans l'Expérience 3.

Corrélations entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs et analyses de régression

Les corrélations réalisées (voir Annexe E) indiquaient que le nombre d’actions produites par les participants jeunes n’était lié à aucun des indicateurs qualitatifs alors qu’il était significativement lié au nombre d’alternances chez les individus âgés ($r=.48$, $p<.05$). Les résultats des analyses de régression sur le nombre de mots produits par type de fluence et par groupe d’âge sont présentés dans le Tableau 6.

Tableau 6. *Analyses de régression sur le nombre de mots produits par type de fluence et par groupe d’âge dans l’Expérience 3*

	Participants Jeunes			Participants Âgés		
	<i>Fluence d'action</i>	<i>Fluence Littérale</i>	<i>Fluence Sémantique</i>	<i>Fluence d'action</i>	<i>Fluence Littérale</i>	<i>Fluence Sémantique</i>
MILL-HILL	-	-	-	-	R ² m=.52; P=.02	-
CSCT	-	-	-	-	R ² m=.35; P=.004	-
EMPAN ENDROIT	-	-	-	R ² m=.30; P=.01	-	-
EMPAN ENVERS	-	-	-	-	-	-
EMPAN CROISSANT	-	-	-	-	-	-
SEQUENCE LETTRES/CHIFFRES	-	-	-	-	-	-

Note. CSCT = Computerized Speed Cognitive Test.

Taille des regroupements

La taille moyenne des regroupements produits par les participants jeunes et âgés pour chaque période de la fluence d'action est présentée sur la Figure 26. Les résultats de l'ANOVA montraient un effet significatif de l'âge, $F(1,40)=5.53$; $p=.02$; $\eta^2p=.12$. Les adultes âgés produisaient des regroupements de plus grande taille (Moy = 1,2) que les adultes jeunes (Moy = 0,58). L'effet du temps n'était néanmoins pas significatif, $F<1$. L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F<1$.

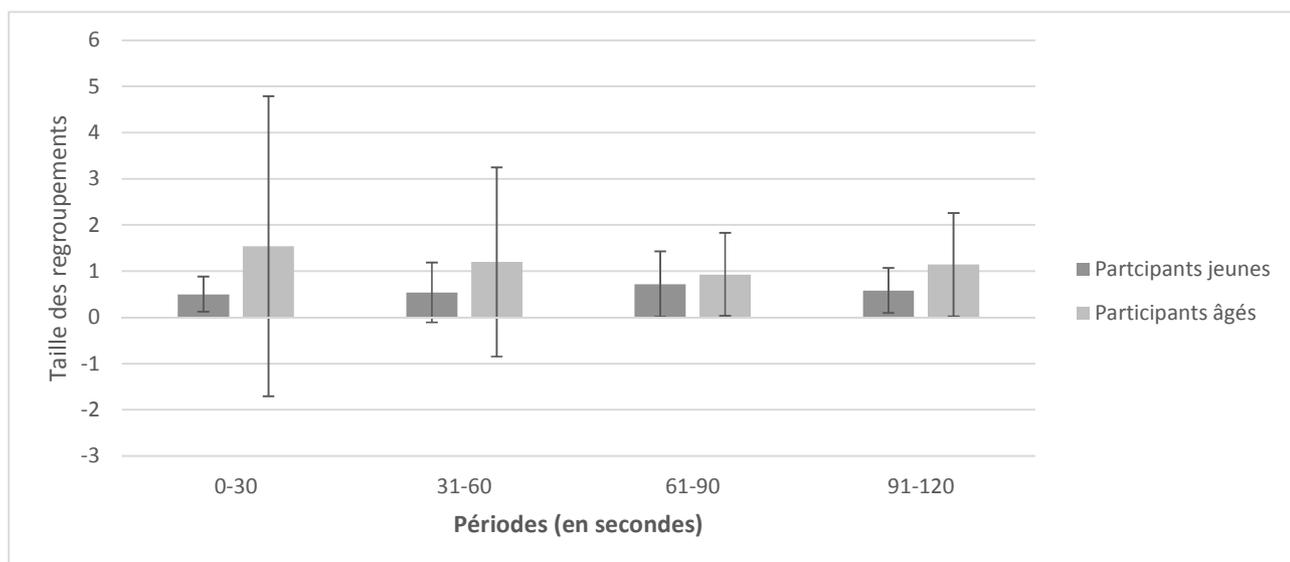


Figure 26. Taille moyenne des regroupements (en nombre de mots) lors de la tâche de fluence d'action par période (en secondes) et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 3.

Nombre d'alternances

Le nombre d'alternances pour chaque groupe d'âge et pour chaque période de la fluence d'action est présenté sur la Figure 27. Les résultats de l'ANOVA montraient un effet tendanciel de l'âge, $F(1,40)=3.76$; $p=.06$; $\eta^2p=.09$. Les adultes âgés alternaient moins entre les regroupements (Moy = 14,29) que les adultes jeunes (Moy = 17,38). L'effet principal du temps était significatif, $F(3,120)=13,20$; $p<.001$, $\eta^2p=.25$. Seule la première période (P1, 1-30 secondes, Moy = 5,12) et la suivante (P2, 31-60 secondes, Moy = 4,02) différaient significativement, dans le sens d'une diminution, lors des comparaisons planifiées, $F(1,40) = 2,79$: $p=.008$. L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F<1$.

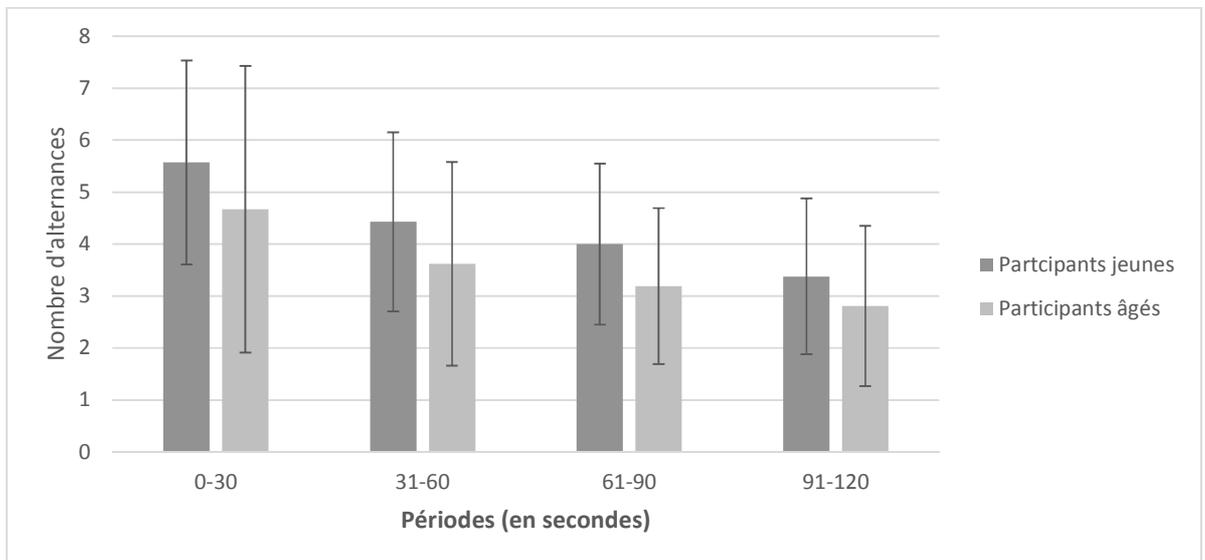


Figure 27. Nombre moyen d'alternances produits lors de la tâche de fluence d'action par période et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 3.

Effets du niveau de mémoire de travail

Le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence d'action en fonction de l'âge et du niveau de mémoire de travail est présenté sur la Figure 28. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre de mots produits avec l'âge (jeune/âgé) et le niveau de mémoire de travail (bon/moins bon) en facteurs intra-sujet ne montraient pas d'effet significatif de l'âge $F < 1$. Il n'y avait pas d'effet significatif du niveau de mémoire de travail, $F(1,18) = 3,08$; $p = .10$. En revanche, un effet d'interaction entre le niveau de mémoire de travail et de l'âge était relevé, $F(1,18) = 3,55$; $p = .05$, $\eta^2 p = .12$. Les comparaisons planifiées que les adultes âgés avec un bon niveau de mémoire de travail produisaient davantage de verbes d'action (Moy = 30,57) que ceux avec un moins bon niveau de mémoire de travail (Moy = 23), $F(1,18) = 7,09$; $p = .02$. Cette différence n'était pas significative entre les bons niveaux (Moy = 28) et les moins bons niveaux (Moy = 27,75) chez les participants jeunes, $F(1,18) = 0,01$; $p = .94$.

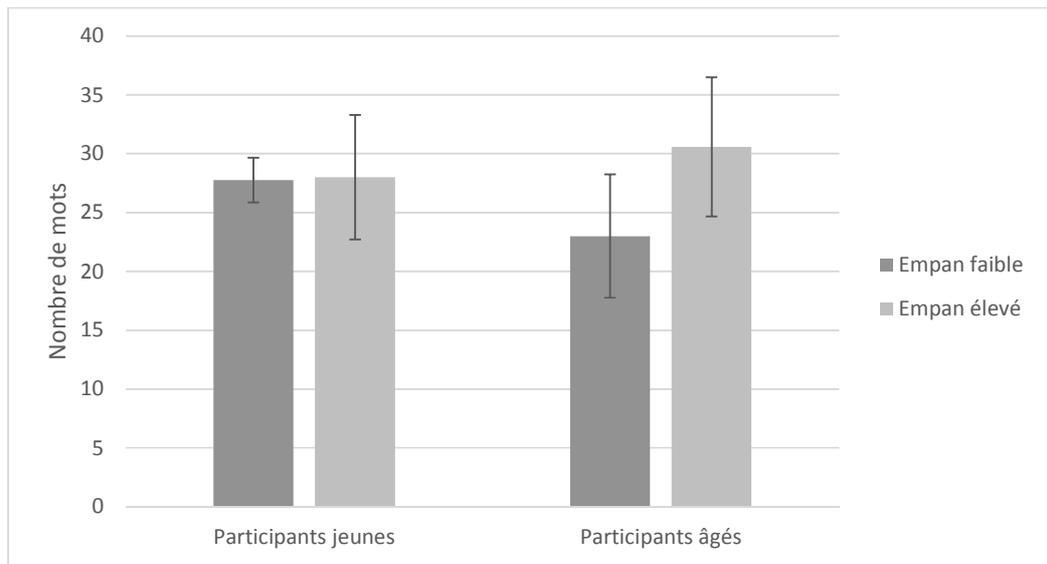


Figure 28. Nombre de mots produits pour la fluence d’action en fonction du groupe d’âge et du niveau d’empan par les participants de l’Expérience 3.

Les résultats de l’ANOVA sur la taille des regroupements avec l’âge (jeune/âgé) et le niveau de mémoire de travail (bon/moins bon) en facteurs intra-sujet ne montraient ni effet de l’âge, $F(1,18) = 2,56$; $p=.12$, ni effet du niveau de la mémoire de travail, $F<1$, ni interaction entre ces deux facteurs, $F<1$.

Les résultats de l’ANOVA sur le nombre d’alternances montraient un effet significatif de l’âge, $F(1,18)=4,99$; $p=.04$. $\eta^2p=.22$, avec un plus grand nombre d’alternances chez les participants jeunes (Moy = 19.5) que chez les participants âgés (Moy = 13,87). Il n’y avait pas d’effet du niveau d’empan, $F(1,18) = 1,61$; $p=.22$. Nos deux facteurs n’interagissaient pas, $F<1$.

2.1.3.3.3 Fluence Littérale

Nombre de mots

Le nombre de mots produits par les participants jeunes et âgés pour chaque période de la fluence littérale est présenté sur la Figure 29. Les résultats, de l'ANOVA montraient un effet de l'âge non significatif, $F(1,40)=1.12$; $p=.30$; $\eta^2p=.03$. L'effet du temps était significatif, $F(3,120)=60,18$; $p<.001$, $\eta^2p=.60$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution significative entre les 30 premières secondes (Moy = 8,45) et la période suivante (P2, 31- 60 secondes, Moy = 5,43), $F(1,40) = 12,13$; $p<.001$. L'effet d'interaction entre ces deux facteurs n'était pas significatif, $F<1$.

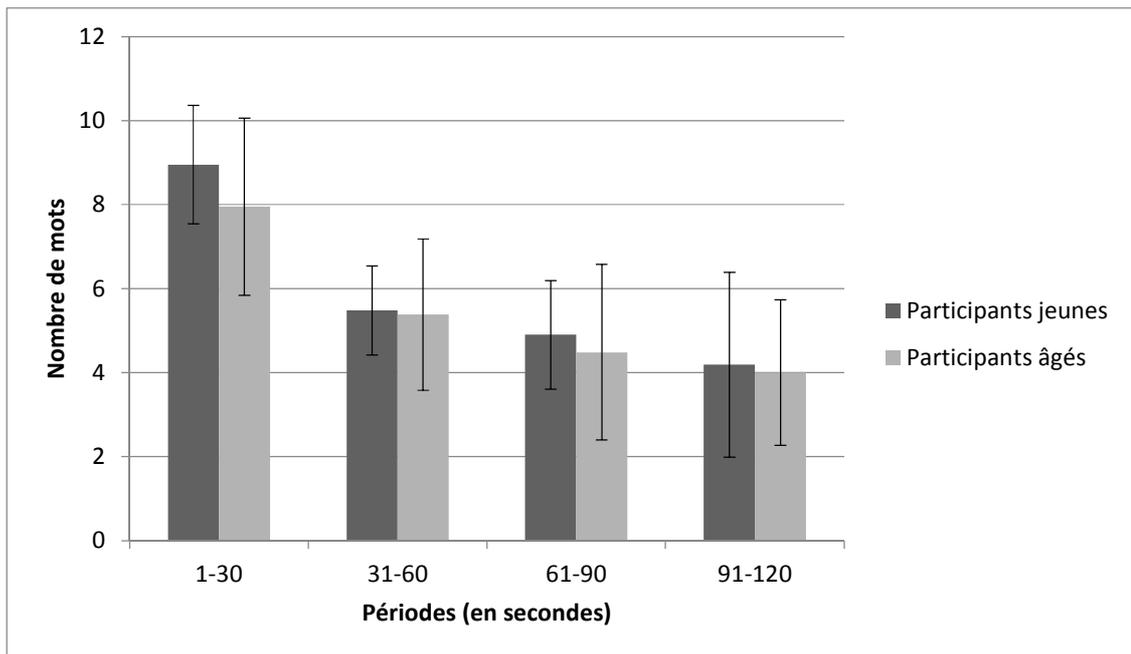


Figure29. Nombre moyen de mots produits lors de la tâche de fluence littérale par groupe d'âge (jeunes/âgés) et période de temps (en secondes) dans l'Expérience 3.

Corrélations entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs

Les analyses de corrélation (voir Annexe E) indiquaient que le nombre de mots commençant par la lettre P produit par les participants jeunes était lié au nombre d'alternances ($r=.61$, $p<.05$). Le même pattern de résultats était observé chez les participants âgés avec une corrélation plus forte ($r=.76$, $p<.05$).

Taille des regroupements

La taille moyenne des regroupements produits par les participants jeunes et âgés pour chaque période de la fluence littérale est présentée sur la Figure 30. Les résultats, de l'ANOVA montraient des effets de l'âge et du temps non significatifs, $F_s < 1$. L'interaction entre ces deux facteurs n'était pas non plus significative, $F(3,120) = 1.25$; $p=.30$.

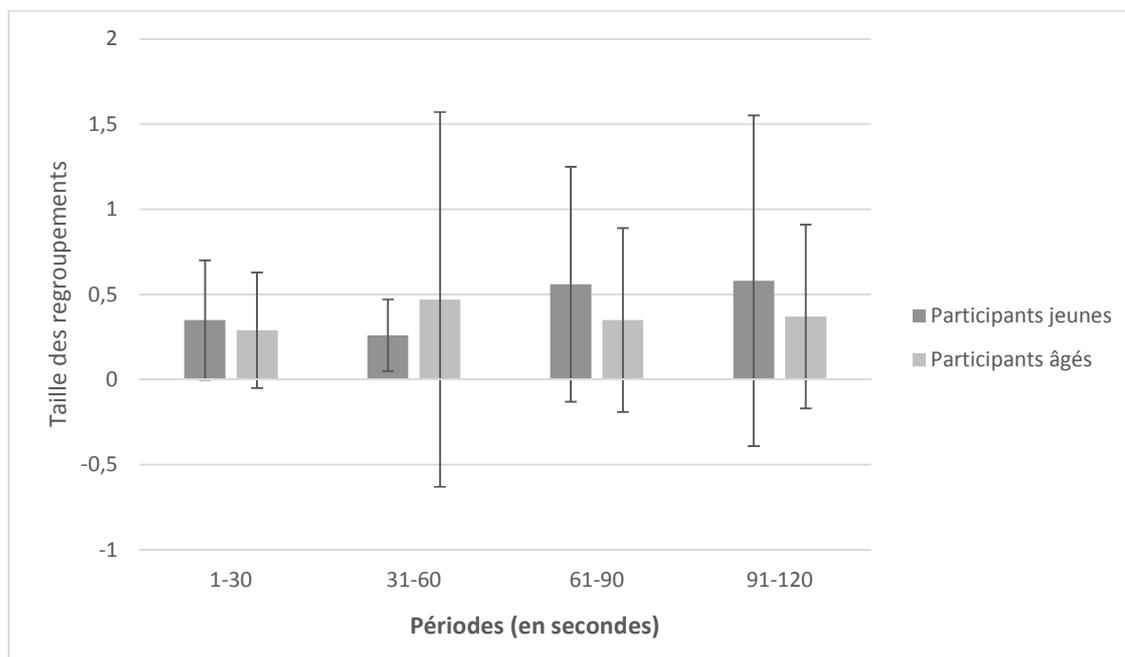


Figure 30. Taille moyenne des regroupements (en nombre de mots) lors de la tâche de fluence littérale par période (en secondes) et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 3.

Nombre d'alternances

Le nombre d'alternances pour chaque groupe d'âge et pour chaque période de la fluence littérale est présentée sur la Figure 31. Les résultats, de l'ANOVA montraient un effet de l'âge non significatif, $F < 1$. L'effet du temps était significatif, $F(3,120) = 27,02$; $p < .001$, $\eta^2 p = .40$. La première période (P1, 1- 30 secondes, Moy = 5,86) était supérieure à la suivante (P2, 31-60 secondes, Moy = 4,36) elle-même supérieure à la troisième (Moy = 3,5), tout comme la troisième à la quatrième (Moy = 2,74), $F(1,40) = 4,54$; $p < .001$, $F(1,40) = 2,39$; $p = .02$ et $F(1,40) = 2,06$; $p = .05$ respectivement. L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F < 1$.

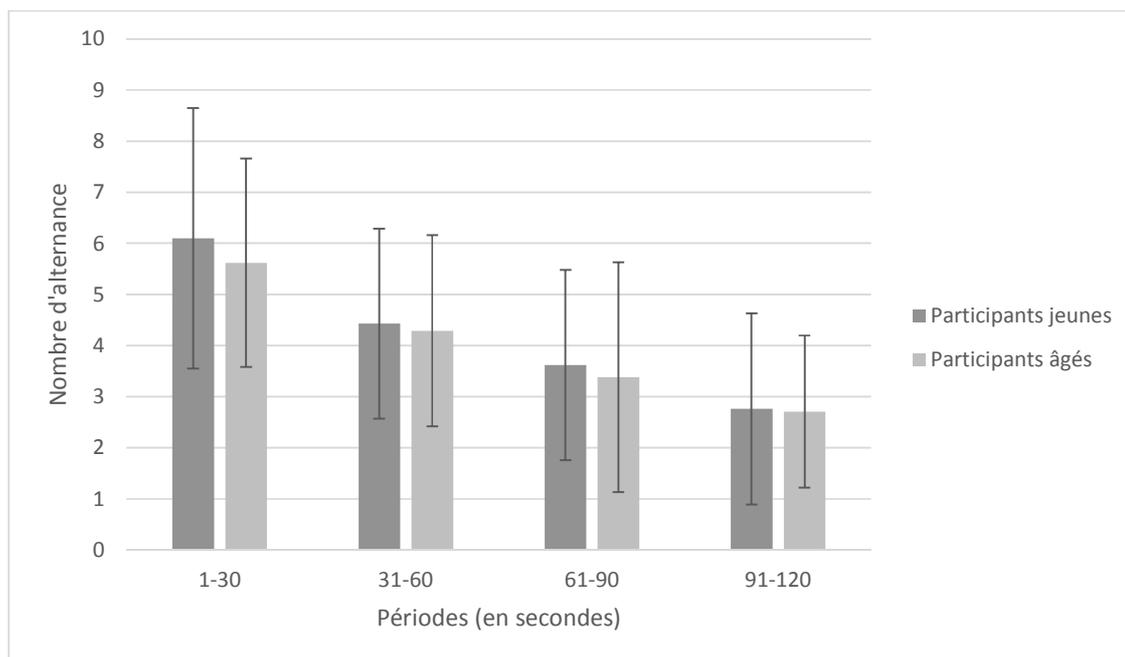


Figure 31. Nombre moyen d'alternances produits lors de la tâche de fluence littérale par période (en secondes) et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 3.

Effets du niveau de mémoire de travail

Le nombre de mots produits pour la fluence littérale en fonction de l'âge et du niveau d'empan est présenté sur la Figure 32. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre de mots produits avec l'âge (jeune/âgé) et le niveau de mémoire de travail (bon/moins bon) en facteurs intra-sujet ne montraient pas d'effet significatif de l'âge, $F(1,18)=3,09$; $p=.10$, $\eta^2p=.15$. L'effet du niveau de mémoire de travail était significatif, $F(1,18) = 6,13$; $p=.02$, $\eta^2p=.25$. Les participants disposant d'un bon niveau de mémoire de travail produisaient davantage de mots (Moy = 25,84) que ceux disposant d'un moins bon niveau de mémoire de travail (Moy = 20,54). L'effet d'interaction du niveau d'empan et de l'âge était significatif, $F(1,18)=4,55$; $p=.03$, $\eta^2p=.34$. Les comparaisons planifiées ne montraient pas de différence significative

entre les bons (Moy = 26,40) et moins bons (Moy = 23,75) niveaux de mémoire de travail chez les participants jeunes, $F < 1$. En revanche, les adultes âgés avec un bon niveau de mémoire de travail produisaient davantage de mots (Moy = 25,29) lors de la fluence littérale que ceux avec un moins bon niveau de mémoire de travail (Moy = 17,33), $F(1,18) = 8,46$; $p = .009$.

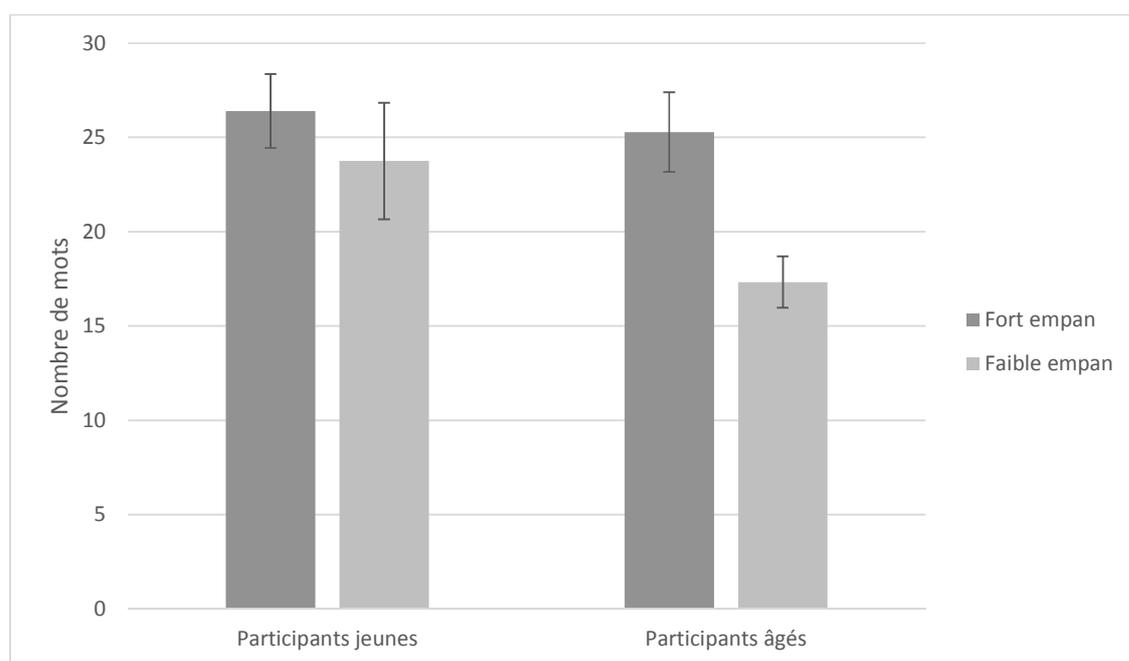


Figure 32. Nombre de mots produits pour la fluence littérale en fonction du groupe d'âge et du niveau d'empan par les participants de l'Expérience 3.

Les résultats de l'ANOVA sur la taille des regroupements ne montraient pas d'effet significatif de l'âge et du niveau de mémoire de travail, $F_s < 1$. L'interaction entre ces deux facteurs n'était pas significative, $F < 1$.

Les résultats de l'ANOVA sur le nombre d'alternances montraient un effet tendanciel de l'âge, $F(1,18) = 3,27$; $p = .09$. Les participants jeunes (Moy = 19,55) produisaient davantage d'alternances que les participants âgés (Moy = 15,25). L'effet

du niveau de mémoire de travail était tendanciel, $F(1,18) = 4,08$; $p=.06$. Les participants disposant d'un bon niveau de mémoire de travail (Moy = 19,80) alternaient davantage que les participants disposant d'un moins bon niveau de mémoire de travail (Moy = 15). L'interaction entre l'âge et le niveau de mémoire de travail n'était pas significative, $F<1$.

2.1.3.3.4 Fluence sémantique

Nombre de mots

Le nombre de mots produits par les participants jeunes et âgés pour chaque période de la fluence sémantique est présenté sur la Figure 33. Les résultats, de l'ANOVA montraient un effet non significatif de l'âge, $F(1,40)=1.45$; $p=.24$; $\eta^2p=.03$. Un effet principal du temps avait néanmoins été relevé, $F(3,120)=113,51$; $p<.001$, $\eta^2p=.74$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution significative entre les 30 premières secondes (Moy = 11,62) et la période suivante (P2, 31- 60 secondes, Moy = 6,93) ainsi qu'entre cette dernière et la troisième période (P3, 61- 90 secondes, Moy = 5,40), $F(1,40) = 11,14$; $p<.001$ et $F(1,40) = 4,52$; $p<.001$, respectivement. Ces deux facteurs n'interagissaient pas entre eux, $F<1$.

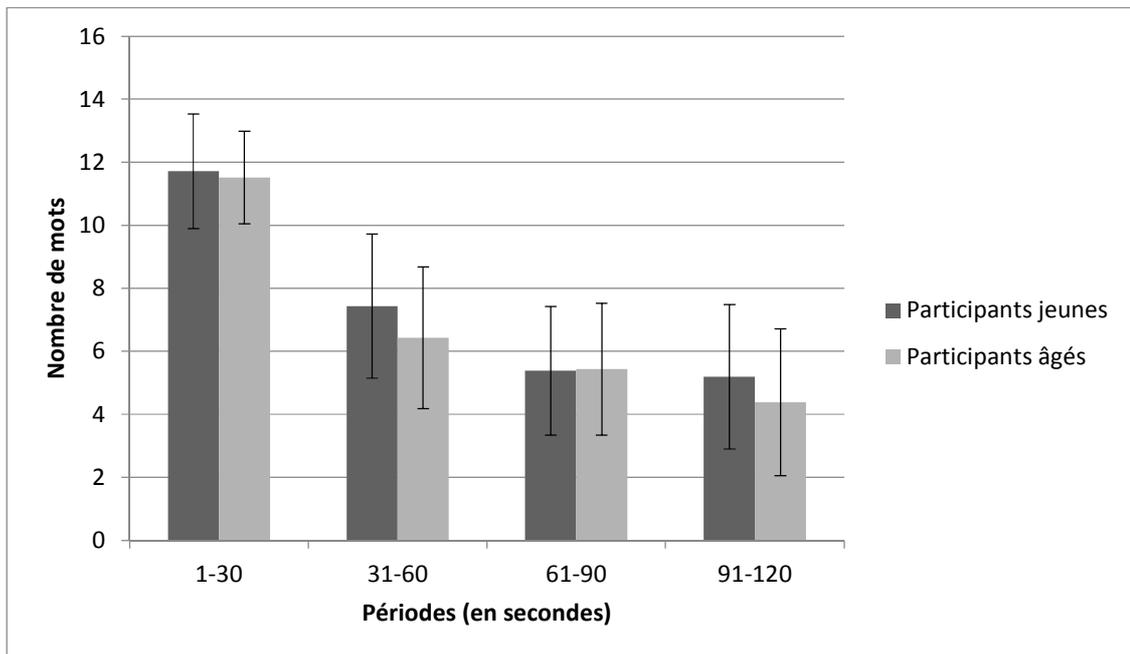


Figure 33. Nombre moyen de mots produits lors de la tâche de fluence sémantique par groupe d'âge (jeunes/âgés) et période de temps (en secondes) dans l'Expérience 3.

Corrélations entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs

D'après les analyses de corrélations (voir Annexe E), le nombre de mots produit lors de la fluence sémantique par les participants jeunes n'était lié à aucun des indicateurs qualitatifs. Chez les participants âgés, une corrélation avec le nombre d'alternances était relevée ($r=.52$, $p<.05$).

Taille des regroupements

La taille moyenne des regroupements produits par les participants jeunes et âgés pour chaque période de la fluence sémantique est présentée sur la Figure 34. Les

résultats, de l'ANOVA montraient des effets non significatifs de l'âge et du temps, $F < 1$ et $F(3,120) = 1,66$; $p = .18$. L'interaction entre ces deux facteurs n'était pas significative, $F < 1$.

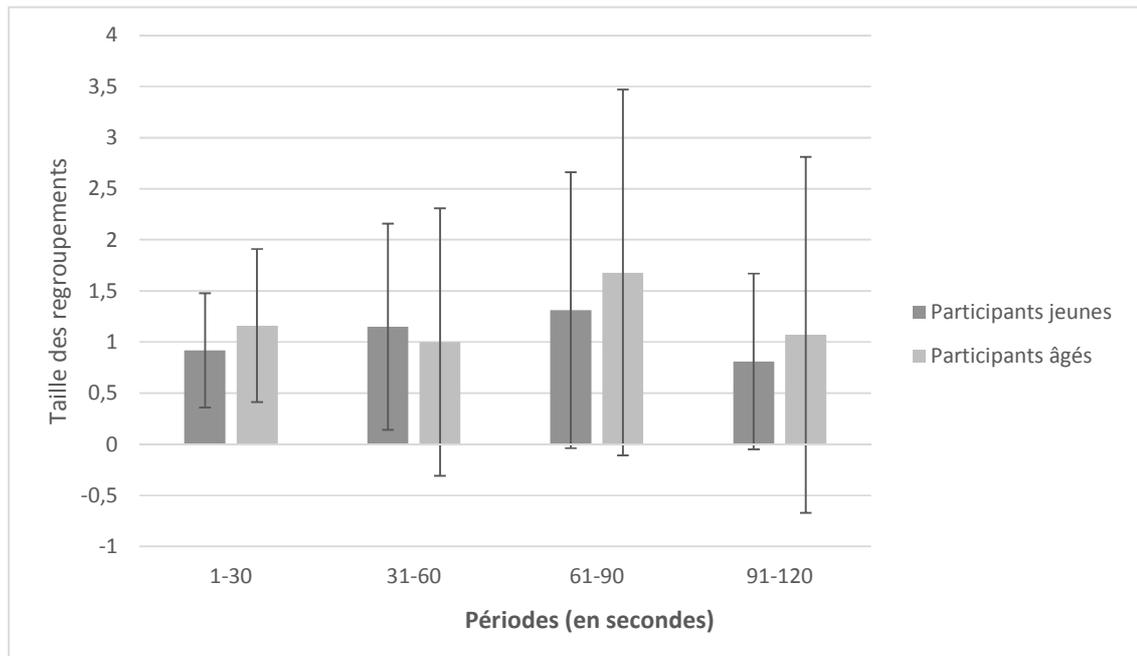


Figure 34. Taille moyenne des regroupements (en nombre de mots) lors de la tâche de fluence sémantique par période (en secondes) et pour les deux groupes d'âge de l'expérience 3.

Nombre d'alternances

Le nombre d'alternances pour chaque groupe d'âge et pour chaque période de la fluence sémantique est présentée sur la Figure 35. Les résultats, de l'ANOVA ne montraient pas d'effet significatif de l'âge, $F(1,40) = 0,57$; $p = .46$; $\eta^2 p = .01$. Un effet principal du temps était relevé, $F(3,120) = 50,72$; $p < .001$, $\eta^2 p = .57$. Davantage d'alternances étaient produites durant la première période (P1, 1- 30 secondes, Moy = 5,43) que durant la suivante (P2, 31-60 secondes, Moy = 3,56), $F(1,40) = 5,72$;

$p < .001$. Plus d'alternances étaient produites durant la seconde période que durant la troisième (P3, 61-90 secondes, Moy = 2,36) et la troisième, $F(1,40) = 4,54$; $p < .001$.

L'effet d'interaction entre l'âge et le temps n'était pas significatif, $F < 1$.

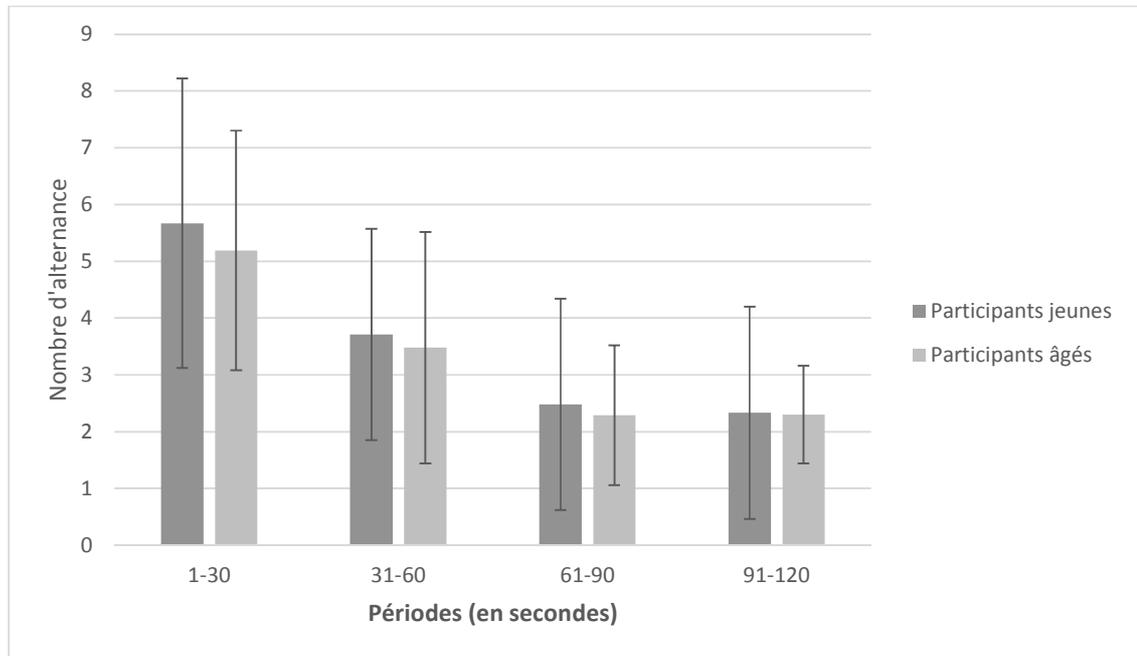


Figure 35. Nombre moyen d'alternances produits lors de la tâche de fluence sémantique par période (en secondes) et pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 3.

Les résultats de l'ANCOVA sur le nombre de mots produits montraient un effet principal du temps, $F(3,114) = 3.34$; $p = .02$, $\eta^2 p = .08$. L'effet de l'âge sur le nombre de mots produits n'était pas significatif, $F(1,40) = 1,75$; $p = .19$. L'effet d'interaction entre l'âge et le temps sur le nombre de mots produits, n'était pas significatif, $F(3,120) = 1,03$; $p = .38$. Les effets de l'âge, du temps et l'interaction entre ces deux facteurs pour la fluence sémantique n'étaient pas significatifs, ni sur la taille des regroupements, $F_s < 1$, ni sur le nombre d'alternances, $F_s < 1$.

Effets du niveau de mémoire de travail

Le nombre de mots produits en fluence sémantique en fonction de l'âge et du niveau d'empan est présenté sur la Figure 36. Les résultats de l'ANOVA ne montraient pas d'effet significatif de l'âge, du niveau de mémoire de travail et de l'interaction entre ces deux facteurs, $F(1,18) = 1,12$; $p=.30$, $F(1,18) = 2,14$; $p=.16$ et $F < 1$ respectivement.

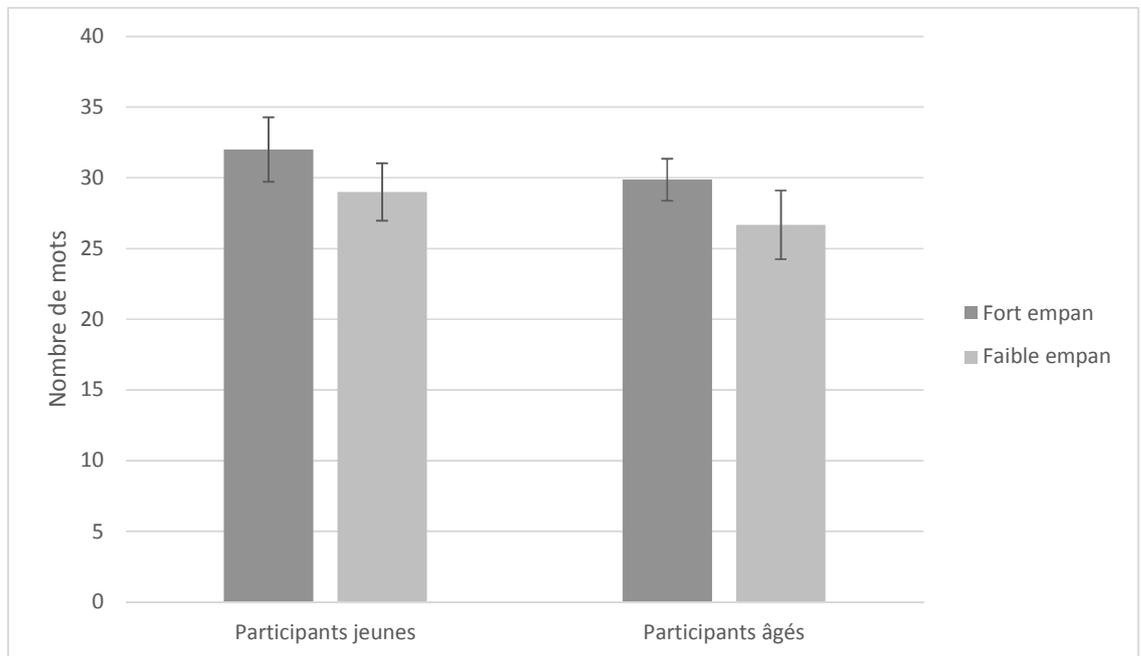


Figure 36. Nombre de mots produits pour la fluence sémantique en fonction du groupe d'âge et du niveau d'empan par les participants de l'Expérience 3.

Les résultats de l'ANOVA sur la taille des regroupements et sur le nombre d'alternances ne montraient pas d'effet significatif de l'âge, du niveau de mémoire de travail ou d'interaction entre ces deux facteurs, $F_s \leq 1$.

2.1.3.4 Discussion

Dans cette expérience, le résultat le plus important est que nous avons montré l'influence du niveau de mémoire de travail sur le nombre de mots produits en fluence d'action. Dans un premier temps, nous discuterons le lien entre la mémoire de travail et la production quantitative des adultes âgés lors d'une tâche de fluence d'action. Dans un second temps, nous décrirons les effets différentiels du niveau de mémoire de travail sur le nombre de mots produits par les adultes jeunes et âgés lors des tâches de fluence verbale. Nous analyserons, dans un troisième temps, l'influence du temps de production sur les différences entre les deux groupes d'âge. Nous discuterons les différences qualitatives entre adultes jeunes et adultes âgés pour la tâche de fluence d'action.

Nous avons montré, dans cette expérience, que la mémoire de travail est un prédicteur du nombre de mots produits lors des tâches de fluence. Nous avons fait l'hypothèse que la mémoire serait un prédicteur de la production en fluence verbale davantage chez l'adulte jeune que chez l'adulte âgé. Nos résultats indiquaient que la mémoire de travail était un déterminant du nombre de mots produits chez l'adulte âgé et non chez l'adulte jeune, et ce uniquement pour la fluence d'action. De façon précise, la taille de l'empan auditivo-verbal endroit prédisait le nombre de mots produits en fluence d'action chez les participants âgés. Cela indique que la boucle phonologique (Baddeley, 1986) est impliquée dans la production verbale des individus âgés lors d'une tâche de fluence d'action. Le buffer épisodique (Baddeley, 2001) pourrait être impliqué dans les tâches de fluence. Il permettrait de transmettre au registre à court

terme (i.e., la mémoire de travail) des informations issues de registre à long terme (e.g., la mémoire sémantique) pour les besoins d'une tâche en cours. De futures expériences devraient permettre de définir le lien entre cette composante de la mémoire de travail et la performance lors de tâche de fluence verbale.

De plus, nous avons montré que les individus disposant d'un bon niveau de mémoire de travail produisaient davantage de mots lors des tâches de fluence d'action et littérale que les individus disposant d'un moins bon niveau de mémoire de travail. Nous avons trouvé, pour la fluence d'action, un effet d'interaction entre l'âge et le niveau de mémoire de travail. Cet effet était expliqué par un plus grand nombre de verbes d'action produits par les adultes âgés disposant d'un bon niveau de mémoire de travail que par les individus âgés disposant d'un moins bon niveau de mémoire de travail. Cette différence n'était pas présente chez l'adulte jeune et ne semblait pas être en lien avec des stratégies basées sur les regroupements ou les alternances. Cet effet était également relevé pour la fluence littérale et semblait être en lien avec le nombre d'alternances produites, pour lesquelles l'effet du niveau de mémoire de travail était, également, significatif. Le niveau de mémoire de travail n'avait, néanmoins, pas d'effet significatif sur la performance quantitative (i.e., nombre de mots produits) et qualitative (i.e., taille des regroupements et alternances) lors d'une tâche de fluence sémantique. Rosen et Engle (1997) postulaient que la mémoire de travail est nécessaire lorsqu'une recherche stratégique en mémoire est nécessaire. Nous supposons que la fluence sémantique nécessite une recherche moins active en mémoire en raison des liens sémantiques partagés par les items à produire. Ainsi, l'indice sémantique serait davantage facilitant que les indices de première lettre, dans le cas de la fluence littérale

et que les indices grammaticaux/sémantiques dans le cas de la fluence d'action. Nos résultats divergent de ceux de Rosen et Engle (1997) qui avaient montré un effet significatif du niveau de mémoire de travail sur les performances de jeunes adultes lors d'une tâche de fluence sémantique. Nous avons montré que le nombre de mots produits durant les fluences d'action et littérale était dépendant du niveau de mémoire de travail chez l'adulte âgé. Nous avons répliqué, dans l'Expérience 1, les résultats de Piatt et al., (1999a) en montrant que la fluence d'action était de nature exécutive (au sein de notre groupe de participants âgés). Bien que cela n'ait pas été corroboré par les résultats de l'Expérience 1, la fluence littérale est décrite dans la littérature comme étant liée aux fonctions exécutives (e.g., Troyer et al., 1998). McCabe et al. (2010) ont exposé un lien très fort entre la mémoire de travail et les fonctions exécutives au sein d'une population d'adultes âgés de 18 à 90 ans. Les auteurs postulaient une composante supérieure d'attention exécutive qui serait fortement prédictive des fonctions de haut-niveau, parmi lesquelles les fluences verbales. Cette composante pourrait, afin d'expliquer les résultats de notre expérience pour la fluence d'action, être en charge du couplage des informations motrices et du langage d'action, en une zone de convergence comme postulé par Levelt, Roelofs et Meyer (1999).

Dans cette expérience, pour un temps de production de deux minutes, l'effet de l'âge sur le nombre de mots produits en fluence d'action n'était pas significatif. McDowd et al. (2011) avaient montré, avec une adaptation de la tâche de fluence d'action, un plus grand nombre de mots produits par les adultes jeunes que par les adultes âgés. Ces auteurs n'utilisaient pas uniquement la consigne proposée par Piatt et al. (1999a) pour évaluer la fluence d'action et proposaient d'autres consignes (e.g.,

choses que l'on peut faire avec un œuf). Lors de l'Expérience 2, nous ne retrouvons pas de différences entre nos participants jeunes et nos participants âgés pour le nombre de mots produits en une minute lors d'une tâche de fluence d'action, en adoptant la consigne de Piatt et al. (1999a). Lors de l'Expérience 1, nous montrions un plus grand nombre de mots produits en fluence d'action par les adultes jeunes que par les adultes âgés pour un temps porté à trois minutes, comme ce qu'avaient proposé McDowd et al. (2011). Cela nous mène à postuler une atteinte de la production du verbe d'action lors de temps de production longs plutôt que courts. Nous avons montré, de plus, que pour un temps de production de deux minutes, les participants âgés ne produisaient pas moins de mots que les participants jeunes lors des tâches de fluence littérale et sémantique. Nous avons montré dans l'Expérience 1, que pour des temps allongés à trois minutes, les adultes jeunes produisaient davantage de mots que les adultes âgés pour ces deux tâches, comme ce qui avait été montré par McDowd et al. (2011). L'Expérience 3 proposait un temps de production plus court (i.e., deux minutes). Cette absence d'effet de l'âge sur le nombre de mots produits en deux minutes pourrait être imputable au faible effectif de l'Expérience 3 ainsi qu'à une différence de recrutement entre l'Expérience 3 et l'Expérience 1. Les participants de l'Expérience 3 ont tous été recrutés au sein de l'Université du Temps Libre. Il est possible que ces participants soient tous dans un processus de vieillissement cognitif réussi. Le fait d'être engagés dans des activités cognitives améliorerait les facultés cognitives d'individus âgés bien que ces effets soient limités dans le temps (e.g., Ball et al., 2002).

Au niveau qualitatif, nous montrons que les adultes âgés produisaient des regroupements de plus grande taille que les adultes jeunes en fluence d'action. Nous

validons notre hypothèse d'un plus grand nombre d'alternances chez les adultes jeunes que chez les adultes âgés durant la tâche de fluence d'action. Pour un temps de production de deux minutes, aucune différence quantitative n'apparaît en fluence d'action entre les adultes jeunes et les adultes âgés. Des différences apparaissent, néanmoins, au niveau qualitatif. Les individus jeunes utiliseraient une stratégie d'alternance et les adultes âgés une stratégie basée sur le regroupement sémantique. Ce profil de différence avait été montré par Sauzéon et al. (2011) pour les fluences sémantique et littérale. Les participants jeunes de cette étude produisaient davantage d'alternances que les adultes âgés au cours des 30 premières secondes de production lors de tâches de fluence sémantique et littérale. Les participants âgés produisaient des regroupements de plus grande taille que les participants jeunes au cours des 30 dernières secondes de la performance. Un apport de notre expérience est de montrer que la performance qualitative en fluence d'action, pour un temps de production de deux minutes, est sensible à l'âge des participants.

L'apport principal de cette expérience est de montrer le lien entre le niveau de mémoire de travail et le nombre de mots produits chez les participants âgés. Ce lien était observé tant pour la fluence d'action que pour la fluence littérale. Ces deux fluences seraient liées au fonctionnement exécutif. La mémoire de travail serait fortement corrélée au fonctionnement exécutif (McCabe et al., 2010). L'effet du niveau de la mémoire de travail sur le nombre de mots produits par les adultes âgés nous apparaît comme un argument en faveur d'une nature exécutive de ces deux tâches. En accord avec l'hypothèse exécutive du vieillissement cognitif (Taconnat & Lemaire, 2013), les fluences d'action et littérale pourraient donc être sensibles en vieillissement.

Notre expérience n'a pas montré d'effet significatif de l'âge sur le nombre de mots produits ce que nous pouvons attribuer au temps de passation utilisé qui était de deux minutes. De futures expériences permettraient de déterminer les temps pour lesquels les tâches de fluences distinguent les adultes âgés des adultes jeunes, tout en analysant le rôle potentiel du buffer épisodique (Baddeley, 2001) dans ces tâches.

2.1.4 Expérience 4 : Variabilité intergénérationnelle dans une tâche de génération indicée de noms et de verbes

2.1.4.1 Introduction

La tâche d'association verbale libre permet de déterminer l'association entre les concepts au sein du lexique mental et a permis d'établir des normes d'associations (e.g., Ferrand & Alario, 1998). Ces normes d'associations ont pu être utilisées afin de construire le matériel d'études portant sur l'association sémantique. Lors d'une tâche d'association verbale libre, les participants doivent produire pour un mot donné, le premier mot leur venant à l'esprit.

Peu d'études décrivent la génération indicée de noms et de verbes, de façon comparative, chez les individus jeunes et âgés. Au cours d'une tâche de lecture à voix haute avec procédure d'amorçage sémantique interclasse et morphologique, Crepaldi, Morone, Arduino et Luzzatti (2014) ont étudié les performances de jeunes adultes sains. Ainsi, dans cette étude en langue italienne, pour l'amorçage morphologique la cible pouvait être un substantif ou un verbe précédé par le verbe ou le substantif correspondant (e.g., *applaudir-applaudissement* et *applaudissement-applaudir*). Pour

l'amorçage sémantique, les amorces restaient les mêmes mais les cibles étaient des noms liés sémantiquement aux verbes amorces et inversement (e.g., *applaudissement* – *admirer* et *applaudir* – *théâtre*). Ces paires étaient comparées à des paires Nom-Verbe et Verbe-Nom non liées morphologiquement ainsi qu'à des paires Nom-Verbe et Verbe-Nom non-liées sémantiquement. Cette étude montrait un effet d'amorçage sémantique moins élevé que l'effet d'amorçage morphologique sur des paires interclasses. Il est à noter que le lien sémantique entre les paires de mots utilisées dans l'étude n'avait été évalué sur une échelle de Likert en 7 points que sur un échantillon de 40 étudiants ne participant pas à l'étude.

Une différence de traitement lexical des noms par rapport aux verbes a été soulignée par Gomes, Ritter, Tartter, Vaughan et Rosen (1997). Dans cette étude, réalisée chez des adultes jeunes (âgés de 20 à 45 ans), une tâche de décision lexicale avec amorçage sémantique était proposée en modalité visuelle ou auditive. Pour chaque amorce « nom », deux conditions étaient proposées en cible : soit un « nom » associé, soit un « verbe » associé. Afin de construire ces paires, les normes d'associations de Palermo et Jenkins (1964) et Postman (1970) avaient été utilisées. Il n'existait cependant pas de paires avec un verbe pour mot inducteur. Avaient ainsi été créés 52 paires noms-noms (26 liées sémantiquement et 26 non liées) et 52 paires noms-verbes (26 liées sémantiquement et 26 non liées sémantiquement). Il est à noter que l'association moyenne pour les paires noms-noms était de 23,2 % alors qu'elle n'était que de 11,6% pour les paires noms-verbes. Cela est imputable à la tendance à produire, en association libre, un nom quelle que soit la nature grammaticale du mot amorce. Toutefois la moyenne d'association avait été placée comme covariant pour les analyses

statistiques de l'étude afin de contrôler a posteriori les effets de la moyenne d'association entre les items. Les auteurs décrivaient un effet de la nature grammaticale de la cible avec des temps de réaction plus rapides pour les paires nom-nom que pour des paires nom-verbe. Cet effet pourrait être un effet de congruence grammaticale entre l'amorce et la cible, ce que l'absence de paires verbe-nom et verbe-verbe empêchait d'évaluer. L'effet d'amorçage était plus important pour les paires nom-verbe que pour les paires verbe-nom, consécutivement à des temps de réaction plus élevés pour les paires nom-verbe non reliées que pour les paires nom-nom non reliées.

L'ensemble des tâches d'associations verbales décrites dans la littérature sont des tâches d'associations libres, n'imposant pas la catégorie grammaticale de l'exemplaire à produire (Bonin et al., 2003 ; Bonin et al., 2013 ; De Deyne & Storms, 2008 ; De la Haye, 2003 ; Ferrand & Alario, 1998 ; Hirsh & Tree, 2001 ; Kent & Rosanoff, 1910 ; Mullet, 1994 ; Tarrago et al., 2005 ; Tresselt & Mayzner , 1964) pour lesquels majoritairement des noms étaient présentés comme indices (mais voir Duscherer & Mounoud, 2003 ; Duscherer, Kahn & Mounoud, 2009). Les comparaisons effectuées lorsque les indices étaient communs à deux études permettaient de montrer que les associations dominantes ne se recouvraient pas en fonction du groupe d'âge (Tarrago et al., 2005). De la Haye (2003) a montré un taux de recouvrement des réponses à une tâche d'association libre qui différait entre des enfants âgés de 9 à 11 ans et des adultes jeunes. Aussi, la production la plus naturelle lors des tâches d'associations libres serait la production de noms (voir Duscherer & Mounoud, 2006). Le fait de spécifier la nature grammaticale du mot attendu pourrait donc

« contrarier » cette réponse automatique lorsque la nature grammaticale de la réponse attendue serait un verbe.

Dans cette étude, l'objectif est de déterminer les associations entre des noms et des verbes en indiquant, dans la consigne, la nature grammaticale attendue du mot associé. Nous proposerons une tâche informatisée d'association verbale à des participants que nous avons regroupés a posteriori en trois groupes d'âge (i.e., adultes jeunes, d'âge intermédiaire et âgés), en faisant varier la nature grammaticale de l'indice donné et la nature grammaticale de la réponse attendue. Nous obtiendrons dès lors des associations nom-nom, nom-verbe, verbe-nom et verbe-verbe. Le taux de recouvrement moyen devrait être plus élevé entre les adultes jeunes et les adultes d'âge intermédiaire qu'entre les adultes d'âge intermédiaire et les adultes âgés. Le taux de recouvrement moyen devrait être plus important lorsque la réponse attendue est un verbe, situation inhabituelle, plutôt qu'un nom, situation plus habituelle. Le taux de recouvrement des réponses dominantes entre les adultes jeunes, les adultes d'âge intermédiaire et les adultes âgés devrait être plus important pour les réponses verbes que pour les réponses noms. Le taux de recouvrement sera plus élevé lorsque la nature grammaticale de l'indice sera un verbe plutôt qu'un nom. Nous faisons, également, l'hypothèse que les pourcentages des réponses dominantes seront plus élevés lorsqu'il faudra produire un verbe (situation moins habituelle) qu'un nom, et ce indépendamment de l'indice qui est donné. Cependant, le niveau de vocabulaire des individus âgés (Verhaegen, 2003), permettra une plus grande variété de réponses et nous nous attendons donc à des pourcentages de réponses dominantes plus faibles chez les participants âgés que chez

les participants d'âge intermédiaire et chez les participants jeunes, et ce particulièrement lorsqu'il faudra produire un nom.

2.1.4.2 Méthode

2.1.4.2.1 Participants

Les participants ont été invités à participer à l'expérience via courrier électronique, appel à participation sur les réseaux sociaux, sur les réseaux d'entreprise et par affichage. Au total, 217 participants ont complété un des deux questionnaires. Les participants étaient âgés de 45,3 ans en moyenne, 26 répondants étaient des hommes. Le niveau d'études moyen était de 15,14 ans. Les 217 répondants ont été répartis en 3 groupes d'âge : 65 participants, jeunes, âgés de moins de 30 ans ; 111 participants, d'âge intermédiaire, âgés de 30 à 60 ans et 41 participants âgés de plus de 60 ans. Les caractéristiques des participants de chaque groupe sont présentées dans le Tableau 7. Le nombre d'années d'étude n'était pas significativement différent entre les adultes jeunes (Moy = 15.2 ans) et les adultes d'âge intermédiaire (Moy = 15.6 ans), $t(174) = -1,26$; $p = .21$. Il n'était pas différent entre les adultes jeunes et les adultes âgés (Moy = 14.6 ans), $t(105) = 1,20$; $p = .23$. Les adultes d'âge intermédiaire avaient un nombre d'années d'étude significativement supérieur à celui des adultes âgés, $t(151) = 2,36$; $p = .02$. Le score de vocabulaire au Lextale était plus élevé chez les participants âgés (Moy = 52.2) que chez les participants d'âge intermédiaire (Moy = 50.1), $t(151) = 2,83$; $p = .005$. Le score de vocabulaire était plus élevé chez les participants d'âge intermédiaire que chez les participants jeunes (Moy = 48.8), $t(174) = 2,16$; $p = .03$.

Tableau 7. *Caractéristiques des participants de l'Expérience 4 et valeurs p pour les T de Student.*

	Participants jeunes	Participants d'âge intermédiaire	Participants âgés	P value
Effectif	65	111	41	-
Age	25.1 (\pm 3.10)	41.1 (\pm 8.30)	68.9 (\pm 5.19)	-
Année d'étude	15.2 (\pm 2.18)	15.6 (\pm 2.05)	14.6 (\pm 3.37)	J vs. I, p=.21 J vs. A, p=.23 I vs. A, p=.02
Score Lextale	48.8 (\pm 3.56)	50.1 (\pm 4.24)	52.2 (\pm 3,47)	J vs I, p=.03 J vs. A, p<.001 I vs. A, p=.005

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. J = participants jeunes, I = participants d'âge intermédiaire, A = participants âgés.

2.1.4.2.2 Matériel et Procédure

Matériel

Quatre cent douze mots ont été sélectionnés dans la base de données lexicales Lexique 3.82 (New, Pallier, Brysbaert & Ferrand, 2004), 206 noms et 206 verbes. Les noms étaient tous concrets, au singulier et constitués de cinq à sept lettres (e.g., *ballon*, *casque*, *caméra*). Les verbes étaient à l'infinitif et étaient eux aussi constitués de cinq à sept lettres (e.g., *casser*, *vider*, *épouser*). Parmi les noms, n'ont pas été choisis les noms utilisés comme prénom (e.g., *pierre*) ainsi que les noms se terminant comme des verbes

des premier (-ER), deuxième (-IR dont le participe présent se termine en -ISSANT) et troisième groupe (-IR, -OIR, -RE). Les fréquences films 2 des noms et des verbes n'étaient pas significativement différentes, $t(410) = -1.02$; $p=.31$. En revanche, les noms avaient une fréquence livres supérieure à celle des verbes, $t(410) = 3.88$; $p=.001$. Les verbes étaient plus longs que les noms, $t(410) = 6.18$; $p<.001$. Les verbes avaient plus de voisins orthographiques que les noms, $t(410) = 2.50$; $p=.01$. Ils étaient également constitués de davantage de syllabes que les noms, $t(410) = -9.48$; $p<.001$. Les caractéristiques moyennes des mots pour chaque classe grammaticale sont présentées dans le Tableau 8.

Tableau 8. *Caractéristiques lexicales du matériel de l'Expérience4*

	Noms (n=206)	Verbes (n=206)
Fréquence films 2	44,51 (\pm 44,56)	50,65 (\pm 73,87)
Fréquence livres	58,18 (\pm 55,55)	38,87 (\pm 44,86)
Nombre de lettres	5,76 (\pm 0,76)	6,22 (\pm 0,74)
Nombre de voisins orthographiques	3,63 (\pm 3,71)	4,42 (\pm 2,62)
Nombre de syllabes	1,60 (\pm 0,60)	2,15 (\pm 0,57)

Note. *Les écarts-types sont donnés entre parenthèses.*

Procédure générale

Les mots sélectionnés ont été présentés au sein d'un questionnaire programmé avec l'application LimeSurvey (©2003, Carsten Schmitz). Les participants, après avoir été informés de leur droit à se retirer de l'expérience à n'importe quel moment, à obtenir les résultats généraux de l'expérience et après avoir renseigné leur âge, sexe et niveau d'études, devaient remplir un test de vocabulaire, le Lextale_FR (Brysbart, 2013). Lors de ce test, les participants devaient évaluer la lexicalité de 84 suites de lettres dont 56 seulement formaient un mot de la langue française. Chaque item était présenté face à une case devant être cochée si le participant connaissait le mot (et même s'il n'en connaissait pas le sens précis). Les participants avaient, ensuite, pour consigne de produire une réponse pour les 420 stimuli sélectionnés. Les stimuli étaient répartis en deux blocs selon la nature grammaticale de la réponse attendue. Chaque bloc avait une consigne différente (i.e., produire un nom et produire un verbe). Le premier bloc comprenait, 200 mots-stimuli : 100 noms et 100 verbes. Les participants devaient pour chaque mot présenté écrire le premier nom qui leur venait à l'esprit (e.g., *jeux* pour l'indice *ballon*, *verre* pour l'indice *casser*). Le second bloc était constitué de 212 mots-stimuli : 106 noms et 106 verbes. Les participants devaient, pour chaque mot présenté dans ce bloc, écrire le premier verbe qui lui passait par la tête (e.g., *jouer* pour l'indice *ballon*, *briser* pour l'indice *casser*). Pour chaque consigne, il était demandé au participant d'être le plus spontané possible dans sa réponse et il lui était précisé qu'il pouvait ne pas répondre pour un item si aucun mot ne lui venait à l'esprit.

L'ordre des blocs était aléatoire afin d'éviter les effets d'ordre. Ainsi chaque participant commençait soit par produire des noms soit par produire des verbes. A l'intérieur de chaque bloc, les stimuli (noms et verbes) apparaissaient dans un ordre aléatoire différent pour chaque participant afin d'éviter de potentiels effets d'ordre.

Afin d'obtenir, le même nombre de « verbes » et de « noms » produits pour chaque mot stimulus, deux questionnaires différents ont été créés. Pour le second questionnaire, les stimuli pour lesquels un nom était demandé en réponse pour le premier questionnaire nécessitaient un verbe comme réponse. Inversement, les stimuli appelant un verbe en réponse pour le premier questionnaire, nécessitaient un nom comme réponse. Ainsi, pour un item donné, une réponse « nom » était attendue dans le questionnaire 1 et une réponse « verbe » dans le questionnaire 2. Chaque participant n'a rencontré qu'un seul des deux questionnaires afin de ne pas rencontrer deux fois le même mot-stimulus. L'attribution d'un participant à un des questionnaires était aléatoire. Les deux formes du questionnaire ont été remplies par 109 et 108 personnes, respectivement. Ainsi pour chaque mot indice, au minimum 108 réponses noms et 108 réponses verbes ont été obtenues.

2.1.4.3 Résultats

2.1.4.3.1 Pourcentage de recouvrements

Les taux de recouvrements (pourcentage de réponses dominantes semblables) entre les participants jeunes, d'âge intermédiaire et âgés, selon la nature grammaticale

de l'indice et de la réponse à produire, sont présentés sur la Figure 37. Les différences de taux de recouvrements entre les groupes ont été calculées à l'aide de Chi².

Le taux de recouvrements moyen (moyenne du recouvrement entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire, entre les participants d'âge intermédiaire et âgés, entre les participants jeunes et âgés) était significativement supérieur lorsque l'indice était un verbe (58.33 %) plutôt qu'un nom (54.53 %), $\chi^2(1, n=206) = 3,65$; $p=.05$. Le taux de recouvrements moyen était significativement supérieur lorsque la réponse attendue était un verbe (56.23 %) plutôt qu'un nom (51.78 %), $\chi^2(1, n=206) = 4,93$; $p=.03$. Le taux de recouvrements, indépendamment de la nature grammaticale de l'indice et de la réponse attendue, différait en fonction des groupes d'âge considérés. Le taux de recouvrements entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire (66.14 %) était supérieur au taux de recouvrement entre les participants d'âge intermédiaire et âgés (50.36 %), $\chi^2(1, n=206) = 42,17$; $p<.001$. Le taux de recouvrements entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire (66.14 %) était supérieur au taux de recouvrements entre les participants d'âge intermédiaire et âgés (45.51 %), $\chi^2(1, n=206) = 71,11$; $p<.001$. Le taux de recouvrements entre les participants d'âge intermédiaire et âgés était supérieur au taux de recouvrements entre les participants jeunes et âgés, $\chi^2(1, n=206) = 3,89$; $p=.05$. Lorsque la réponse attendue était un nom, le taux de recouvrements entre les participants jeunes et intermédiaires (63.83 %) était supérieur aux taux de recouvrements entre les participants d'âge intermédiaire et âgés (47.33 %), $\chi^2(1, n=412) = 22,73$; $p<.001$. Lorsque la réponse attendue était un verbe, le taux de recouvrements entre les participants jeunes et les d'âge intermédiaires (68.45

%) était supérieur aux taux de recouvrements entre les participants d'âge intermédiaire et âgés (53.4 %), $\chi^2(1,n=412) = 19,60$; $p < .001$.

Lorsque l'indice était un nom et que la réponse attendue était un nom, le pourcentage de recouvrements était plus important entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire (63,11 %) qu'entre les participants d'âge intermédiaire et âgés (43.69 %), $\chi^2(1,n=206) = 15,61$; $p < .001$. Le pourcentage de recouvrements était également supérieur entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire qu'entre les participants jeunes et âgés (42,72 %), $\chi^2(1,n=206) = 17,18$; $p < .001$.

Lorsque l'indice était un nom et que la réponse attendue était un verbe, le pourcentage de recouvrements était plus important entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire (70,39 %) qu'entre les participants d'âge intermédiaire et âgés (55.34 %), $\chi^2(1,n=206) = 9,99$; $p = .002$. Le pourcentage de recouvrements était également supérieur entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire qu'entre les participants jeunes et âgés (42,72 %), $\chi^2(1,n=206) = 14,76$; $p < .001$.

Lorsque l'indice était un nom, le taux de recouvrements des participants jeunes et d'âge intermédiaire ne différait pas significativement selon que la réponse attendue était un nom (63,11 %) ou un verbe (70.39 %), $\chi^2(1,n=206) = 2,46$; $p = .12$. Lorsque l'indice était un nom le taux de recouvrements des participants d'âge intermédiaire et âgés était plus faible lorsque la réponse attendue était un nom (43,69 %) ou un verbe (55.34 %), $\chi^2(1,n=206) = 5,59$; $p = .02$. Lorsque l'indice était un nom le taux de recouvrements des participants jeunes et âgés ne différait pas significativement selon que la réponse attendue était un nom (42,72 %) ou un verbe (51.94 %) avec néanmoins un effet tendanciel, $\chi^2(1,n=206) = 3,51$; $p = .06$.

Lorsque l'indice était un verbe et que la réponse attendue était un nom, le pourcentage de recouvrements était plus important entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire (64,56 %) qu'entre les participants d'âge intermédiaire et âgés (50,97 %), $\chi^2(1, n=206) = 7,80$; $p=.005$. Le pourcentage de recouvrements était également supérieur entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire qu'entre les participants jeunes et âgés (45,63 %), $\chi^2(1, n=206) = 14,92$; $p=.001$.

Lorsque l'indice était un verbe est que la réponse attendue était un verbe, le pourcentage de recouvrements était plus important entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire (66,50 %) qu'entre les participants d'âge intermédiaire et âgés (51,46 %), $\chi^2(1, 205) = 9.64$; $p=.002$. Le pourcentage de recouvrements était également supérieur entre les participants jeunes et d'âge intermédiaire qu'entre les participants jeunes et âgés (41,75 %), $\chi^2(1, n=206) = 25,43$; $p<.001$.

Lorsque l'indice était un verbe, le taux de recouvrements des participants jeunes et d'âge intermédiaire ne différait pas significativement selon que la réponse attendue soit un nom (64,56 %) ou un verbe (66,50 %), $\chi^2(1, n=206) = 0,17$; $p=.68$. Lorsque l'indice était un verbe, le taux de recouvrements des participants d'âge intermédiaire et âgés ne différait pas significativement selon que la réponse attendue était un nom (50,97 %) ou un verbe (51,46 %), $\chi^2(1, n=206) = 0,01$; $p=.92$. Lorsque l'indice était un verbe, le taux de recouvrements des participants jeunes et âgés ne différait pas significativement selon que la réponse attendue était un nom (45,63 %) ou un verbe (41,75 %), $\chi^2(1, n=206) = 0,63$; $p=.43$.

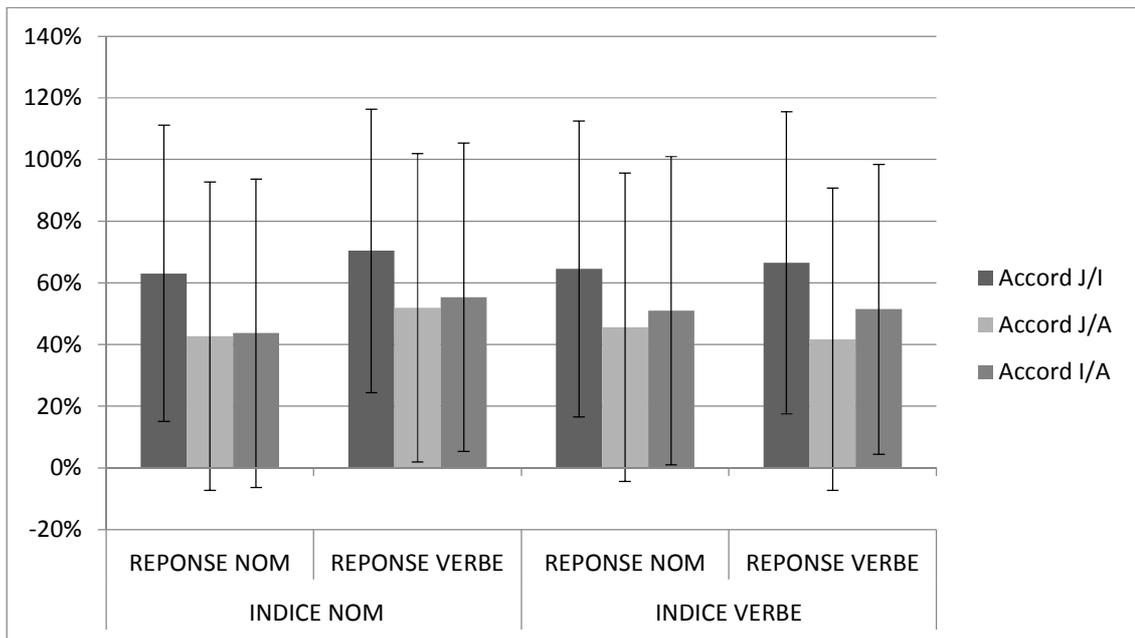


Figure 37. Pourcentage de recouvrement des réponses dominantes entre les trois groupes de participants (J : jeunes, I : d'âge intermédiaire, A : âgés) de l'Expérience 4 selon la nature grammaticale de l'indice et de la réponse attendue.

2.1.4.3.2 Pourcentage de la réponse dominante

Les noms et les verbes produits (réponse dominante) par chaque groupe d'âge et pour chaque indice sont présentés sur l'Annexe G. Les pourcentages des réponses dominantes pour chaque groupe d'âge et en fonction de la nature grammaticale de l'amorce et de la réponse sont présentés sur la Figure 38.

Une ANOVA a été menée sur les pourcentages de réponses dominantes aux items avec le statut grammatical de l'indice (nom/verbe) en facteur inter-items, le statut grammatical de la réponse attendue (nom/verbe) et le groupe d'âge des participants (jeunes/d'âge intermédiaire/âgés) en facteur intra-items. L'effet principal de la nature grammaticale de l'indice était significatif, $F(1,410)=14,04$; $p<.001$, $\eta^2p=.03$. Les pourcentages des réponses dominantes étaient plus élevés lorsque l'indice était un nom

(35,10 %) plutôt qu'un verbe (30,73 %). Un effet de la nature grammaticale de la réponse était également trouvé, $F(1,410)=69,01$; $p<.001$, $\eta^2p=.14$. Les pourcentages des réponses dominantes étaient plus faibles lorsqu'il fallait produire un nom (28,78 %) plutôt qu'un verbe (37,05 %). L'effet d'interaction entre la nature grammaticale de l'indice et celle de la réponse attendue était significatif, $F(1,410)=5,57$; $p=.02$, $\eta^2p=.01$. Les comparaisons planifiées montraient que lorsque la réponse attendue était un verbe, le pourcentage de la réponse dominante était plus grand si l'indice était un nom (40,41 %) qu'un verbe (33,69 %), $F(1,410)=15,52$, $p<.001$. Lorsque la réponse attendue était un nom, il n'y avait pas de différence significative entre les pourcentages de réponse dominante que l'indice soit un nom (29,79 %) ou un verbe (27,77 %), $F(1,410)=2,28$, $p=.13$. L'effet de l'âge était également significatif, $F(2,820) = 85,69$; $p<.001$, $\eta^2p=.17$. Les pourcentages des réponses dominantes des participants jeunes (35,87 %) étaient plus élevés que ceux des participants d'âge intermédiaire (32,79 %), $F(1,410) = 8.81$; $p<.01$. Les pourcentages des réponses dominantes des participants d'âge intermédiaire étaient supérieurs à ceux des participants âgés (30,07 %), $F(1,410) = 6.31$; $p<.001$. L'effet d'interaction entre l'âge et la nature grammaticale de la réponse était significatif, $F(2,820) = 31,97$; $p<.001$, $\eta^2p=.07$. Les comparaisons planifiées montraient que lorsque la réponse attendue était un nom, les participants jeunes produisent des pourcentages de réponses dominantes plus grands (33,02 %) que les participants d'âge intermédiaire (29,30 %), $F(1,810)=7,94$, $p<.001$, ces derniers produisant des pourcentages de réponses dominantes plus grands que les participants âgés (24,02 %) , $F(1,810)=8,94$; $p<.001$. Lorsque la réponse attendue était un verbe, les participants jeunes produisaient des pourcentages de réponses dominantes plus grands (38,73 %) que les participants intermédiaires (36,89 %), $F(1,810)=4,71$, $p<.001$,

les pourcentages de ces derniers ne différaient pas significativement de ceux des participants âgés (36,13 %), $F < 1$. L'effet d'interaction double entre l'âge, la nature grammaticale de l'indice et la nature grammaticale de la réponse était significatif, $F(2,820) = 4,24$; $p = .02$, $\eta^2 = .01$. Les comparaisons planifiées montraient que lorsque l'indice était un nom et que la réponse attendue était un nom, les participants jeunes produisaient des pourcentages de réponses dominantes plus grands (34,19 %) que les participants d'âge intermédiaire (30,84 %), $F(1,810) = 5,07$, $p < .001$ et ces derniers produisaient des pourcentages de réponses dominantes plus grands que les participants âgés (24,40 %), $F(1,810) = 7,69$; $p < .001$. Lorsque l'indice était un nom et la réponse attendue un verbe, les participants jeunes produisaient des pourcentages de réponses dominantes plus grands (42,24 %) que les participants d'âge intermédiaire (38,81 %), $F(1,810) = 4,76$, $p < .001$, alors que ces derniers produisaient des pourcentages de réponses dominantes non significativement différents de ceux des participants âgés (40,01 %), $F(1,810) = -1,32$; $p = .19$. Lorsque l'indice était un verbe et que la réponse attendue était un nom, les participants jeunes produisaient des pourcentages de réponses dominantes plus grands (31,86 %) que les participants d'âge intermédiaire (27,78 %), $F(1,810) = 6,17$, $p < .001$, ces derniers produisant des pourcentages de réponses dominantes plus grand que les participants âgés (23,65 %), $F(1,810) = 4,95$; $p < .001$. Lorsque l'indice était un verbe et la réponse attendue un verbe, les participants jeunes (35,10 %) et d'âge intermédiaire (33,71 %) ne produisaient des pourcentages de réponses dominantes significativement différents, $F(1,810) = 1,90$, $p = .06$. Les adultes d'âge intermédiaire ne produisaient pas des pourcentages de réponses dominantes significativement différents de ceux des participants âgés (32,25 %), $F(1,810) = 1,69$; $p = .09$.

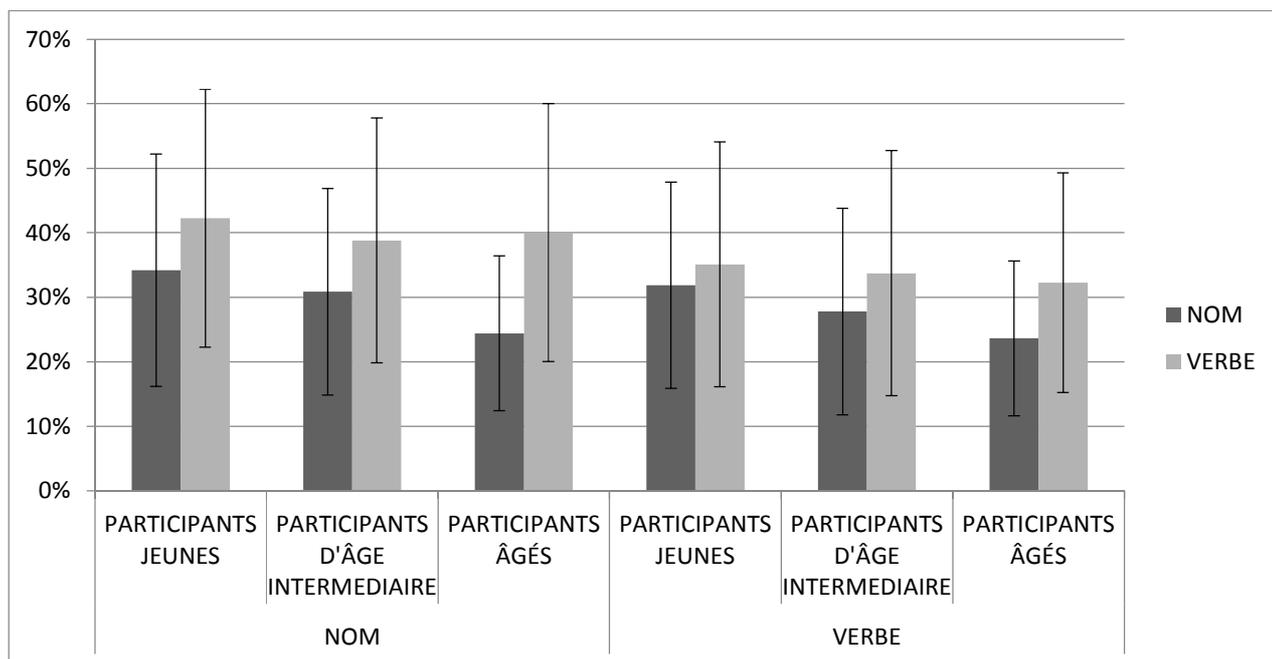


Figure 38. Pourcentage des réponses dominantes en fonction de la nature grammaticale de l'indice et de la réponse attendue et des trois groupes de participants de l'Expérience 4.

En raison de caractéristiques lexicales différenciant les noms et les verbes proposés en indice, une analyse de covariance a été effectuée sur les pourcentages de réponses dominantes avec le statut grammatical de l'indice (nom/verbe) en facteur inter-items, le statut grammatical de la réponse attendue (nom/verbe) et le groupe d'âge des participants (jeunes/d'âge intermédiaire/âgés) en facteur intra-items et la fréquence livres, le nombre de lettres, le nombre de voisins orthographiques et le nombre de syllabes en covariants. L'effet principal de la nature grammaticale de l'indice restait significatif, $F(1,410)=10,14$; $p=.002$. L'effet de l'âge était tendanciel, $F(2,810)=2,75$; $p=.06$. L'effet d'interaction entre la nature grammaticale de l'indice et celle de la réponse attendue restait significatif, $F(1,410)=7,11$; $p=.008$. L'effet d'interaction

double entre la nature grammaticale de l'indice, la nature grammaticale de la réponse attendu et l'âge était également significatif, $F(2,820)=3,02$; $p=.05$.

2.1.4.4 Discussion

Dans cette expérience, nous avons proposé une tâche écrite et informatisée d'association verbale à des participants que nous avons regroupés en trois groupes d'âge (i.e., adultes jeunes, d'âge intermédiaire et âgés), en faisant varier la nature grammaticale de l'indice donné et la nature grammaticale de la réponse attendue. Notre expérience a montré que les associations entre des noms et des verbes étaient modifiées par l'âge et la nature grammaticale de l'indice et de la réponse attendue. Dans un premier temps, nous discuterons les effets de l'âge sur les réponses apportées lors de la tâche d'association verbale. Dans un second temps, nous analyserons les effets de la nature grammaticale de la réponse attendue sur les taux de recouvrements et les pourcentages de réponse dominante. Dans un troisième temps, nous décrirons les effets de la nature grammaticale de l'indice sur les taux de recouvrements et les pourcentages de réponse dominante. Nous analyserons, dans une quatrième partie, les situations de congruence grammaticale entre l'indice et la réponse différentes en fonction de l'âge.

Nous avons validé, tout d'abord, notre hypothèse d'un taux de recouvrement plus important entre les réponses des participants jeunes et d'âge intermédiaire qu'entre les réponses des participants d'âge intermédiaire et les participants d'adultes âgés. De plus, le taux de recouvrement entre les réponses d'âge intermédiaire et des participants âgé était supérieur au taux de recouvrement entre les participants jeunes et les participants âgés. Les associations verbales, indépendamment de la nature

grammaticale de l'indice et de la réponse attendue, seraient donc impactées par l'âge avec des réponses dominantes qui changeraient substantiellement au fur et à mesure de l'avancée en âge. Ainsi, les associations seraient davantage semblables entre les adultes jeunes (moins de 30 ans) et les adultes intermédiaires (de 30 à 59 ans) qu'entre ces derniers et les adultes âgés (60 ans et plus). Cet effet de l'âge sur les associations verbales confirme les données de Hirsh et Tree (2001) obtenues pour la langue anglaise. Dans cette étude, sur les 90 indices proposés, seuls 36 menaient à la production de la même réponse chez un groupe de participants jeunes (entre 21 et 30 ans) et un groupe de participants âgés (entre 66 et 81 ans). Nos données sont aussi en accord avec celles obtenues pour la langue française par Tarrago et al. (2005). Ces derniers, en comparant le matériel commun entre celui utilisé pour leur tâche d'association verbale et celui utilisé par Mullet (1994), Ferrand et Alario (1998) et De la Haye (2003), ont montré une différence dans les réponses de participants âgés et de participants jeunes.

Notre expérience a montré que les taux de recouvrement étaient plus élevés lorsque la réponse attendue était un verbe plutôt qu'un nom. Lors des tâches d'association verbale où la nature grammaticale de la réponse n'était pas indiquée, les réponses produites étaient le plus souvent des noms (e.g, Duscherer & Mounoud, 2006). La production du nom, indépendamment de la nature grammaticale de la cible, serait donc une situation plus naturelle, plus automatique que la production du verbe. Dans notre tâche d'association, la consigne de production d'un verbe pouvait avoir perturbé la production automatique du nom. La production du verbe demanderait, dès lors, davantage d'effort de recherche au sein du lexique mental pour les participants.

Cette recherche aboutirait sur un pool de réponses plus limité lorsque la réponse attendue est un verbe. Ainsi, la probabilité d'un recouvrement serait plus importante pour les verbes que pour les noms. Nos résultats ont, de plus, montré que les pourcentages de réponses dominantes étaient plus forts lorsque la réponse à produire était un verbe plutôt qu'un nom. Ainsi, la réponse dominante pour un mot donné était davantage partagée par les participants lorsqu'il s'agissait de produire un verbe plutôt qu'un nom (e.g. *briser* pour l'indice *casser* davantage partagé que *verre* pour *casser*). Cet effet pourrait apporter un argument supplémentaire à l'hypothèse d'un pool d'associés plus faible pour les verbes que pour les noms et ainsi une possibilité accrue de partage de la réponse par les individus. Cet effet de la nature grammaticale de la réponse à produire n'était plus significatif lorsque les différentes caractéristiques lexicales des noms et des verbes (fréquence livres, nombre de lettres, nombre de voisins orthographiques et nombre de syllabes) étaient placées en covariants. Le pourcentage de réponses dominantes plus important pour les verbes était donc expliqué par le fait que les verbes proposés en indice étaient moins fréquents et plus longs. Les verbes dans la mesure où ils étaient plus rares que les noms activaient un pool plus restreint de verbes que de noms, ce qui aboutissait à des pourcentages de réponse dominante plus élevés lorsque la réponse attendue était un verbe.

Nos résultats ont montré que le taux de recouvrement moyen était plus élevé lorsque l'indice était un verbe plutôt qu'un nom. La réponse dominante était davantage partagée par les différents groupes d'âge lorsque l'indice était un verbe (e.g., *verre* et *briser* pour l'indice *casser* sont davantage partagés que *jeux* et *jouer* pour l'indice *ballon*). Le statut linguistique du verbe pourrait expliquer ce recouvrement plus

important des réponses dominantes. Le verbe donné comme indice activerait les associés, composés des agents et arguments habituellement retrouvés au niveau syntaxique. Le nombre d'associés serait plus limité que lorsqu'un nom est donné comme indice. Dès lors, la probabilité d'un plus grand recouvrement entre les individus serait plus forte lorsque l'indice est un nom. Lorsque l'indice donné était un nom plutôt qu'un verbe, les pourcentages de réponses dominantes étaient plus élevés (e.g, *moto* et *protéger* pour l'indice *casque* sont plus souvent cités que *poubelle* et *remplir* pour l'indice *vider*). La théorie de la diffusion de l'activation postule que l'activation d'un mot se diffuse à ses associés dans le lexique mental (Collins & Loftus, 1975). Les associations reliant les noms entre eux seraient basés sur le lien sémantique entre les noms (e.g., Ferrand & Alario, 1998): coappartenance à une même catégorie super ordonnée, partage de caractéristiques intrinsèques, cooccurrence, ... (e.g., Huttenlocher & Lui, 1979). Lorsque un verbe est activé, la diffusion de l'activation se diffuse aux agents et arguments auxquels le verbe est associé à un niveau syntaxique. Les liens sémantiques partagés par les associés d'un verbe donné seraient plus ténus et les relations d'association seraient plus faibles.

Notre expérience a montré un effet d'interaction entre la nature grammaticale de l'indice donné, la nature grammaticale de la réponse à produire et l'âge. Lorsqu'un nom est donné comme indice et qu'un nom était attendu en réponse, les adultes jeunes produisaient des réponses dominantes au pourcentage d'accord plus élevé que les adultes d'âge intermédiaire, ces derniers produisant des réponses au pourcentage d'accord supérieur à celui des réponses dominantes produites par les adultes âgés (e.g., *film* pour l'indice *caméra* est plus cité par les participants jeunes que par les

participants d'âge intermédiaire, et par les participants d'âge intermédiaire que par les participants âgés). En revanche, lorsque l'indice et la réponse attendue étaient des verbes, les pourcentages n'étaient pas significativement différents entre les groupes (e.g., *marier* pour *épouser* est cité dans les mêmes proportions par les trois groupes). Nous voyons ainsi que les deux situations de congruence grammaticale entre l'indice et la réponse exposaient un profil différent en fonction de l'âge avec une absence de différence entre les trois groupes lorsque les indices et réponses attendues étaient des verbes. La situation verbe/verbe posait potentiellement plus de difficultés aux répondants dans la mesure où les verbes partagent peu de caractéristiques sémantiques (Huttenlocher & Lui, 1979). Pour les situations verbe/nom et nom/verbe, une stratégie syntaxique basée sur les agents et arguments habituellement associés avec le verbe pouvaient permettre aux individus de répondre à la tâche, sans utiliser d'association sémantique. Ce type de stratégie ne pouvait être applicable pour la situation verbe/verbe. Hirsh et Tree (2001) avaient montrés que dans une tâche d'association verbale les participants jeunes produisaient davantage de réponses de type « relationnelles-propositionnelles » que les participants âgés. Nous avons montré que lorsque ce type de réponse est sous-tendu par la consigne, les adultes jeunes obtenaient un pourcentage de réponses dominantes plus élevé que les adultes d'âge intermédiaire et les adultes âgés.

En conclusion, les données de cette étude suggèrent une organisation différente du lexique mental en fonction de la nature grammaticale des mots activés et en fonction de l'âge des individus. Nous avons montré un plus grand recouvrement entre les différentes classes d'âge lorsqu'un verbe était activé plutôt qu'un nom avec néanmoins

dans cette situation des pourcentages de réponse dominante plus faibles. Cela indiquerait un plus faible pool d'associés pour les verbes, associés partageant peu de caractéristiques sémantiques communes. Néanmoins, les taux de réponses dominantes étaient supérieurs lorsqu'il fallait produire un verbe, situation non automatique, qu'un nom, situation plus habituelle et ce d'autant plus que l'indice donné était un nom. Cela pourrait découler de la procédure utilisée lors de cette tâche d'association verbale. Le fait de proposer cette tâche en modalité informatisée sans borne temporelle et sans présence de l'expérimentateur a pu avoir conduit les participants à prendre davantage de temps pour produire la réponse attendue. Ce temps supplémentaire, lorsque la réponse attendue n'est pas habituelle (lorsqu'il faut produire un verbe), a pu permettre la mise en place d'une stratégie d'association syntaxique (en produisant le verbe pour lequel le nom donné représente un agent ou un argument possible) plutôt que sémantique. Nous proposons, de plus, un matériel d'association inédit (voir Annexe G) prenant en compte l'âge des répondants, la nature grammaticale de l'indice et de la réponse à produire. Ce type de matériel n'existe pas, à notre connaissance, en langue française et pourra être utilisé pour des tâches de traitement lexical différenciant les noms et les verbes, telles que les tâches de décision lexicale avec amorçage sémantique.

2.2 Fluences verbales, traitement du verbe dans les pathologies du mouvement

L'objectif de cette partie est de développer les connaissances sur le lien entre les pathologies motrices (i.e., la maladie de Parkinson et les syndromes apparentés) et les tâches de production et de traitement du verbe d'action, à travers trois expériences. L'Expérience 5 porte sur l'atteinte de la fluence d'action dans la maladie de Parkinson et l'adaptation à la contrainte temporelle au sein de cette pathologie. L'Expérience 6 porte sur la diminution de la fluence d'action au sein d'un syndrome parkinsonien atypique : l'atrophie multisystématisée. Enfin, l'Expérience 7 porte sur la production et le traitement du verbe d'action au sein d'une pathologie motrice ne partageant pas les éléments caractéristiques de l'atteinte cognitive parkinsonienne : le tremblement essentiel. Au sein de cette expérience, les performances des patients sont comparées en situation pré et postopératoire ainsi qu'à celles de participants contrôles.

2.2.1 Expérience 5 : effets de la contrainte temporelle sur la performance lors de la tâche de fluence d'action dans la maladie de Parkinson

2.2.1.1 Introduction

Il a été exposé que les performances lors de tâches de fluence verbale sémantique et littérale ne seraient pas diminuées au sein de la maladie de Parkinson en dépit de la nature exécutive de l'atteinte cognitive parkinsonienne (e.g., Dujardin et al., 2003) et de la nature partiellement exécutive de ces tâches (e.g., Henry & Crawford, 2005a, 2005b). Néanmoins, une sensibilité spécifique de la tâche de fluence d'action au sein de la maladie de Parkinson a été décrite par Piatt et al. (1999a). Dans cette dernière étude, le nombre de mots produits en une minute lors de tâches de fluence sémantique,

littérale et d'action était évalué chez trois groupes appariés en âge et en nombre d'années d'études : un groupe de participants atteints de maladie de Parkinson avec démence associée (Moy = 73,90 ans), un groupe de participants atteints de maladie de Parkinson sans démence associée (Moy = 70,30 ans) et un groupe de participants contrôles sains (Moy = 72,86 ans). Le nombre de mots produits en une minute était plus faible au sein du groupe de participants parkinsoniens déments qu'au sein des deux autres groupes. Le groupe de participants parkinsoniens non déments ne différait du groupe de participants contrôles sur aucune des tâches de fluence. L'apport de cette étude était de montrer que la tâche de fluence d'action était celle, parmi les trois tâches proposées, qui distinguait le mieux les patients parkinsoniens déments des patients parkinsoniens non déments. Les auteurs proposaient d'interpréter cette sensibilité de la fluence d'action au regard de l'activation des boucles sous-cortico-frontales. Les boucles fronto-striatales seraient impactées au sein de la maladie de Parkinson (Alexander & Crutcher, 1990). La boucle associative serait responsable du fonctionnement exécutif. Signorini et Volpato (2006) ont montré chez des participants parkinsoniens non-déments que le nombre de mots produits en fluence d'action, était plus faible que celui de participants contrôles. Cette différence n'était pas présente pour les fluences sémantique et littérale. L'apport complémentaire de cette étude est de montrer que deux ans plus tard, alors que la sphère motrice s'était aggravée chez les patients parkinsoniens, le nombre de mots produits en fluence d'action n'avait pas diminué. Cependant, un effet test-retest nous paraît pouvoir expliquer cette absence d'évolution, les participants de cette étude ayant été évalués avec la même tâche à quatre reprises durant deux ans. Delbeuck et al. (2013) ont montré que dans la démence à corps de Lewy, syndrome parkinsonien atypique, la fluence d'action était plus

sensible que la fluence sémantique. Cette différence n'était pas retrouvée chez les patients atteints de maladie d'Alzheimer inclus à cette étude. Nutter-Upham et al. (2008) ont montré que dans le MCI (Mild Cognitif Impairment), pour lequel il n'y a pas d'atteinte motrice associée, le nombre de mots produits lors d'une tâche de fluence d'action n'était pas significativement plus faible pour le groupe de participants atteints (Moy = 71,76 ans) que par le groupe contrôle (Moy = 71,09 ans). Ces résultats sembleraient indiquer que l'atteinte de la production lors de tâches de fluence d'action serait davantage observée dans les pathologies neurodégénératives pour lesquelles la sphère motrice est impliquée que dans les pathologies où elle ne l'est pas.

L'atteinte de la fluence d'action chez les patients atteints de maladie de Parkinson serait en lien avec la nature exécutive de cette tâche (Piatt et al., 1999a, 1999b). L'atteinte exécutive dans la maladie de Parkinson serait liée au dysfonctionnement de la boucle associative (Alexander & Crutcher, 1990 ; Dujardin et al., 2003). Le fonctionnement de la boucle limbique serait également délétère dans l'évolution de la maladie. Cette boucle permet l'adaptation au maintien des buts et aux contraintes environnementales. Elle serait responsable des changements de stratégies nécessaires à la poursuite des buts. Lors de l'Expérience 2 les individus âgés semblaient prendre davantage en compte les contraintes temporelles que les individus jeunes afin de moduler leur performance lors de tâches de fluence verbale. Les adultes âgés produisaient plus de mots au cours de la première minute lorsque la consigne est d'une minute plutôt que de trois minutes. Cette adaptation à la contrainte temporelle, qui semblait au sein de l'Expérience 2 être en lien avec le niveau de vocabulaire,

pourrait être mise en difficulté lorsque le vieillissement revêt un caractère pathologique.

Dans cette étude, nous avons comme objectif de montrer que les patients parkinsoniens, en raison d'une atteinte des boucles associative et limbique, auraient davantage de difficultés que les adultes sains à prendre en compte les contraintes environnementales, ici temporelles, pour adapter leur production lors d'une tâche de fluence d'action. Nous utiliserons donc une tâche de fluence d'action pour laquelle nous faisons varier la consigne temporelle : produire en une minute et produire en trois minutes le plus grand nombre de choses que l'on peut faire (voir Expérience 2). Seule la première minute de production sera comparée pour les deux consignes temporelles. Cette tâche sera proposée à des patients atteints de maladie de Parkinson non déments ainsi qu'à des participants contrôles appariés en âge et en nombre d'années d'études.

Une première hypothèse, centrale dans cette étude, est que nous nous attendons à un effet de la maladie de Parkinson sur le nombre de mots produits en fluence d'action. Les participants atteints de la maladie de Parkinson devraient produire moins de mots en une minute que les participants contrôles. Une deuxième hypothèse importante est que nous nous attendons à ce que davantage de mots soient produits en une minute lorsque la consigne temporelle est d'une minute plutôt que trois minutes, et ce davantage chez les participants contrôles sains que chez les participants atteints de maladie de Parkinson. De plus, de plus petits regroupements et moins d'alternances lors de la tâche de fluence d'action chez les patients atteints de maladie de Parkinson que chez les participants contrôles.

2.2.1.2 Méthode

2.2.1.2.1 Participants

Douze patients atteints de maladie de Parkinson (Moy = 66,6 ans), dont une femme, et 12 participants contrôles, dont huit femmes, appariés sur l'âge (Moy = 64,4 ans), le niveau d'étude et le vocabulaire ont été inclus à l'expérience. Les caractéristiques des participants sont présentées dans le Tableau 9. Les patients atteints de maladie de Parkinson étaient suivis et ont été recrutés au sein du Centre Expert Parkinson du centre hospitalier de Bordeaux et les participants contrôles ont été recrutés au sein de l'Université du temps libre. Les participants étaient tous de langue maternelle française. L'ensemble des participants a été évalué cognitivement à l'aide du MMSE avec un seuil d'inclusion à 26. Ce seuil est utilisé comme seuil pathologique dans la maladie de Parkinson par Martinez-Ramirez et al. (2014). Les deux groupes de participants ne différaient pas en termes de nombre d'années d'études. La durée de maladie (depuis l'apparition des premiers symptômes) était relevée. La sévérité des symptômes était évaluée à l'aide de l'échelle de Hoehn et Yahr (2011). Sur cette échelle, la sévérité est qualifiée par le neurologue sur une échelle allant de 1, où les symptômes sont légers et unilatéraux, à 5, représentant un état cachectique avec invalidité totale. Il est à noter que les patients ont été évalués en situation ON de traitement. Le score moyen à l'échelle Hoehn et Yahr était de 2,4. Le stade 2 décrit une atteinte bilatérale ou axiale (souvent à prédominance unilatérale) entraînant un certain handicap sans altération de l'équilibre. Le stade 3 correspond à une atteinte bilatérale avec apparition d'une altération de l'équilibre associée à une gêne fonctionnelle.

Tableau 9. *Caractéristiques des participants de l'Expérience 5.*

	Patients MPI	Participants contrôles	P value
Effectif	12	12	-
Age	67.5 (\pm 7.3)	66.8 (\pm 5.6)	.80
MMSE	28.8 (\pm 0.9)	29.2 (\pm 0.7)	.21
Mill-Hill	33.5 (\pm 6.5)	37.8 (\pm 3.1)	.06
Années d'étude	12.8 (\pm 2.8)	13.3 (\pm 3.3)	.64
Durée maladie (années)	7.9 (\pm 4.9)	-	-
Hoehn & Yahr - ON	2.4 (\pm 0.5)	-	-

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. MPI = Maladie de Parkinson Idiopathique ; MMSE = Mini Mental State Examination; Hoehn & Yahr - ON = évaluation de la sévérité des symptômes en phase d'efficacité du traitement.

2.2.1.2.2 Procédure et matériel

Procédure générale

Les participants ont été reçus individuellement dans une pièce calme. Après une explication globale de l'expérience, un formulaire de consentement était proposé. Les participants remplissaient dans un premier temps le questionnaire de vocabulaire du Mill-Hill (Deltour, 1998). Dans un second temps, le MMSE (Folstein et al., 1975) était administré. Les participants étaient ensuite évalués sur les trois tâches de fluence dans un ordre randomisé. A l'instar de l'Expérience 2, deux consignes étaient possibles pour les tâches de fluence : la moitié des participants a reçu pour consigne de produire le plus grand nombre possible de mots en une minute et l'autre moitié en trois minutes.

Des *t* de Student ont été calculés afin de déterminer si les caractéristiques des participants par groupe différaient en fonction de la consigne qu'ils s'étaient vu attribuer. Chez les participants atteints de maladie de Parkinson, les différences entre les types de consigne n'étaient pas significatives pour l'âge ($p=.94$), la durée de la maladie ($p=.24$), le stade de sévérité Hoehn et Yahr ($p=.54$), le nombre d'années d'étude ($p=.92$) et le MMSE ($p=.34$). Une différence tendancielle existait entre les deux consignes au niveau du score au Mill Hill ($p=.07$) avec un score plus élevé (Moy = 36,83) pour les participants ayant reçu la consigne d'une minute que pour les participants ayant reçu la consigne de trois minutes (Moy = 30,17). Chez les participants contrôles, les différences entre les types de consigne n'étaient pas significatives pour l'âge ($p=.47$), le nombre d'années d'étude ($p=.62$), le MMSE ($p=.45$) et le Mill Hill ($p=.18$). Seule la première minute de production a été traitée afin d'évaluer l'influence de la consigne temporelle sur la production en une minute. Chaque participant ne rencontrait qu'une seule des consignes temporelles. Les consignes étaient attribuées de façon randomisée. Pour chaque tâche de fluence, l'examineur demandait si le participant avait des questions et lui indiquait d'éviter les répétitions. La production des participants était reportée à l'écrit et enregistrée sur un dictaphone afin de pouvoir vérifier la prise de notes. Le nombre de mots produits était relevé et la taille des regroupements, le nombre d'alternances calculés à posteriori. L'ensemble de la procédure durait environ une demi-heure.

Fluence d'action

En dehors de la consigne temporelle, la procédure pour évaluer la fluence d'action était similaire à celle employée dans l'Expérience 1.

Mill Hill

Le niveau de vocabulaire des participants a été évalué à l'aide du questionnaire de Mill Hill (Deltour, 1998) selon la procédure décrite pour l'Expérience 1.

2.2.1.3 Résultats

Des ANOVAs avec le groupe (Maladie de Parkinson/Contrôle) et la consigne (1 minute/3 minutes) en facteurs inter sujets ont été menées sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements et le nombre d'alternances pour la fluence d'action.

2.2.1.3.1 Nombre de mots

Le nombre de mots produits, pour la tâche de fluence d'action par groupe et par type de consigne est présenté sur la Figure 39. Les résultats de l'ANOVA montraient un effet significatif du groupe, $F(1,20)=10,24$; $p=.004$, $\eta^2p=.34$. Cet effet était expliqué

par un nombre plus faible de verbes d'action produits par les patients atteints de maladie de Parkinson (Moy = 12,59) que par les participants âgés sains (Moy = 18,17). L'effet de la consigne n'était pas significatif, $F(1,20) = 1,94$; $p=.18$. En revanche, l'effet d'interaction groupe X consigne était significatif, $F(1,20)=6,90$; $p=.02$, $\eta^2p=.26$. Le nombre de mots produits en une minute était plus important chez les adultes âgés sains pour une consigne d'une minute (Moy = 21,83) plutôt que de trois minutes (Moy = 14,5), $F(1,20) = 8,84$; $p=.008$. En revanche, le nombre de mots produits ne différait pas entre la consigne d'une minute (Moy = 11,67) et la consigne de trois minutes (Moy = 13,50) chez les patients atteints de maladie de Parkinson, $F(1,20) = 0,55$; $p=.47$.

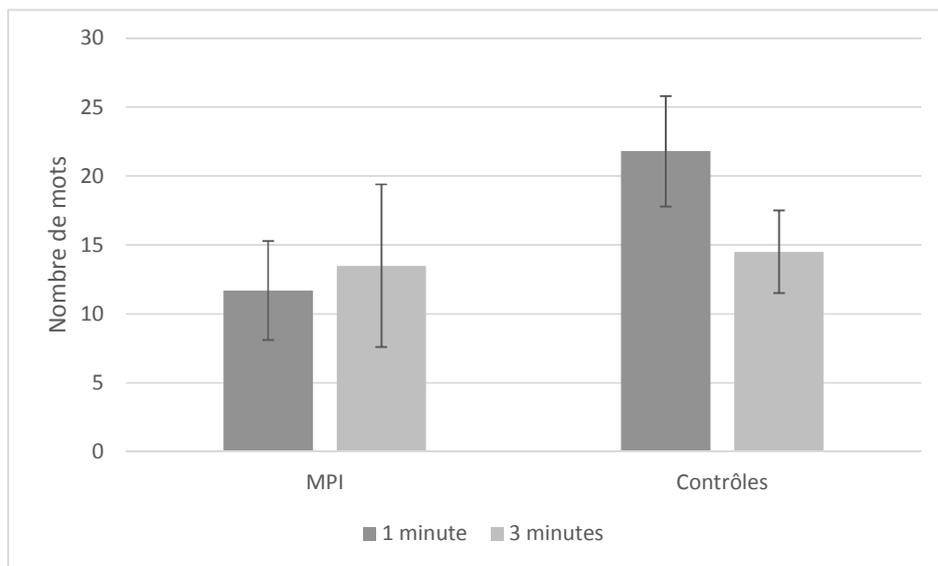


Figure 39. Nombre de mots produits en fluence d'action par consigne temporelle et par groupe de participants dans l'Expérience 5.

2.2.1.3.2 Taille des regroupements et nombre d'alternances

La taille des regroupements et le nombre d'alternance pour la fluence d'action, par consigne et par groupe de participants sont présentés dans le Tableau 10.

Les résultats de l'ANOVA sur la taille des regroupements dans la fluence d'action ne montraient pas d'effets significatifs du groupe et de la consigne, ni de l'interaction entre ces deux facteurs, $F_s < 1$.

Les résultats de l'ANOVA sur le nombre d'alternances pour la fluence d'action ne montraient pas d'effets significatifs du groupe et de la consigne, $F(1,20) = 2,57$; $p = .12$ et $F < 1$, respectivement. L'interaction entre ces deux facteurs était tendancielle, $F(1,20) = 3,69$; $p = .07$. Les participants contrôles alternaient davantage pour une consigne d'une minute (Moy = 12,33) que pour une consigne de trois minutes (Moy = 7,83), $F(1,20) = 4,16$; $p = .05$, tandis que le nombre d'alternances produites par les participants atteints de maladie de Parkinson ne différait pas significativement entre la consigne d'une minute (Moy = 6,83) et celle de trois minutes (Moy = 8,33), $F(1,20) = 0,46$; $p = .50$.

Tableau 10. Taille des regroupements et nombre d'alternances pour la tâche de fluence d'action, chez les deux groupes de participants, par consigne temporelle, dans l'Expérience 5.

	Participants MPI		Participants contrôles	
	1	3	1	3
Consigne en minute				
Fluence d'action				
Taille des regroupements	0.87 (± 1.58)	0.55 (± 0.42)	0.69 (± 0.43)	1.18 (± 1.68)
Nombre d'alternances	6.83 (± 4.36)	8.33 (± 4.55)	12.33 (± 2.42)	7.83 (± 3.6)

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. MPI = Maladie de Parkinson Idiopathique.

2.2.1.3.3 Corrélation entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs

Des corrélations ont été menées afin de déterminer, parmi les indicateurs qualitatifs, quels indicateurs étaient liés au nombre de verbes d'action produits au sein des deux groupes. Les corrélations entre le nombre de mots produits, la taille des regroupements et les alternances sont présentées dans l'Annexe H. Le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence d'action était fortement corrélé au nombre d'alternances au sein du groupe de participants atteints de Maladie de Parkinson ($r=.79$, $p<.05$). Pour cette fluence, le nombre d'alternances était négativement corrélé à la taille des regroupements ($r= -.60$; $p<.05$). Au sein du groupe de participants contrôles, le nombre de verbes d'action produits était également corrélé au nombre d'alternances ($r=.65$, $p<.05$) lui-même négativement corrélé à la taille des regroupements ($r= -.79$, $p<.05$). Chez les participants atteints de maladie de Parkinson, le nombre de mots

produits durant la fluence d'action était corrélé positivement au score de MMSE ($r=.90$, $p<.05$) mais pas à la durée de la maladie ou à la sévérité (voir Annexe H).

2.2.1.4 Discussion

L'objectif de cette expérience était de montrer que la maladie de Parkinson entraîne une diminution du nombre de mots produits en fluence d'action. Nous avons également pour objectif de montrer que les participants contrôles prennent davantage en compte la consigne temporelle pour adapter leur production. Nos résultats montrent un effet de la pathologie sur la production quantitative en tâche de fluence d'action et un effet de la consigne temporelle chez les participants contrôles. Dans un premier temps, nous discuterons l'atteinte de la fluence d'action dans la maladie de Parkinson. Dans un second temps, nous analyserons les effets de la consigne temporelle sur la production quantitative et qualitative des adultes âgés sains et des participants atteints de la maladie de Parkinson.

Nous montrons que la maladie de Parkinson a un effet sur le nombre de mots produits en fluence d'action. Les participants atteints de la maladie de Parkinson produisaient moins de mots en une minute que les participants contrôles. Nos résultats sont congruents avec ce qui avait été montré par Piatt et al. (1999a) et Singnorini et Volpato (2005). Ces auteurs ont montré que le nombre de mots produits en fluence d'action était plus faible que celui produits par des participants contrôles ou des participants atteints de pathologie neurologique non-motrice. McDowd et al. (2011) avaient également montré une altération de la fluence d'action dans un groupe de

patients atteints de maladie de Parkinson à l'aide d'une version alternative de la tâche de fluence d'action. Dans cette étude, la fluence d'action telle que définie par Piatt et al. (1999a) était moyennée à d'autres fluences impliquant l'action (e.g., choses que l'on peut faire à un œuf). Les résultats indiquaient une sensibilité de l'adaptation de la tâche de fluence d'action à la maladie de Parkinson. Nous confirmons ici l'atteinte de la fluence d'action dans la maladie de Parkinson avec la consigne proposée par Piatt et al (1999a).

Le résultat majeur de cette étude est que nous avons montré un effet de la consigne sur le nombre de mots produits en une minute uniquement au sein de notre groupe de participants contrôles. Davantage de mots étaient produits par les participants contrôles en une minute lorsque la consigne temporelle est d'une minute plutôt que de trois minutes. Cet effet était en lien avec un plus grand nombre d'alternances chez les participants contrôles lorsque la consigne était d'une minute plutôt que de trois. Les patients atteints de maladie de Parkinson n'adaptaient pas leur performance comme le faisaient les adultes âgés sains, consécutivement à l'atteinte des boucles fronto-striatales et notamment la boucle limbique (Alexander & Crutcher, 1990). Nos données sont en accord avec les travaux récents de Van Keulen-Rouweler et al. (2017) qui ont montré que les personnes atteintes de maladie de Parkinson éprouvaient des difficultés à utiliser des stratégies pour s'adapter aux activités de la vie quotidienne. Dans cette étude, 190 participants atteints de maladie de Parkinson (entre le stade 1 et le stade 4 sur l'échelle de Hoehn et Yahr) avaient été évaluées grâce au protocole Perceive, Recall, Plan et Perform. Les résultats des patients parkinsoniens étaient déficitaires pour les stratégies de planification. Cette altération de la

planification en lien avec la détérioration exécutive observée dans l'évolution de la maladie (Dujardin et al. 2003), pourrait expliquer l'absence d'effet significatif de la contrainte temporelle sur le nombre de mots produits en fluence d'action. Ce rôle de la planification sur le nombre de mots produits en fluence d'action pourra être exploré dans de futures expériences. Guehl et al. (2008) ont montré que la détection de courtes intervalles de temps était altérée dans la maladie de Parkinson comparativement à des participants contrôles. L'interprétation en termes de ralentissement de l'horloge interne (Artieda et al., 1992) n'était pas, selon les auteurs, applicable aux courtes durées utilisées pour cette étude. Néanmoins, pour des durées plus longues, telles que celles utilisées dans notre expérience, l'hypothèse de l'altération de la perception du temps chez les individus atteints de maladie de Parkinson reste à étudier dans de futures études. De plus, au niveau qualitatif, les participants atteints de maladie de Parkinson n'alternaient pas moins pour une consigne de trois minutes que d'une minute. Troyer et al. (1998) avaient montré que les personnes atteintes par la maladie de Parkinson ne produisaient pas moins de mots, d'alternances ou de plus petits regroupements que les personnes saines lors de tâches de fluence sémantique et littérale. En revanche, chez les personnes touchées par une démence en lien avec la maladie de Parkinson, le nombre de mots produits et le nombre d'alternances étaient plus faibles que ceux du groupe de participants contrôles. Les regroupements étaient aussi de plus petite taille (en fluence littérale uniquement) chez les participants atteints de démence liée à la maladie de Parkinson que chez les participants contrôles. Dans notre expérience, portant sur des participants parkinsoniens non déments uniquement, les effets du groupe, de la consigne et l'interaction entre ces deux facteurs étaient non-significatifs pour la taille des regroupements. L'atteinte de des processus d'alternances serait, donc, plus précoce

dans l'évolution de la maladie de Parkinson et la tâche de fluence d'action serait sensible à cette atteinte.

En conclusion, notre expérience montre que les individus atteints de maladie de Parkinson, contrairement aux individus sains, n'adaptent pas leur production en fluence d'action en fonction de la consigne temporelle. Ce défaut stratégique est lié au processus d'alternance. De futures études pourraient s'intéresser au lien partagé entre la fluence verbale (i.e., sémantique, littérale et d'action) et la planification. Nos conclusions permettent de souligner l'importance de ce qui est donné en consigne aux participants lors de tâches de fluence verbale. L'indication claire des bornes temporelles de la production influence le nombre de mots produits et les stratégies mises en place. Nos résultats montrent la sensibilité de la tâche de fluence d'action à l'atteinte cognitive parkinsonienne et de futures études, à l'instar de ce qui a été montré par Delbeuck et al. (2013), s'intéresseront à l'atteinte potentielle de la fluence d'action dans des syndromes parkinsoniens atypiques et d'autres pathologies neurologiques ayant une incidence directe sur la motricité. Borden et al. (2014) ont montré que le score en fluence littérale dans une situation postopératoire immédiate après stimulation cérébrale profonde des noyaux sous-thalamiques prédisait le score pour les mêmes fluences à long terme. De plus, il a été montré que la diminution de la fluence littérale, également en situation postopératoire, était en lien avec une diminution de la vitesse de traitement alors que la diminution de la fluence sémantique était en lien avec l'accroissement de l'apathie (Houvenaghel et al., 2015). De futures études pourront analyser l'évolution, entre la situation préopératoire et la situation postopératoire, du

lien entre la fluence d'action et les fonctions exécutives chez des patients parkinsoniens.

2.2.2 Expérience 6 : Fluence verbale dans l'atrophie multi-systématisée : atteinte spécifique de la fluence d'action

2.2.2.1 Introduction

L'atrophie multisystématisée est cognitivement marquée par une atteinte exécutive prédominante (Dujardin et al., 2003). Cette atteinte ne marque pas forcément une porte d'entrée vers un syndrome démentiel dans la mesure où la démence est un critère d'exclusion de l'atrophie multisystématisée (Gilman et al., 2008). Néanmoins, un faible pourcentage de patients atteints remplirait les critères de démence parkinsonienne proposés par la Movement Disorder Society (Auzou et al., 2015). Si l'atteinte de la fluence verbale sémantique et littérale a été décrite au sein de la pathologie (e.g., Kawai et al., 2008), aucune étude n'a étudié, à notre connaissance, les performances de patients lors d'une tâche de fluence d'action. Cependant, une évolution principalement sémantique des troubles cognitifs de l'atrophie mutisystématisée a été décrite via une étude de cas (Apostolova, Klement, Bronstein, Vinters & Cummings, 2006). L'analyse quantitative et qualitative de la production de verbes d'action au sein de l'atrophie multisystématisée pourrait apporter davantage de connaissances quant à la possible atteinte exécutive relevée au sein de ce syndrome parkinsonien atypique. L'atteinte exécutive expliquerait une atteinte de la fluence d'action conjointe à une atteinte de la fluence littérale dans la mesure où ces deux

fluences semblent davantage liées aux processus exécutifs (voir Expérience 1). Une explication alternative de l'atteinte de la fluence d'action, si elle était relevée sans atteinte des autres fluences chez les patients atteints d'atrophie multisystématisée, serait une explication reposant sur la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991). Le cortex moteur apparaît comme atteint au sein de cette pathologie (Kawai et al., 2008). Une atteinte importante des aires motrices avait été, par le passé, décrite dans une étude de cas (Wakabayashi, Ikeuchi, Ishikawa & Takahashi, 1998). Dans la mesure où la théorie de la cognition incarnée postule que le traitement et la production des verbes d'action sont partiellement dépendants des aires motrices, l'hypothèse d'une sensibilité spécifique de la fluence d'action dans l'atrophie multisystématisée nous paraît adaptée.

Nous proposons dans cette expérience des tâches de fluence sémantique, littérale et d'action à des participants atteints d'atrophie multisystématisée ainsi qu'à des participants contrôles. Pour chacune de ces tâches de fluence verbale, nous proposons un temps de production de trois minutes, temps allongé par rapport à ce qui est proposé habituellement dans les études (e.g., Sauzéon et al., 2011) et en pratique clinique (e.g., Godefroy & GREFEX, 2008). Nous avons vu qu'un temps de production porté à trois minutes permettait de différencier le nombre de mots produits par des individus jeunes et par des individus âgés (voir Expérience 1). Au niveau quantitatif, nous faisons l'hypothèse d'un nombre de mots produits en fluence verbale plus faible chez les participants atteints d'atrophie multisystématisée que chez les participants contrôles. Nous prévoyons un effet du temps. Plus de mots seront produits lors des 30 premières secondes que lors des périodes suivantes pour les tâches de fluence verbale. Cet effet sera plus important chez les participants atteints d'atrophie multisystématisée

que chez les participants contrôles. Au niveau qualitatif, nous prévoyons des regroupements plus petits chez les participants atteints d'atrophie multisystématisée que chez les participants contrôles. Cette différence sera la plus importante pour la tâche de fluence d'action. Nous prévoyons un effet du groupe sur le nombre d'alternances avec moins d'alternances produites par les participants atteints d'atrophie multisystématisée que par les participants contrôles.

2.2.2.2 Méthode

2.2.2.2.1 Participants

Dix patients atteints d'atrophie multisystématisée (Moy = 66,6 ans), dont 6 femmes, et dix participants contrôles, dont 4 femmes, appariés sur l'âge (Moy = 64,4 ans), le niveau d'études et le vocabulaire ont été inclus à l'expérience. Les caractéristiques des participants sont présentées dans le Tableau 11. Les patients atteints d'atrophie multisystématisée étaient suivis et ont été recrutés au sein du centre AMS du centre hospitalier de Bordeaux et les participants contrôles ont été recrutés majoritairement au sein de l'Université du temps libre ainsi que dans la communauté. Les participants étaient tous de langue maternelle française. L'ensemble des participants a été évalué cognitivement à l'aide du MMSE sans seuil d'inclusion afin de prendre en compte la possibilité d'une baisse d'efficacité cognitive au sein de l'atrophie multisystématisée. La durée de la maladie (depuis l'apparition des premiers symptômes) des patients était relevée. Parmi les patients atteints d'atrophie multisystématisée, six étaient atteints d'une forme parkinsonienne et quatre d'une

forme cérébelleuse. Ces patients étaient atteints depuis 6,2 ans en moyenne. La sévérité de la maladie était évaluée par le neurologue à l'aide de la Unified MSA Rating Scale. (UMSARS; Wenning et al., 2004). Pour cette échelle, les patients étaient évalués par le neurologue sur trois sous-parties : l'historique médical (comprenant l'estimation des difficultés de langage, de déglutition, de graphie...), l'examen moteur (comprenant l'examen du discours, de l'expression faciale, du tremblement, ...) et de la dysautonomie générale (sur une échelle de Likert graduée de 1 à 5). Le score maximal était de 109 points. Les deux groupes de participants ne différaient pas sur le nombre d'années d'études.

Tableau 11. *Caractéristiques des participants de l'Expérience 6.*

	Patients AMS	Participants contrôles	P value
Effectif	10 (6 P/4 C)	10	-
Age	66.6 (\pm 7.5)	64.4 (\pm 13.4)	.66
MMSE	26.6 (\pm 2.7)	28.8 (\pm 1.2)	.02
Mill-Hill	37.6 (\pm 3.4)	40.02 (\pm 1.2)	.06
Années d'étude	14.1 (\pm 2.5)	15.5 (\pm 2.3)	.12
Durée maladie	6.2 (\pm 2.94)	-	-
UMSARS	41.3 (\pm 14.89)	-	-

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. AMS = Atrophie Multisystématisée ; MMSE = Mini Mental State Examination; UMSARS = Unified MSA Rating Scale.

2.2.2.2.2 Procédure et matériel

Procédure générale

Les patients atteints d'atrophie multisystématisée ont été reçus individuellement dans un bureau au sein du CHU de Bordeaux. Après une explication du déroulé de l'évaluation, la participation était proposée et, le cas échéant, un formulaire de consentement était signé. Un rendez-vous médical suivait l'évaluation et l'échelle des troubles moteurs et non-moteurs de l'atrophie multisystématisée, l'UMSARS (Wenning et al., 2004) était cotée auprès des patients. Les résultats moyens à cette échelle sont présentés dans le Tableau 12. Les participants contrôles étaient reçus dans une pièce calme au sein du laboratoire de psychologie de l'Université de Bordeaux. Les participants remplissaient dans un premier temps le questionnaire de vocabulaire du Mill-Hill (Deltour, 1998). Ensuite, le MMSE (Folstein et al., 1975) était administré afin de mesurer l'efficacité cognitive des participants. Les participants étaient ensuite évalués sur les trois tâches de fluence présentées dans un ordre randomisé. Pour chaque tâche de fluence, l'examineur demandait si le participant avait des questions et lui indiquait d'éviter de se répéter. La production des participants était retranscrite à l'écrit et était enregistrée sur un dictaphone afin de pouvoir vérifier la prise de notes. Le nombre de mots produits était relevé et la taille des regroupements, le nombre d'alternances calculés à posteriori. L'ensemble de la procédure durait environ une demi-heure.

Tâches de fluence sémantique, littérale et d'action

La procédure pour évaluer les fluences sémantique, littérale et d'action était similaire à celle employée dans l'Expérience 1.

Mill Hill

Le niveau de vocabulaire des participants a été évalué à l'aide du questionnaire de Mill Hill (Deltour, 1998) selon la procédure décrite pour l'Expérience 1.

2.2.2.3 Résultats

Des ANOVAs avec le groupe (atrophie multisystématisée/contrôle) en facteur inter sujets, le type de fluence (action/sémantique/littérale) et le temps (P1 à P6) en facteurs intra sujets, ont été menées sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements et le nombre d'alternances. Le tableau récapitulatif des scores totaux pour chaque fluence et chaque groupe est présenté sur l'Annexe I.

En raison d'un score au MMSE chez les patients atteints d'atrophie multisystématisée significativement inférieur et d'un score au Mill Hill tendanciuellement inférieur à ceux obtenus par les participants contrôles, des analyses de covariance ont ensuite été effectuées pour ce même plan d'analyse et sur les mêmes variables dépendantes, avec les scores au MMSE et au Mill-Hill placés en covariants.

Des analyses de corrélations ont été menées afin de déterminer, pour chaque fluence, quels indicateurs qualitatifs (i.e., regroupements et alternances) étaient liés à la performance quantitative (i.e., nombre de mots).

2.2.2.3.1 Effets de l'Atrophie Mutisystématisée sur le nombre de mots produits lors des tâches de fluence

Analyses de variance et de covariance

Le nombre de mots produits par groupe de participants, type de fluence et pour chaque période est présenté sur la Figure 40. Les résultats de l'ANOVA montraient un effet principal du groupe, $F(1,18)=5,27$; $p=.03$, $\eta^2p=.23$, avec moins de mots produits par les patients atteints d'atrophie multisystématisée (Moy = 27,43) que par les participants contrôles (Moy = 39,57). L'effet principal du type de fluence était significatif, $F(2,36) = 12,23$; $p<.001$, $\eta^2p=.40$. Les comparaisons planifiées ont montré que davantage de mots étaient produits lors de la fluence d'action (Moy = 35,35) que lors de la fluence littérale (Moy = 27,8), $F(1,18) = 5,02$; $p<.001$. Le nombre de mots produits ne différait pas significativement entre la fluence d'action et la fluence sémantique (Moy = 37,35), $F<1$. L'effet principal du temps était significatif, $F(5,90) = 54,74$; $p<.001$, $\eta^2p=.75$. Le nombre de mots produits au cours des 30 premières secondes était supérieur (Moy = 9,4) au nombre de mots produits sur la période suivante (P2, 31 - 60 secondes, Moy = 6), $F(1,18) = 9,23$; $p<.001$. Le nombre de mots produits était plus élevé pour la deuxième période que pour la troisième période (P3, 61 - 90 secondes, Moy = 5,07), $F(1,18) = 2,41$; $p=.03$. Le nombre de mots produits au cours de

la troisième période était également supérieur au nombre de mots produits durant la quatrième période (P4, 91 - 120 secondes, Moy = 4,25), $F(1,18) = 3,01$; $p=.008$. L'effet d'interaction entre le groupe et le type de fluence n'était pas significatif, $F(1,18) = 1,38$; $p=.26$. L'effet d'interaction entre le groupe et le temps n'était pas significatif, $F(5,90) = 1,68$; $p=.15$. En revanche, l'effet d'interaction entre le type de fluence et le temps était significatif, $F(10,180) = 2,74$; $p=.004$. Plus précisément, le nombre de mots produits était plus élevé lors de la seconde période (P2) que lors de la troisième période (P3) pour les fluence d'action (Moy P2 = 6,30 et Moy P3 = 5,25 ; $F(10,180) = 2,64$; $p=.02$) et sémantique (Moy P2 = 7,4 et Moy P3 = 5,7 ; $F(10,180) = 2,95$; $p=.009$), mais ne différait pas significativement entre ces périodes pour la fluence littérale (Moy de P2 = 4,30 et Moy de P3 = 4,25, $F<1$). L'effet d'interaction entre les trois facteurs n'était pas significatif, $F<1$.

L'ANCOVA montrait un effet principal du groupe tendanciel, $F(1,18) = 4,12$; $p=.06$, $\eta^2p=.20$. L'effet principal du type de fluence n'était pas significatif, $F(2,36) = 2$; $p=.15$. L'effet principal du temps était significatif, $F(5,90)=2,56$; $p=.04$, $\eta^2p=.14$. Les effets d'interaction entre le groupe et le temps, entre le groupe et le type de fluence et entre le type de fluence et le temps n'étaient pas significatifs, $F(5,90) = 1,75$; $p=.13$ et $Fs<1$ respectivement. L'effet d'interaction entre ces trois facteurs n'était pas significatif, $F<1$.

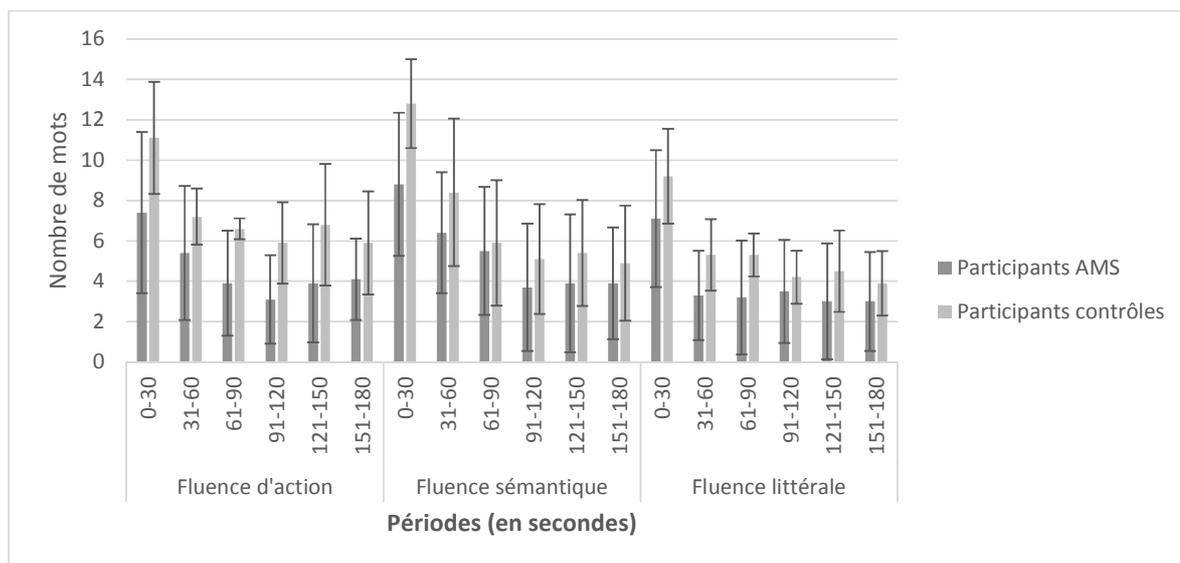


Figure 40. Nombre de mots produits par les deux groupes de participants par type de fluence et par période (en secondes) pour l'Expérience 6.

Corrélations entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs

L'ensemble des corrélations entre le nombre de mots et les indicateurs qualitatifs est présenté sur l'Annexe J. Le nombre de mots produits pour la fluence d'action était fortement corrélé au nombre d'alternances ($r=.95$, $p<.05$) et de regroupements ($r=.87$, $p<.05$) au sein du groupe de patients atteints d'atrophie multisystématisée. Le nombre d'alternances était, pour ce groupe, inversement corrélé à la taille des regroupements ($r= -.71$; $p<.05$). Cette corrélation négative existait aussi chez les participants contrôles ($r= -.89$, $p<.05$). Cependant, aucun indicateur ne corrélait avec le nombre de mots produits.

Pour la fluence sémantique, le nombre de mots produits par les patients atteints d'atrophie multisystématisée corrélait positivement au nombre d'alternances ($r=.94$,

$p < .05$) ; sans corrélation entre cet indicateur et la taille des regroupements. Un profil similaire était observé chez les participants contrôles avec une corrélation entre le nombre de mots produits et le nombre d'alternances ($r = .65$, $p < .05$), cet indicateur n'étant pas lié à la taille des regroupements.

Le nombre de mots produits par les participants atteints d'atrophie multisystématisée pour la fluence littérale, était fortement corrélé au nombre d'alternances ($r = .98$; $p < .05$) sans que cet indicateur ne soit lié à la taille des regroupements. En revanche, une corrélation négative entre la taille des regroupements et le nombre d'alternances était relevée chez les participants contrôles ($r = -.79$; $p < .05$), sans qu'aucun de ces indicateurs ne soit corrélé au nombre de mots produits.

Corrélations entre les tâches de fluences et les scores moteurs

Il n'existait aucune corrélation significative entre les performances lors des tâches de fluence des participants atteints d'atrophie multisystématisée, leurs scores d'UMSARS et la durée de la maladie (voir Annexe K).

2.2.2.3.2 Effets de l'Atrophie Mutisystématisée sur la taille des regroupements lors des tâches de fluence

Les tailles de regroupements par type de fluence, par période et par groupe sont présentées sur la figure 41. Les résultats de l'ANOVA montraient un effet principal du groupe $F(1,18) = 5,61$; $p = .03$, $\eta^2 p = .24$, avec des regroupements de plus petites tailles chez les patients atteints d'atrophie multisystématisée (Moy = 0,56) que chez les

participants contrôles (Moy = 1,63). Aucun autre effet n'était significatif ($p > .10$). L'effet du groupe n'était pas maintenu lorsque le Mill-Hill et le MMSE étaient placés en covariants et aucun autre effet n'était significatif (voir Tableau 13).

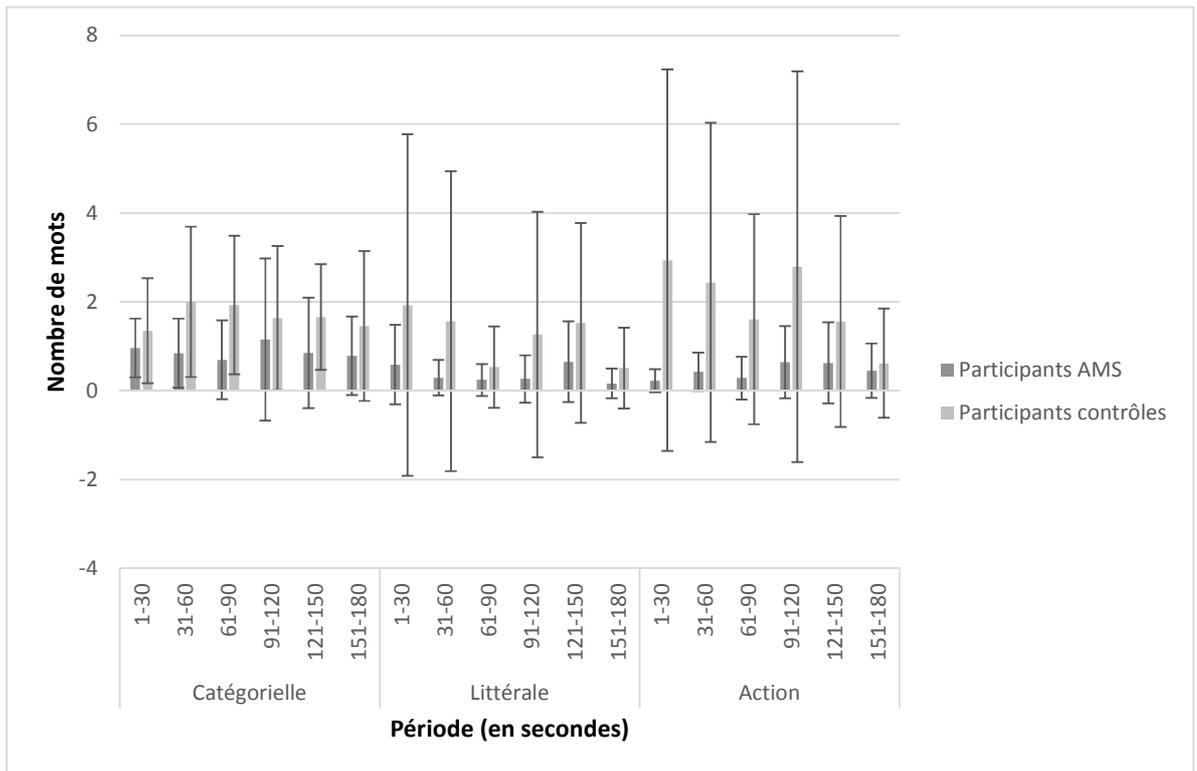


Figure 41. Taille moyenne des regroupements (en nombre de mots) pour les trois types de fluence par période (en secondes) pour les deux groupes de l'Expérience 6.

2.2.2.3.3 Effets de l'Atrophie Mutisystématisée sur le nombre d'alternances lors des tâches de fluence

Le nombre d'alternances en fonction du temps, du type de fluence et du groupe est présenté sur la Figure 42. Les résultats de l'ANOVA ne montraient pas d'effet significatif du groupe, $F < 1$, ni d'effet du type de fluence, $F < 1$. En revanche, l'effet principal du temps était significatif, $F(5,90) = 23.30$; $p < .001$, $\eta^2 p = .56$, avec un nombre d'alternances plus important lors de la première période (P1, 0-30 secondes, Moy = 5,13) que lors de la seconde période (P2, 31-60 secondes, Moy = 3,55), $F(1,18) = 4,29$; $p < .001$, ce dernier étant supérieur au nombre d'alternances produites lors de la période suivante (P3, 61-90 secondes, Moy = 2,88), $F(1,18) = 2,24$; $p = .04$. Les interactions entre le groupe et le type de fluence, ainsi qu'entre le groupe, le temps et le type de fluence n'étaient pas significatives, $F_s < 1$. L'effet d'interaction entre nos trois facteurs n'était pas non plus significatif, $F(10,180) = 1,55$; $p = .12$.

Lorsque le Mill-Hill et le MMSE étaient placés en covariants, l'effet principal du type de fluence était tendanciel, $F(2,36) = 2.78$; $p = .08$. Davantage d'alternances étaient produites pour la fluence d'action (Moy = 21,3) que pour la fluence sémantique (Moy = 16,95), $F(1,18) = 2,20$; $p = .04$. Le nombre d'alternances produites lors de la tâche de fluence littérale (Moy = 18,95) ne différait pas significativement du nombre d'alternances produites lors de la tâche de fluence d'action, $F(1,18) = 1,16$; $p = .26$. L'effet principal du temps était tendanciel, $F(5,90) = 2,16$; $p = .07$. Les autres effets n'étaient pas significatifs (voir Tableau 12).

Tableau 12. *Résultats des analyses de covariance sur la taille des regroupements et le nombre d'alternances avec le MMSE et le Mill Hill en covariables.*

	Taille des regroupements	Nombre d'alternances
Groupe	$F(1,18) = 1,89 ; p=.19$	$F(1,18) = 1,60 ; p=.22$
Type de fluence	$F < 1$	$F(2,36) = 2,78 ; p=.08$
Temps	$F < 1$	$F(5,90) = 2,16 ; p=.07$
Groupe X Type de fluence	$F < 1$	$F < 1$
Groupe X Temps	$F < 1$	$F < 1$
Type de Fluence X Temps	$F < 1$	$F < 1$
Groupe X Type de fluence X Temps	$F < 1$	$F < 1$

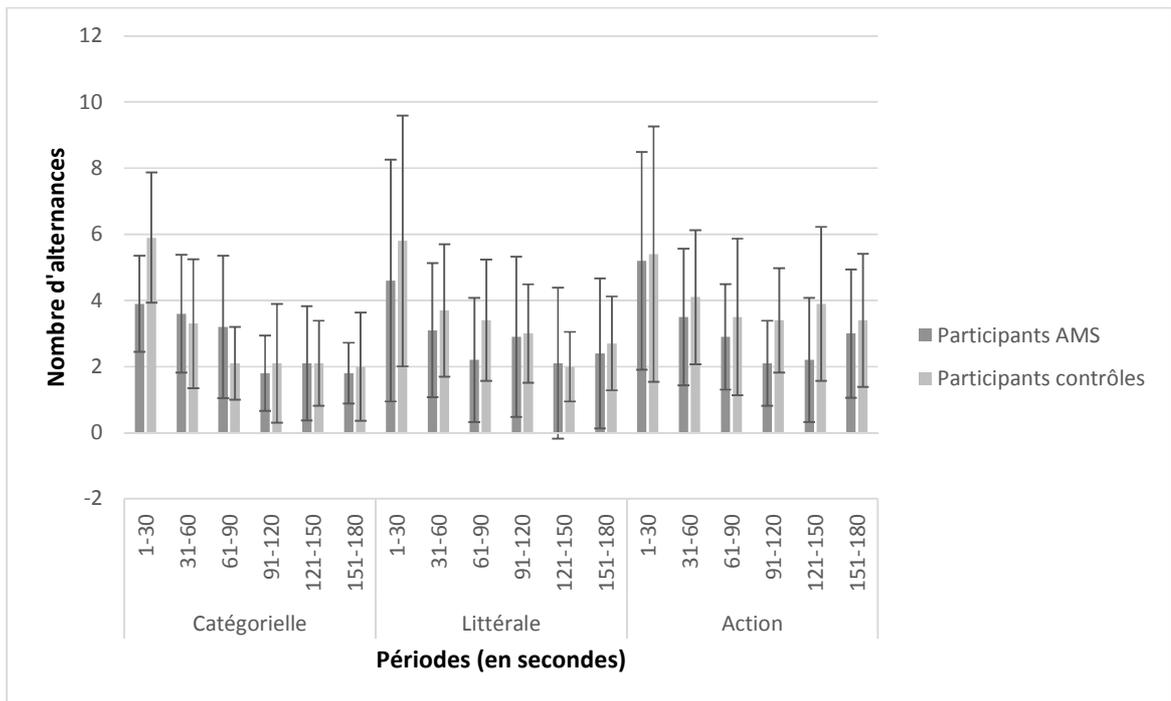


Figure 42. Nombre d'alternances par période (en secondes) des participants des 2 groupes de l'Expérience 6.

2.2.2.4 Discussion

L'objectif principal de cette expérience était de montrer que la production du verbe d'action était atteinte dans l'atrophie multisystématisée. Nous avons proposé de comparer les performances de participants atteints d'atrophie multisystématisée à celles de participants contrôles lors d'une tâche de fluence d'action, comparativement à des tâches de fluence sémantique et littérale. Nous avons montré que la fluence d'action était altérée au sein de l'atrophie multisystématisée à l'instar des fluences sémantique et littérale. Dans un premier temps, nous discuterons l'atteinte de la production de verbe dans l'atrophie multisystématisée sur les versants quantitatifs et qualitatifs. Dans un second temps, nous analyserons l'atteinte des fluences sémantique et littérale dans ce

syndrome parkinsonien atypique. Dans une troisième partie, nous décrivons l'analogie pouvant être faite entre la fluence d'action et la fluence sémantique dans l'atrophie multisystématisée.

Le résultat majeur de notre expérience est l'effet de l'atrophie multisystématisée sur le nombre de mots produits en fluence d'action. Le nombre de mots produits en trois minutes lors de la fluence d'action, conformément à notre hypothèse, était impacté par la présence de la pathologie, ce qui n'avait, à notre connaissance jamais été montré. Le nombre de verbes produits par les patients était dépendant du nombre d'alternances (lui-même corrélé négativement à la taille des regroupements). La performance des participants contrôles ne semblait reposer ni sur la capacité à produire des regroupements ni sur celle à alterner entre ces regroupements. La performance des patients dépendrait donc d'un maintien de certaines capacités exécutives, dont la capacité à alterner au premier plan. L'effet du groupe sur le nombre d'alternances n'était, néanmoins, pas significatif. Cette atteinte de la fluence d'action dans l'atrophie multi-systématisée serait indépendante de l'atteinte globale cognitive. Nous retrouvons une efficacité cognitive plus faible chez les patients que chez les participants sains. Cette diminution de l'efficacité cognitive au sein de l'atrophie multi-systématisée a été exposée dans la littérature. Il semblerait donc que la diminution de la fluence d'action au sein de cette pathologie soit isolée de l'atteinte cognitive, ou à minima suivrait une évolution plus précoce, pour laquelle le MMSE ne serait pas un outil suffisamment sensible. Dans notre étude, cette diminution n'est pas imputable au niveau de vocabulaire. En revanche, cette diminution spécifique de la fluence d'action pourrait être imputable à une atteinte exécutive qui serait l'élément le plus marqué dans

l'atteinte cognitive de l'atrophie multisystématisée (Auzou et al., 2015). Ainsi, la fluence d'action reposerait davantage sur des processus exécutifs, processus qui restent, néanmoins, superficiellement évalués par le MMSE. D'autres tests cognitifs globaux seraient davantage sensibles à ce type d'atteinte comme la MOCA (Nasreddine et al., 2005) ou la DRS-2 (Jurica, Leitten, & Mattis, 2001).

Nous confirmons, de plus, dans notre expérience, l'atteinte des fluences sémantique et littérale qui avait été montrée par Kawai et al. (2008). L'atteinte conjointe de la fluence d'action, de la fluence littérale et de la fluence sémantique semble davantage compatible avec l'hypothèse exécutive du vieillissement (Tacconnat & Lemaire, 2013) qu'avec une hypothèse de cognition incarnée (Varela et al., 1991).. Dans notre expérience, les scores aux échelles motrices n'étaient pas corrélés au nombre de mots produits lors des trois tâches de fluence verbale. Une corrélation négative entre les scores moteurs et le nombre de mots produits en fluence d'action aurait été en accord avec la théorie de la cognition incarnée. Nos résultats paraissent donc davantage être en accord avec une explication exécutive de l'atteinte cognitive au sein de l'atrophie multisystématisée.

Nos résultats semblent, également, indiquer une grande analogie entre la fluence d'action et la fluence sémantique. Le nombre de mots produits en fluence d'action n'était pas différent du nombre de mots produits lors de la fluence sémantique alors qu'ils étaient tous deux plus élevés que le nombre de mots produits en fluence littérale. Nous avons montré, dans l'Expérience 2, que les adultes jeunes et âgés utilisaient majoritairement des stratégies sémantiques pour organiser la production lors de la tâche de fluence d'action. Nous avons postulé que, davantage que la catégorie

grammaticale verbe, les traits sémantiques des différents concepts relatifs à l'action permettent la diffusion de l'activation au sein du lexique mental. Les résultats de l'Expérience 6 tendent à montrer une grande similitude entre les fluences sémantique et d'action. La fluence d'action pourrait être considérée comme une tâche de fluence sémantique (l'action étant une catégorie dont les exemplaires seraient majoritairement des verbes) qui impliquerait davantage les processus exécutifs que les catégories (e.g., animaux, fruits et légumes) utilisées classiquement pour les tâches de fluence sémantique.

En conclusion, notre expérience est la première, à notre connaissance, à montrer une atteinte de la fluence d'action dans l'atrophie multisystématisée. Les participants atteints produisaient moins de mots que les participants contrôles, sans différence néanmoins au niveau des indicateurs qualitatifs. Malheureusement, le nombre de patients inclus dans notre expérience ne nous permet pas de faire une distinction claire entre la forme parkinsonienne et la forme cérébelleuse de l'atrophie multisystématisée. Néanmoins, nous avons observé des scores plus faibles pour l'ensemble des fluences chez les patients AMS-P, ce qui paraît cohérent avec ce qui a été décrit par Kawai et al. (2008). Dans cette étude, des participants atteints d'AMS-P et d'AMS-C étaient comparés à un groupe de participants contrôles. Les résultats indiquaient que les seuls les participants atteints d'AMS-P produisaient moins de mots en fluence sémantique et littérale que les participants contrôles. De futures expériences permettront de distinguer si l'atteinte de la fluence verbale, et de surcroît celle de la fluence d'action, est plus marquée au sein de l'AMS-P qu'au sein de l'AMS-C. Cette hypothèse serait cohérente avec l'atteinte spécifique de la production du verbe au sein de la maladie de Parkinson,

qui partage donc des mécanismes communs avec l'AMS-P, atteinte pouvant être expliquée à la lumière de la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991).

2.2.3 Expérience 7 : Production et traitement du verbe d'action dans le tremblement essentiel : effets de la pathologie et de la stimulation cérébrale profonde

2.2.3.1 Introduction

La maladie de Parkinson s'accompagne au niveau cognitif d'une atteinte du fonctionnement exécutif (Dujardin et al., 2003). En raison de la symptomatologie motrice de cette pathologie, nombre d'auteurs se sont intéressés, au niveau sémantique, au verbe d'action au sein de la maladie de Parkinson, à travers des tâches de production ou de traitement (voir Beber & Chaves, 2014 pour une synthèse de la littérature sur les effets du vieillissement et de la pathologie sur les tâches de fluence et de dénomination d'action). La production de verbes d'action, majoritairement évaluée par la tâche de fluence d'action, apparaît comme spécifiquement atteinte au sein de la maladie de Parkinson (Piatt et al., 1999a ; Signorini & Volpato, 2006, Delbeuck et al., 2013). De plus, nous avons répliqué dans l'Expérience 5, l'atteinte de la fluence d'action au sein de la maladie de Parkinson et avons montré qu'elle peut s'avérer sensible à l'atteinte exécutive accompagnant l'atrophie multisystématisée, syndrome parkinsonien partageant, à minima dans sa forme parkinsonienne, des éléments physiopathologiques avec la maladie de Parkinson (Expérience 6). Le traitement des verbes d'action semble également délétère de la maladie de Parkinson (Boulenger et al, 2008 ; Fernandino et al., 2012).

Parmi les pathologies du mouvement, le tremblement essentiel est un syndrome de tremblement d'action, le plus souvent des membres supérieurs. Initialement, le tremblement essentiel était défini uniquement par ce tremblement. Cependant, la littérature récente a exposé la présence, dans le tremblement essentiel, de modifications de la personnalité, de l'humeur et de troubles cognitifs (voir Elble, 2013 pour une revue de la littérature). A notre connaissance, le traitement du verbe d'action, tel qu'il a été étudié pour la maladie de Parkinson avec une tâche d'accès au lexique (Boulenger et al., 2008) n'a jamais été étudié dans le tremblement essentiel. Pourtant, dans cette pathologie, le système moteur est altéré, bien que par des mécanismes physiopathologiques distincts de ceux impliqués dans la maladie de Parkinson (Elble, 2013). Ainsi, une atteinte du traitement du verbe d'action chez des patients atteints de tremblement essentiel serait compatible avec une interprétation dans le cadre de la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991). Si une telle atteinte venait à être décrite au sein d'une population atteinte de tremblement essentiel sans stimulation cérébrale profonde, elle devrait, toujours en termes de cognition incarnée, s'atténuer voire disparaître sous stimulation cérébrale profonde (à un temps néanmoins suffisamment éloigné de l'opération). Une hypothèse concurrente permettant d'expliquer une atteinte sélective du verbe serait une hypothèse de traitement exécutif. Au sein du tremblement essentiel, une atteinte de l'ensemble des sphères exécutives investiguées (flexibilité et inhibition en premier lieu) ainsi qu'une atteinte de la fluence verbale littérale et sémantique, bien que de façon plus discrète a été montrée (e.g., Auzou, Foubert-Samier, Dupouy & Meissner, 2014). Cependant, à notre connaissance, la fluence d'action n'a jamais été étudiée au sein du tremblement essentiel alors qu'en

raison de sa nature exécutive, cette tâche pourrait représenter un outil de choix pour l'évaluation cognitive des patients atteints.

La stimulation cérébrale profonde du noyau ventral intermédiaire du thalamus, traitement du tremblement essentiel, est connue pour entraîner une atteinte de la fluence verbale, sur les versants sémantique et littéral (Schuurman et al., 2002, Troster et al., 1999). Cette atteinte n'est, néanmoins, pas retrouvée dans toutes les études menées (Heber et al., 2013). Ces différences pouvaient être expliquées par des paramètres de stimulation différents, dont l'amplitude. De nouveau, la fluence d'action n'a jamais été évaluée dans une perspective de comparaison peropératoire. Si l'on considère la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991), une amélioration de la motricité post-opératoire chez les patients trembleurs pourrait avoir une répercussion positive sur le nombre de mots produits durant la tâche de fluence d'action.

Dans cette étude, nous présenterons différentes tâches expérimentales à des participants atteints de tremblement essentiel, avant et après la chirurgie pour la stimulation cérébrale profonde du VIM ainsi qu'à des participants contrôles. Nous utiliserons une tâche de décision lexicale avec amorçage par répétition (adaptée de Boulenger et al., 2008) avec des noms et de verbes comme cibles ainsi que des tâches de fluence sémantique, littérale et d'action en trois minutes (e.g., McDowd et al., 2011) afin d'examiner la production en fonction du décours temporel (e.g., Sauzéon et al., 2011). Une analyse quantitative (i.e., nombre de mots produits) et qualitative (i.e., taille des regroupements et nombre d'alternances, voir Troyer, Moscovitch et Winocur, 1997) sera réalisée.

Ainsi, nous faisons l'hypothèse d'une atteinte globale de la fluence verbale au sein du tremblement essentiel. De plus, sur une durée temporelle de trois minutes, davantage de mots devraient être produits lors des premières périodes. Cet effet du temps devrait être plus important chez les patients atteints de tremblement essentiel que chez les participants contrôles. Nous nous attendons à des regroupements de plus petite taille et à moins d'alternances chez les participants atteints de tremblement essentiel que chez les participants contrôles. Nous prévoyons que les temps de réponses lors de la tâche de décision lexicale soient plus élevés pour les participants atteints de tremblement essentiel que chez les participants contrôles. Nous nous attendons à ce que les temps de réponses soient plus courts pour les cibles noms que pour les cibles verbes, et ce particulièrement chez les participants atteints de tremblement essentiel. Nous faisons l'hypothèse de temps plus courts lorsqu'une cible sera précédée d'une amorce congruente que lorsqu'elle sera précédée d'une amorce contrôle. Cet effet sera plus important pour les cibles noms que pour les cibles verbes et ce particulièrement chez les participants contrôles.

En postopératoire, nous nous attendons à une amélioration de la fluence d'action alors que les fluences littérale et sémantique devraient être réduites. Le nombre de mots produits sera plus grand pour la fluence d'action en postopératoire plutôt qu'en préopératoire et sera plus petit pour les fluence sémantique et littérale en postopératoire plutôt qu'en préopératoire. La taille des regroupements et le nombre d'alternances devraient être plus élevée en préopératoire qu'en postopératoire. Nous prévoyons que les temps de réponses lors de la tâche de décision lexicale soient plus élevés chez les participants atteints de tremblement essentiel après la chirurgie plutôt

qu'avant la chirurgie. Nous nous attendons à ce que les temps de réponses soient plus courts pour les cibles noms que pour les cibles verbes, et ce particulièrement avant la chirurgie.

2.2.3.2 Méthode

2.2.3.2.1 Participants

Huit patients atteints de tremblement essentiel (Moy = 66,6 ans), dont trois femmes, et huit participants contrôles (Moy = 64,4 ans), dont six femmes, appariés sur l'âge, le niveau d'études et le vocabulaire ont été inclus à l'expérience. Les caractéristiques des participants sont présentées dans le Tableau 13. Les patients atteints de tremblement essentiel étaient suivis et ont été recrutés au sein du Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux et les participants contrôles ont été recrutés au sein de l'Université du temps libre, majoritairement, ainsi qu'au sein de la communauté. Les participants étaient tous de langue maternelle française. Les 2 groupes de participants ne différaient pas en termes de nombre d'années d'études. Les patients atteints de tremblement essentiel étaient évalués en situation préopératoire et postopératoire à 13 mois au regard de leur atteinte motrice et de leur qualité de vie. L'atteinte motrice était évaluée à l'aide de l'échelle de Fahn-Tolosa-Marin (FTM ; Fahn, Tolosa & Marin 1993). Pour cette échelle, le patient était évalué sur une échelle de sévérité des tremblements (de 1, absent, à 4, sévères) de différents membres (face, langue, voix, tête, ...) dans différentes positions (au repos, en maintien postural et durant une action, une évaluation de la graphie de façon bilatérale (cotée de 0, normale

à 4, sévèrement atteinte) et l'évaluation d'activités telles que l'habillement, l'alimentation, les soins hygiéniques (sur une échelle de sévérité de 0 à 4). Un score d'amélioration a été calculé en soustrayant le score en postopératoire à celui obtenu en préopératoire. La qualité de vie était évaluée à l'aide d'une adaptation au tremblement essentiel d'une échelle de qualité de vie, couramment utilisée dans la maladie de Parkinson : le Parkinson's disease questionnaire (PDQ ; Hagell & Nygren, 2007). Pour cet auto-questionnaire, le patient devait estimer pour chaque question relative à une situation de la vie quotidienne, si le tremblement était gênant (sur une échelle de Likert à 5 niveaux, de jamais à toujours). Les questions pouvaient être regroupées sous les catégories suivantes : mobilité, activité, bien être affectif, gêne psychologique, soutien social, troubles cognitifs, communication et inconfort physique. Le score d'amélioration de la qualité de vie était calculé en soustrayant le score en situation postopératoire à celui obtenu en préopératoire.

Tableau 13. *Caractéristiques des participants de l'Expérience 7.*

	Participants TE	Participants contrôles	P value
Effectif	8	8	-
Age	58.3 (\pm 9.9)	60.3 (\pm 10)	.69
Mill-Hill	36,4 (\pm 3.4)	38.9 (\pm 2.4)	.11
Education	12.3 (\pm 2.2)	14.4 (\pm 2.7)	.10
Amélioration FTM	20.4 (\pm 5.7)	-	-
Amélioration mPDQ39	17.3 (\pm 19.7)	-	-

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses. TE = tremblement essentiel ; FTM = échelle de Fahn-Tolosa-Marin ; mPDQ39 = Parkinson's disease questionnaire modified.

2.2.3.2.2 Procédure et matériel

Procédure générale

Les participants à l'expérience ont dans un premier temps rempli le questionnaire de vocabulaire de Mill-Hill (Deltour, 1998). Les trois tâches de fluences étaient ensuite proposées dans un ordre randomisé. Conformément aux expériences précédentes, les mots produits étaient retranscrits à l'écrit par l'expérimentateur. Dans un troisième temps, les participants effectuaient la tâche de décision lexicale.

A chaque temps opératoire, une hétéro-évaluation de l'atteinte motrice des patients (FTM) et une auto-évaluation de leur qualité de vie (PDQ) était réalisée.

Fluences d'action, sémantique et littérale

Pour les trois tâches de fluence, la procédure était identique à celle utilisée pour l'Expérience 1.

Tâche de décision lexicale

La tâche de décision lexicale (TDL) utilisée était proche de celle proposée par Boulenger et al. (2008).

Matériel

Les 140 mots cibles, 70 verbes d'actions et 70 noms concrets, étaient issus de l'étude de Boulenger et al. (2008) et avaient été sélectionnés dans la base lexicale Lexique (New, Pallier, Ferrand et Matos., 2001). Les verbes étaient tous présentés à l'infinitif et représentaient des actions réalisées avec la main ou le bras. Les noms représentaient des objets concrets non-manipulables. Les mots pouvant à la fois être des noms et des verbes avaient été exclus de la sélection. Les mots étaient appariés selon la fréquence lexicale, le nombre de lettres, la fréquence des bigrammes et des trigrammes, l'âge d'acquisition et l'imageabilité. Nous avons créé 140 pseudo-mots cibles, 70 pseudo-verbes et 70 pseudo-noms, en dérivant d'une lettre les mots utilisés en stimuli. Les terminaisons des verbes (-ER, -IR et -OIR) ont néanmoins été conservées. Les 140 mots et 140 pseudo-mots étaient présentés en amorce par répétition (eg., *CANOÉ* en amorce pour *canoé* en cible, *RÉPARER* en amorce pour *réparer* en cible). Deux-cent-quatre-vingts amorces contrôles (suites aléatoires de consonnes générées informatiquement) ont également été ajoutés afin de créer des paires non amorcées (e.g., *FGTRD* en amorce pour *canoé* en cible, *KPMZTQB* en amorce pour *réparer* en cible).

Procédure

Les 280 cibles stimuli ont été divisés en deux listes expérimentales. Dans la première liste, la moitié des mots et des pseudo-mots étaient précédés par eux-mêmes

et l'autre moitié précédés par une suite de consonnes. Dans la seconde liste, les mots précédés par eux-mêmes dans la première liste étaient précédés par une suite de consonnes, et inversement. Les amorces étaient présentées en majuscules alors que les cibles étaient présentées en minuscules. Les participants contrôles étaient évalués soit sur la liste 1 soit sur la liste 2 alors que les patients atteints de tremblement essentiel étaient évalués via une liste en situation préopératoire et via l'autre liste en situation post-opératoire afin d'éviter de potentiels effets tests/retests. Le participant était assis face à l'écran de l'ordinateur et devait juger de la lexicalité de la suite de lettres apparaissant à l'écran (la cible). Préalablement, avait été présentée une suite de lettres (l'amorce) durant 50 millisecondes et entre un masquage empêchant sa détection. Le logiciel DMDX (Forster, K.I., & Forster, J.C., 2003) a été utilisé pour la programmation de la tâche ainsi que le recueil des temps de réponses en millisecondes et des erreurs. Le déroulé temporel d'un essai est décrit sur la Figure 43.

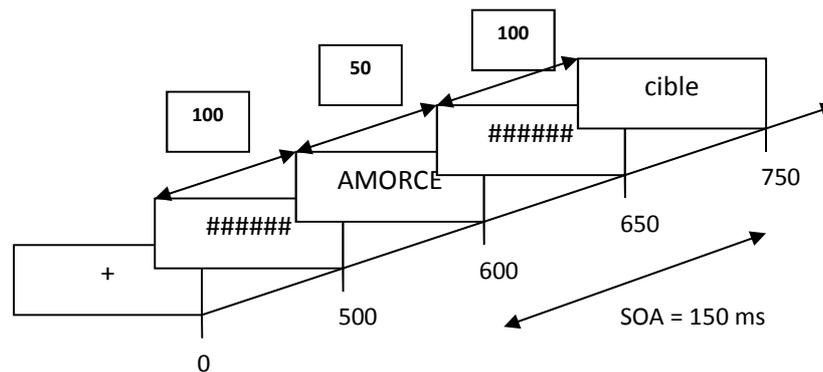


Figure 43. Déroulé temporel de la tâche de décision lexicale de l'Expérience 7 (d'après Boulanger et al., 2008).

2.2.3.3 Résultats

L'ensemble des résultats pour la tâche de décision lexicale et les tâches de fluence pour l'ensemble des situations est présenté en Annexe L.

2.2.3.3.1 Comparaisons patients en situation préopératoire vs. participants contrôles appariés

Tâche de décision lexicale

Les temps de réaction sont présentés sur la Figure 44. Une analyse de variance avec le statut grammatical de la cible (verbe/nom), le type d'amorce (identique/contrôle) en facteurs intra sujet et le groupe (trembleurs en situation préopératoire/contrôles) en facteur inter sujet a été menée sur les temps de réaction. L'effet du statut grammatical de la cible était tendanciel, $F(1,14) = 3,69$; $p=.08$, $\eta^2p=.21$. Les temps de réponses étaient plus rapides lorsque la cible était un verbe (Moy = 823 millisecondes) plutôt qu'un nom (Moy = 852 millisecondes). L'effet du type d'amorce était significatif, $F(1,14)=42,27$; $p<.001$, $\eta^2p=.75$. Les mots précédés d'une amorce identique (Moy = 800 millisecondes) étaient plus rapidement reconnus que les mots précédés d'une amorce contrôle (Moy = 875 millisecondes). L'effet du groupe était également significatif, $F(1,14)=7,08$; $p<.05$, $\eta^2p=.34$. Les participants contrôles avaient des temps de réaction plus courts (Moy = 735 millisecondes) que les patients

atteints de tremblement essentiel en situation préopératoire (Moy = 940 millisecondes). Les effets d'interaction entre la nature grammaticale de la cible et le type d'amorce et entre la nature grammaticale de la cible et le groupe n'étaient pas significatifs, $F_s < 1$. L'effet d'interaction entre le type d'amorce et le groupe était tendanciel, $F(1,14) = 3,35$; $p = .09$, $\eta^2 p = .19$. La différence entre les temps de réponses pour les amorces identiques à la cible et ceux pour les amorces contrôles était plus importante chez les participants contrôles (Diff = 96 millisecondes) que chez les participants atteints de tremblement essentiel en situation préopératoire (Diff = 54 millisecondes). L'effet d'interaction entre les trois facteurs n'était pas significatif, $F(1,14) = 1,26$; $p = .28$.

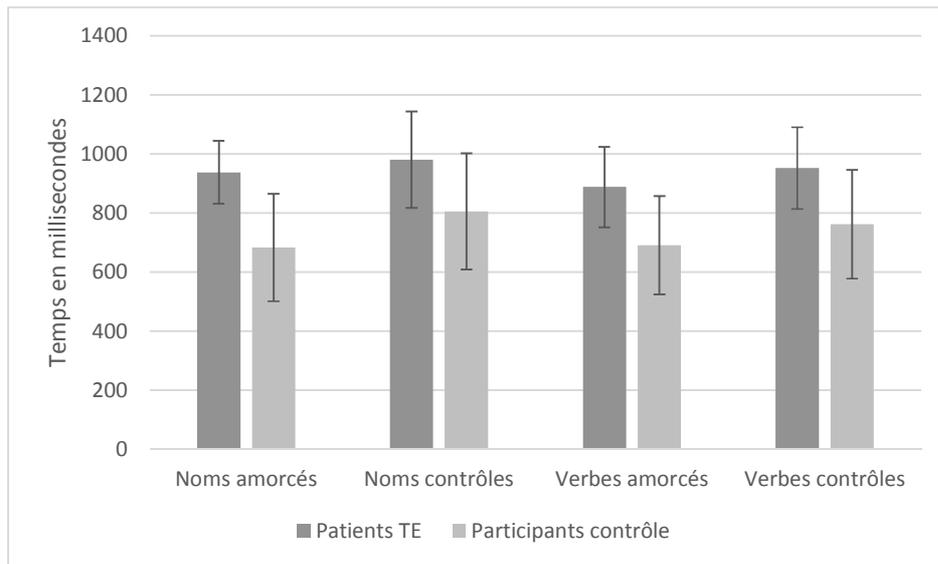


Figure 44. Temps de réaction en tâche de décision lexicale selon le statut grammatical de la cible et le type d'amorce chez les patients atteints de tremblement essentiel en situation préopératoire et participants contrôles de l'Expérience 7.

Tâches de fluence verbale

Des analyses de variance avec le temps (P1 à P6) en facteur intra sujet et le groupe (trembleurs en situation préopératoire/contrôles) en facteur inter sujet ont été menées sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements et le nombre d'alternances pour la fluence d'action, la fluence sémantique et la fluence littérale.

En raison d'un niveau de vocabulaire plus élevé chez les participants contrôles, des analyses de covariance avec le temps (P1 à P6) en facteur intra sujet, le groupe (trembleurs en situation préopératoire/contrôles) en facteur inter sujet et le score au Mill-Hill placé en covariant ont été menées sur le nombre de mots produits durant la fluence d'action, la fluence sémantique et la fluence littérale.

Fluence d'action

Nombre de mots

Le nombre de mots produits pour la fluence d'action par chaque groupe et pour chaque période de temps est présenté sur la Figure 45. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre de mots produits montraient un effet du groupe, $F(1,14)=9,56$; $p=.008$, $\eta^2p=.41$. Les participants atteints de tremblement essentiel (Moy = 29,88) produisaient moins de verbes d'action que les participants contrôles (Moy = 43,37). Un effet du temps était également présent, $F(5,70)= 59.44$; $p<.001$, $\eta^2p=.64$, avec une diminution significative de la production entre la première période (P1, 0 - 30 secondes, Moy =

10,06) et la deuxième (P2, 31 - 60 secondes, Moy = 5,88), $F(1,14) = 8,70$; $p < .001$. Un effet d'interaction groupe X temps était également retrouvé $F(5,70) = 5,44$; $p < .001$, $\eta^2 p = .28$. Les participants atteints de tremblement essentiel produisaient moins de mots que les participants contrôles lors de la première (P1, 0 - 30 secondes, Diff = 4,37) et de la deuxième période (P2, 31 - 60 secondes, Diff = 4), $F(1,14) = -3,96$; $p = .001$ et $F(1,14) = -3,27$; $p = .006$, respectivement, ainsi que lors de la quatrième (P4, 91 - 120 secondes, Diff = 2,62) et de la cinquième période (P5, 121 - 150 secondes, Diff = 3,75), $F(1,14) = -2,15$; $p = .05$ et $F(1,14) = -4,36$; $p < .001$, respectivement..

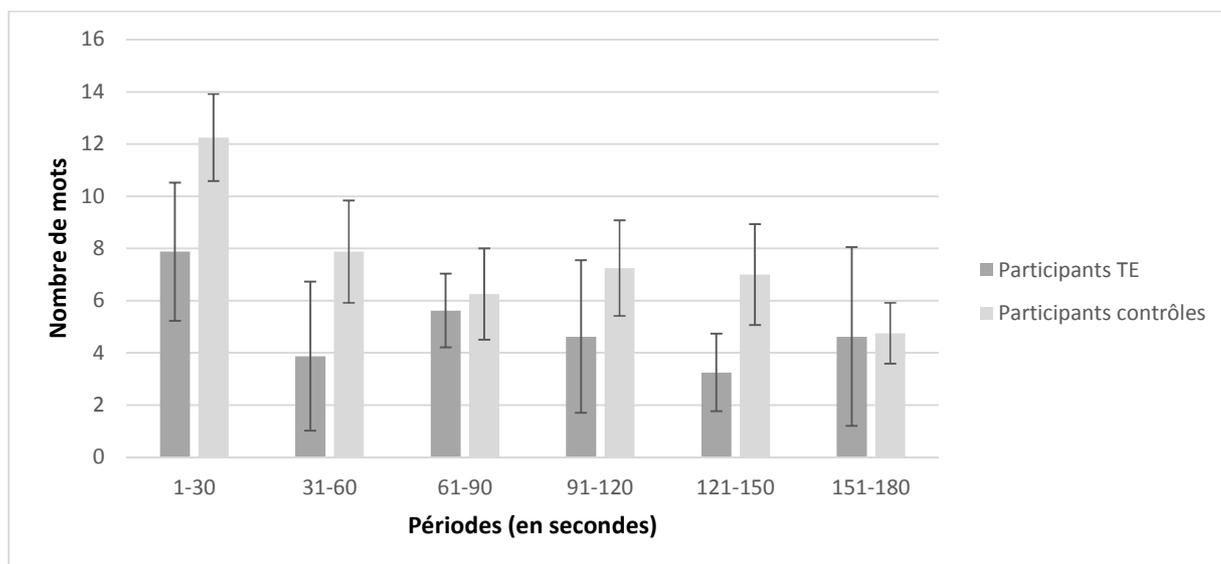


Figure 45. Nombres de mots produits lors de la tâche de fluence d'action par période (en seconde) par les participants à l'Expérience 7.

Lorsque le vocabulaire était contrôlé, les résultats de l'analyse de covariance sur le nombre de mots produits lors de la fluence d'action montraient une permanence de l'effet du groupe, $F(1,14) = 8,13$; $p = .01$, $\eta^2 p = .38$, et de l'effet d'interaction entre le groupe et le temps $F(5,70) = 4,95$; $p < .001$, $\eta^2 p = .28$. L'effet principal du temps devenait non significatif, $F(5,70) = 1,66$; $p = .16$.

Taille des regroupements et nombre d'alternances

Les résultats de l'ANOVA sur la taille des regroupements pour la fluence d'action ne montraient pas d'effet significatif du groupe ou du temps, $F < 1$ et $F(5,70) = 1,49$; $p = .21$, ni d'interaction entre ces deux facteurs, $F < 1$.

Le nombre d'alternances produites par les deux groupes pour la fluence d'action et pour chaque période de temps est présenté sur la Figure 46. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre d'alternances produites durant la tâche de fluence d'action montraient un effet principal du groupe significatif, $F(1,14) = 11,53$; $p = .004$, $\eta^2 p = .45$. Les participants atteints de tremblement essentiel alternaient moins entre les différents regroupements (Moy = 19,88) que les participants contrôles (Moy = 29,88). L'effet du temps était également significatif, $F(5,70) = 15,4$; $p < .001$, $\eta^2 p = .52$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution de la production entre la première période (P1, 0 - 30 secondes, Moy = 6,44) et la deuxième (P2, 31 - 60 secondes, Moy = 3,69), $F(1,14) = 14,54$; $p < .001$. L'effet d'interaction entre le groupe et le temps était également significatif, $F(5,70) = 5,44$; $p < .001$, $\eta^2 p = .28$. Cet effet est superposable à l'effet obtenu pour le nombre de mots produits avec un plus grand nombre d'alternances dans le groupe de participant contrôles que dans le groupe de participants atteints tremblement essentiel pour P1 (Diff = 3,88), P2 (Diff = 2,12), P4 (Diff = 2) et P5 (Diff = 1,25), $F(1,14) = 4,38$; $p < .001$, $F(1,14) = 2,93$; $p = .01$, $F(1,14) = 3,07$; $p = .008$ et $F(1,14) = 2,74$; $p = .02$, respectivement.

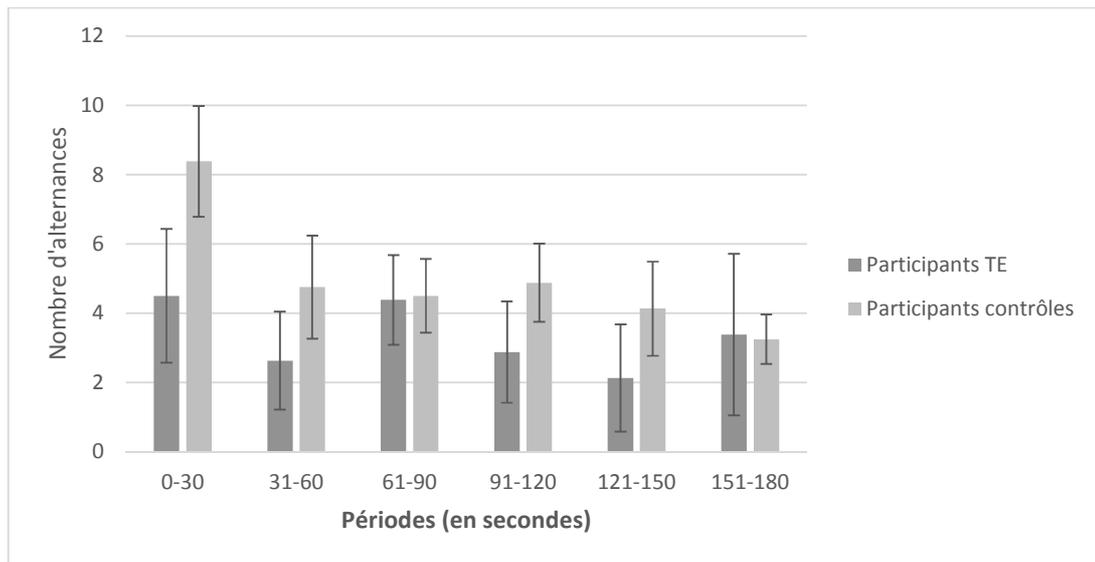


Figure 46. Nombre d'alternances produites lors de la tâche fluence d'action par période par les participants à l'Expérience 7.

Fluence sémantique

Nombre de mots

Le nombre de mots produits durant la tâche de fluence sémantique par période et pour chaque groupe est présenté sur la Figure 47. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre de mots produits lors de la fluence sémantique montraient un effet principal du groupe tendanciel, $F(1,14) = 3,45$; $p=.08$. Les participants atteints de tremblement essentiel produisaient moins de mots (Moy = 35,75) que les participants contrôles (Moy = 43,13). L'effet principal du temps était significatif, $F(5,70) = 26.07$; $p<.001$, $\eta^2p=.65$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution de la production entre la première (P1, 0 - 30 secondes, Moy = 12,5) et la seconde période (P2, 31 - 60 secondes, Moy = 7,06), $F(1,14) = 6,86$; $p<.001$. L'effet d'interaction entre le groupe et

le temps était significatif, $F(5,70)=3,79$; $p=.004$, $\eta^2p=.21$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution du nombre de mots produits entre la deuxième (Moy = 7,54) et la troisième période (Moy = 6,33) chez les participants contrôles, $F(1,14) = 3,94$; $p=.05$. Cette diminution n'était pas retrouvée chez les participants atteints de tremblement essentiel, $F<1$. Lorsque le vocabulaire était placé en covariant, l'effet principal du groupe restait tendanciel, $F(1,14) = 3,61$; $p=.08$. L'effet principal du temps et l'effet d'interaction entre le groupe et le temps n'étaient pas significatifs, $F(5,70) = 1,46$; $p=.22$ et $F<1$, respectivement.

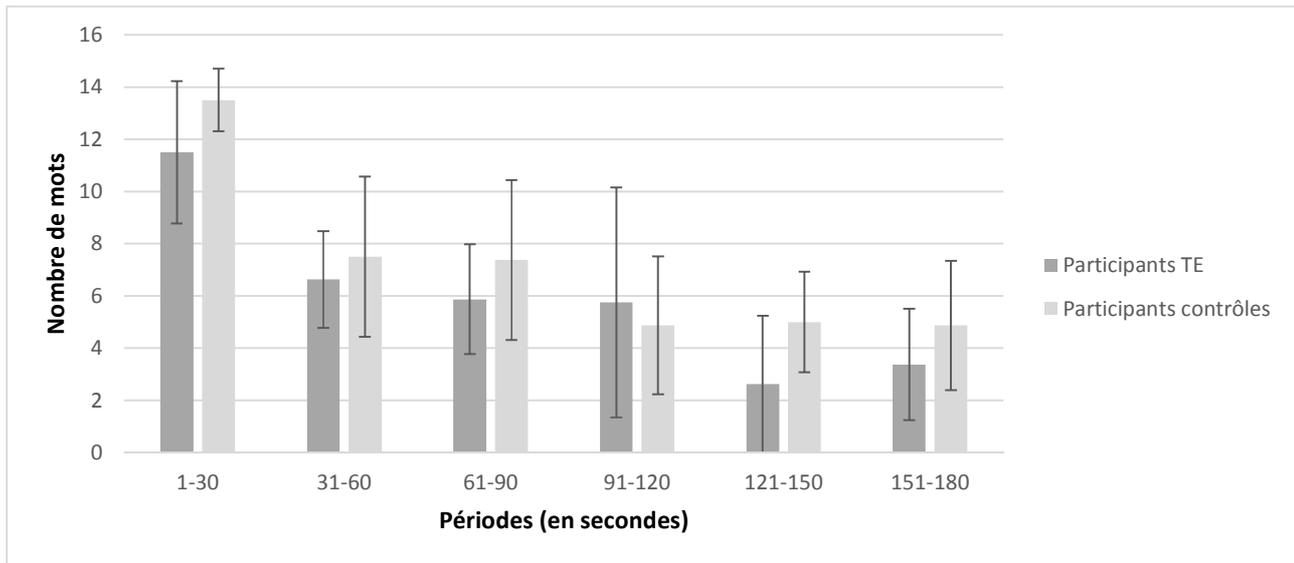


Figure 47. Nombre de mots produits lors de la tâche de fluence sémantique en fonction du temps (périodes en secondes) par les participants de l'Expérience 7.

Taille des regroupements et nombre d'alternances

La taille moyenne des regroupements pour la tâche de fluence sémantique par période et par groupe est présentée sur la Figure 48. Les résultats de l'ANOVA sur la

taille des regroupements en fluence sémantique montraient des effets non significatifs du groupe et du temps, $F_s < 1$. L'interaction entre le groupe et le temps était tendancielle, $F(5,70) = 2,23$; $p = .06$. Les comparaisons planifiées montraient que cet effet était dû à une taille de regroupements supérieurs chez les participants atteints de tremblement essentiel (Moy = 2,69) que chez les participants contrôles (Moy = 0,95), uniquement lors de P4 (91-120 secondes), $F(1,14) = 3,69$; $p = .002$.

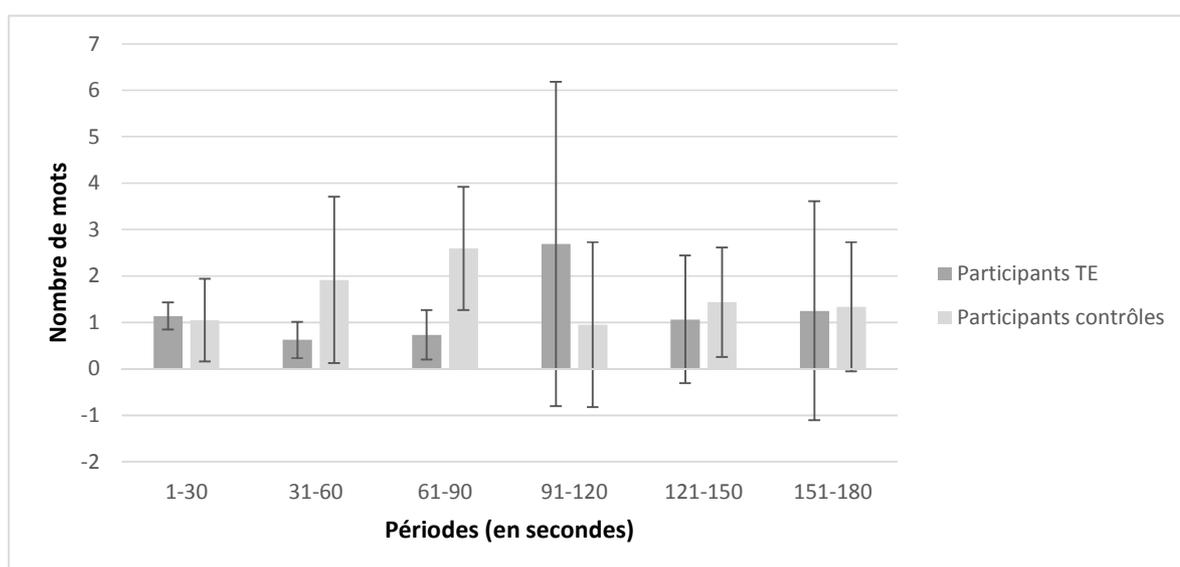


Figure 48. Taille moyenne des regroupements (en nombre de mots) lors de la tâche de fluence sémantique en fonction du temps (périodes en secondes) par les participants de l'Expérience 7.

Le nombre d'alternances produites durant la tâche de fluence sémantique par chaque groupe et par période de temps est présenté sur la Figure 49. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre d'alternances en fluence sémantique montraient un effet tendanciel du groupe, $F(1,14) = 4,05$; $p = .06$, $\eta^2 p = .22$. Les participants atteints de tremblement essentiel (Moy = 16,75) alternaient moins que les participants contrôles

(Moy = 20,63). L'effet du temps était significatif, $F(5,70) = 20,44$; $p < .001$, $\eta^2 p = .59$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution du nombre d'alternances entre la première (P1, 0 - 30 secondes, Moy = 6,06) et la deuxième période (P2, 31 - 60 secondes, Moy = 3,81) ainsi qu'entre la troisième (P3, 61 - 90 secondes, Moy = 3,13) et la quatrième période (P4, 91 - 120 secondes, Moy = 1,94), $F(1,14) = 3,89$; $p = .001$ et $F(1,14) = 2,64$; $p = .02$, respectivement. L'effet d'interaction groupe X temps était également significatif, $F(5,70) = 2,43$; $p = .04$, $\eta^2 p = .15$, les participants contrôles produisant plus d'alternances (Moy = 7,25) que les participants atteints de tremblement essentiel (Moy = 4,88) sur la période initiale (P1, de 0 à 30 secondes), $F(1,14) = 2,87$; $p = .01$, uniquement.

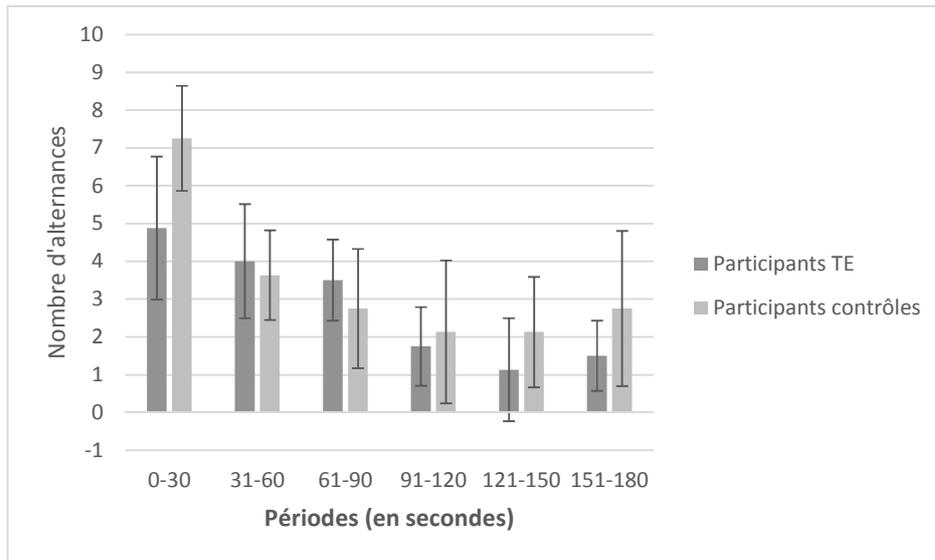


Figure 49. Nombre d'alternances lors de la tâche de fluence sémantique par période (en secondes) par les participants à l'Expérience 7.

Fluence littérale

Nombre de mots

Le nombre de mots produits durant la tâche de fluence littérale pour chaque groupe et chaque période est présenté sur la Figure 50. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre de mots produits lors de la fluence littérale montraient un effet principal du groupe, $F(1,14)=8,59$; $p=.01$, $\eta^2p=.38$. Les patients produisaient moins de mots commençant par la lettre P (Moy = 26) que les participants contrôles (Moy = 37,25). L'effet du temps était également significatif, $F(5,70)= 18,99$; $p<.001$, $\eta^2p=.58$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution de la production entre la première (P1, 0 - 30 secondes, Moy = 9) et la seconde période (P2, 31 - 60 secondes, Moy = 5,94) et entre la troisième (P3, 61 - 90 secondes, Moy = 5,13) et la quatrième période (P3, 91 - 120 secondes, Moy = 3,25), $F(1,14) = 3,48$; $p=.004$ et $F(1,14) = 4,02$; $p=.001$ respectivement. L'effet d'interaction entre le groupe et le temps n'était pas significatif, $F(5,70) = 1,61$; $p=.17$. Lorsque le vocabulaire était placé en covariant, l'effet du groupe était significatif, $F(1,13)=8,08$; $p=.01$, $\eta^2p=.38$. Les effets du temps et d'interaction entre le groupe et le temps n'étaient pas significatifs, $F_s < 1$.

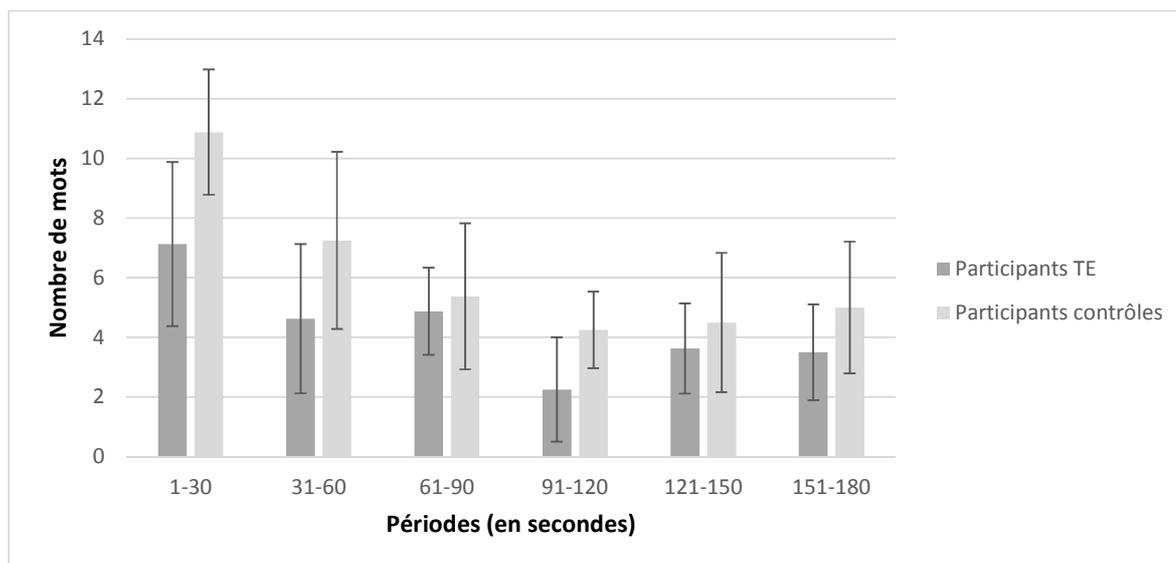


Figure 50. Nombre de mots produits lors de la tâche de fluence littérale en fonction du temps (périodes en secondes) par les participants de l'Expérience 7.

Taille des regroupements et nombre d'alternances

Les résultats de l'ANOVA sur la taille des regroupements montraient des effets non significatifs du groupe et du temps, $F < 1$ et $F(5,70) = 1,64$; $p = .16$ respectivement. L'effet d'interaction entre le groupe et le temps n'était pas significatif, $F < 1$.

Le nombre d'alternances par groupe et par période de temps est présenté sur le Figure 51. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre d'alternances produites durant la tâche de fluence littérale montraient un effet principal du groupe significatif, $F(1,14) = 11,37$; $p = .005$, $\eta^2 p = .45$. Les patients trembleurs produisaient moins d'alternances (Moy = 18,25) que les participants contrôles (Moy = 27,50). L'effet du temps était également significatif, $F(5,70) = 17,22$; $p < .001$, $\eta^2 p = .55$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution du nombre d'alternances entre la deuxième période (P2, 31 -

60 secondes, Moy = 5) et la troisième période (P3, 61 - 90 secondes, Moy = 3,38) ainsi qu'entre la troisième et la quatrième période (P4, 91 - 120 secondes, Moy = 2,31), $F(1,14) = 3,35$; $p=.005$ et $F(1,14) = 3,99$; $p=.001$ respectivement. L'effet d'interaction entre le groupe et le temps était également significatif, $F(5,70)=2,74$; $p=.03$, $\eta^2p=.16$. Les participants contrôles produisaient plus d'alternances sur les périodes P1 (Diff = 2,87), P2 (Diff = 3) et P4 (Diff = 1,63) que les patients trembleurs, $F(1,14) = 2,64$; $p=.02$, $F(1,14) = 2,58$; $p=.02$ et $F(1,14) = 3,39$; $p=.004$ respectivement.

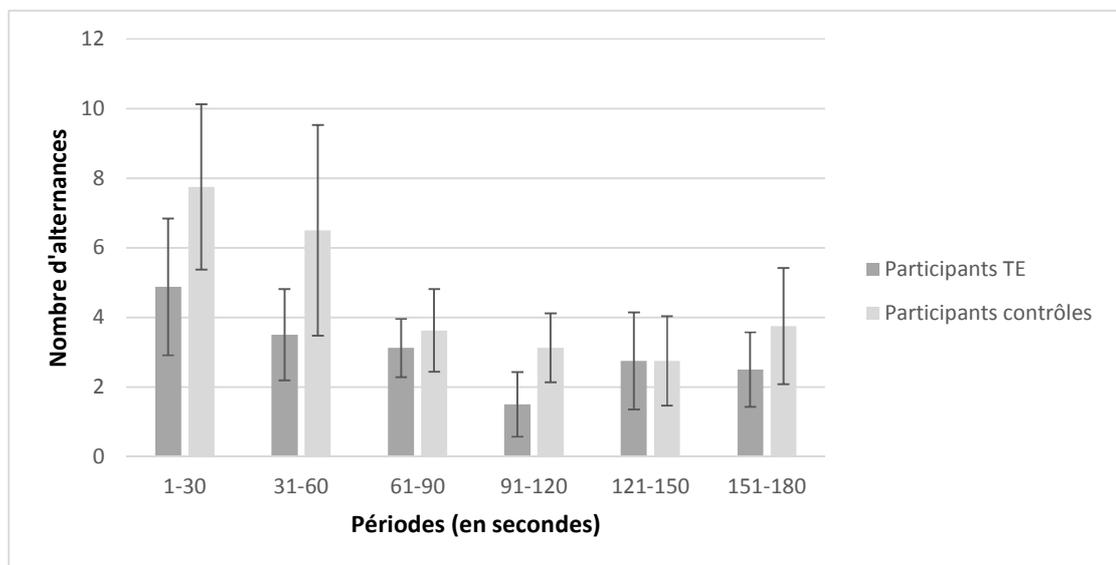


Figure 51. Nombre d'alternances pour la tâche de fluence littérale par période (en secondes) par les participants à l'Expérience 7.

2.2.3.3.2 Comparaisons situation préopératoire vs. situation postopératoire

Tâche de décision lexicale

Une ANOVA avec le statut grammatical de la cible (verbe/nom), le type d'amorce (identique/contrôle) et le temps chirurgical (préopératoire/postopératoire) en facteurs intra sujet a été menée sur les temps de réaction pour la tâche de décision lexicale. Les temps de réponses (en millisecondes) sont présentés sur la Figure 52. L'effet du statut grammatical de la cible était significatif, $F(1,7)=5,67$; $p=.05$, $\eta^2p=.45$. Les patients répondaient plus rapidement lorsqu'un verbe (Moy = 958 millisecondes) était présenté plutôt qu'un nom (Moy = 1000 millisecondes). L'effet du type d'amorce était également significatif, $F(1,7)=15,12$; $p=.001$, $\eta^2p=.68$. Les mots précédés d'une amorce identique étaient plus rapidement reconnus (Moy = 955 millisecondes) que les mots précédés d'une amorce contrôle (Moy = 1004 millisecondes). Aucun autre effet n'était significatif ($p>.10$).

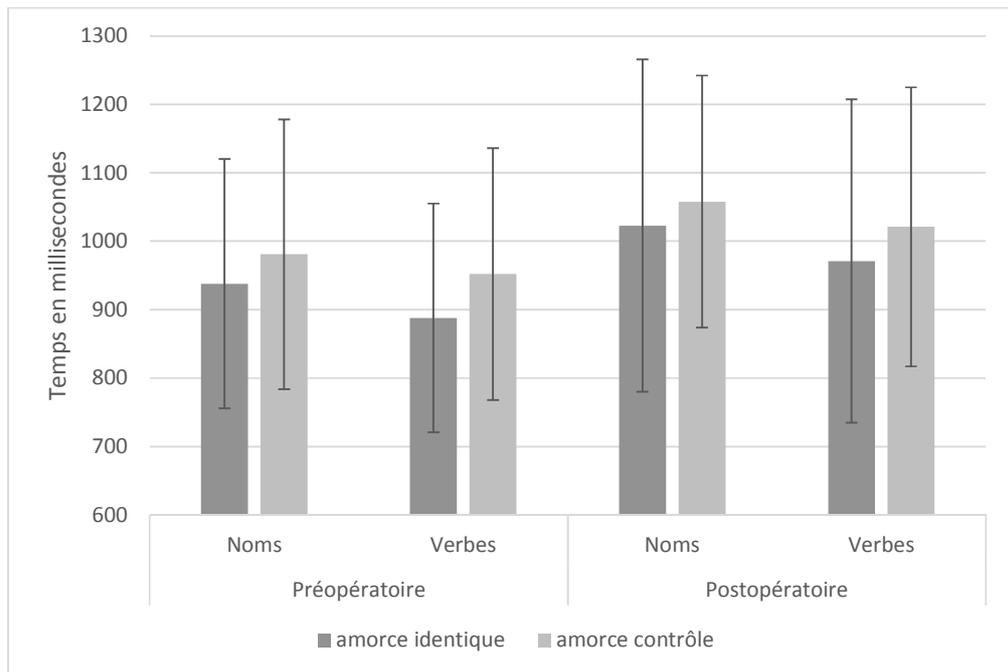


Figure 52. Temps de réaction en tâche de décision lexicale selon le type grammatical de la cible, le type d’amorce et le temps opératoire chez les patients tremblement essentiel de l’Expérience 7.

Fluences verbales

Des ANOVAs avec le temps opératoire (préopérateur/postopérateur), le type de fluence (action/sémantique/littérale) et le temps (P1 à P6) en facteur intra sujet ont été menées sur le nombre de mots produits, la taille des regroupements et le nombre d’alternances.

Nombre de mots produits

Le nombre de mots produits pour chaque type de fluence, pour chaque période et les 2 temps opératoires sont présentés sur la Figure 53. Les résultats de l’ANOVA

sur le nombre de mots produits montraient un effet non significatif du temps opératoire, $F < 1$. L'effet du type de fluence n'était pas significatif, $F(2,14) = 1,39$; $p = .28$, $\eta^2 p = .17$. L'effet du temps était significatif, $F(5,35) = 99.3$; $p < .001$, $\eta^2 p = .93$. Les comparaisons planifiées montraient une diminution de la production entre la première (P1, 0 - 30 secondes, Moy = 8,98) et la seconde période (P2, 31 - 60 secondes, Moy = 5,06), $F(1,7) = 9,86$; $p < .001$. La quatrième période (P4, 91 - 120 secondes, Moy = 4,19) était également supérieure à la cinquième (P5, 121 - 150 secondes, Moy = 3,13), $F(1,7) = 4,47$; $p = .003$. Les effets d'interaction entre le temps opératoire et le type de fluence et entre le temps opératoire et le temps n'étaient pas significatifs, $F < 1$ et $F(5,35) = 1,10$; $p = .38$. L'effet d'interaction entre le type de fluence et le temps était significatif, $F(10,70) = 4,88$; $p < .001$, $\eta^2 p = .41$. Les comparaisons planifiées montraient que le nombre de mots était supérieur lors de la première période que lors de la seconde période, uniquement pour la fluence sémantique (Moy P1 = 12 et Moy P2 = 5,94) et la fluence d'action (Moy P1 = 8,06 et Moy P2 = 4,44), $F(1,7) = 9,85$; $p < .001$ et $F(1,7) = 5,61$; $p < .001$ respectivement. Cette différence était tendancielle pour la fluence littérale (Moy P1 = 6,88 et Moy P2 = 4,81), $F(1,7) = 2,32$; $p = .06$. Le nombre de mots produits lors de la quatrième période (Moy = 5,19) était supérieur à celui produit lors de la cinquième période (Moy = 2,63) lors de la fluence sémantique, $F(1,7) = 3,30$; $p = .01$. Cette différence n'était pas présente pour la fluence littérale et la fluence d'action, $F < 1$ et $F(1,7) = 1,87$; $p = .10$. L'effet d'interaction entre nos trois facteurs n'était pas significatif, $F(10,70) = 1,26$; $p = .27$.

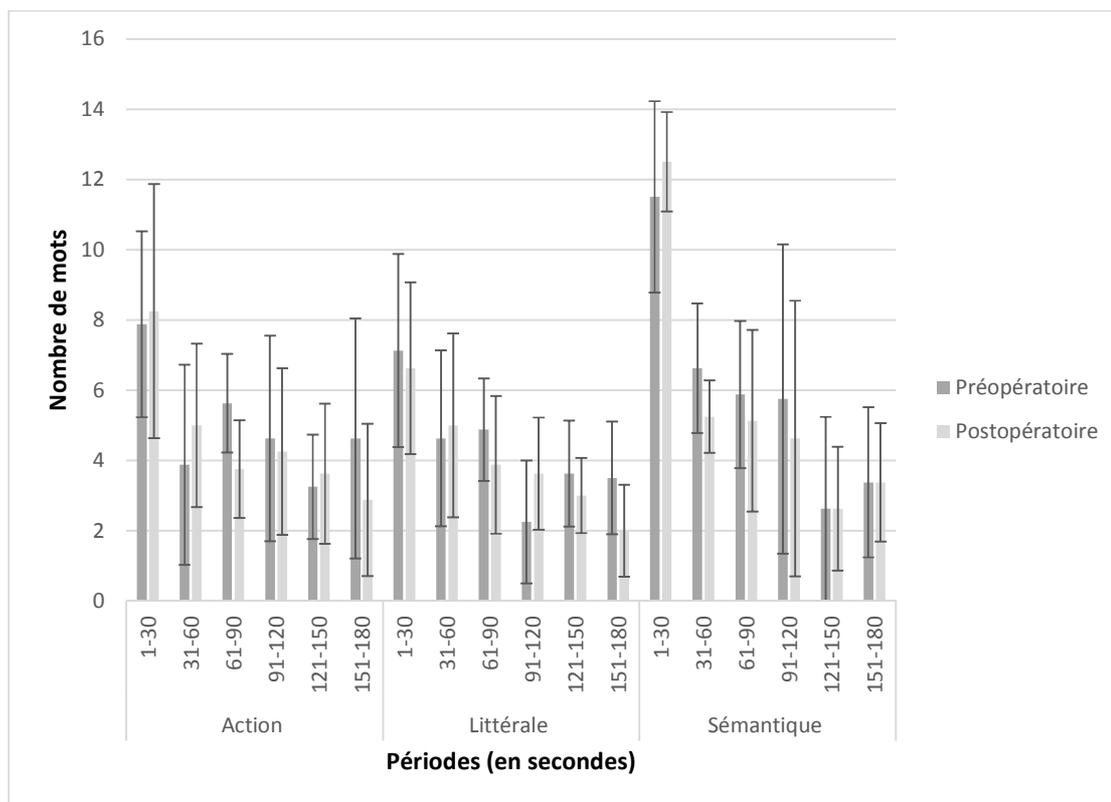


Figure 53. Nombre de mots produits par période par les patients de l'Expérience 7.

Corrélations entre les indices qualitatifs et le nombre de mots produits

L'ensemble des corrélations entre le nombre de mots produits et les indicateurs qualitatifs est présenté dans l'Annexe M. En situation préopératoire, le nombre de mots produits lors de la fluence d'action était fortement corrélé au nombre d'alternances ($r=.83$, $p<.05$) sans lien entre cet indicateur et les regroupements. En situation postopératoire, une corrélation plus forte encore était relevée ($r=.96$, $p<.05$), toujours sans aucun lien avec la taille des regroupements. Le nombre de mots produits durant la fluence d'action en situation postopératoire était également corrélé négativement au temps de réaction pour les verbes amorcés en situation postopératoire ($r= -.72$, $p<.05$).

Ainsi, plus le temps de réaction était faible pour les verbes amorcés après la chirurgie, plus le nombre d'exemplaires de verbes d'action produits était élevé.

Pour la fluence sémantique, en situation préopératoire, le nombre de mots produits par les patients atteints de tremblement essentiel était corrélé positivement au nombre d'alternances ($r=.83$, $p<.05$) et à la taille des regroupements ($r=.82$, $p<.05$) ; sans corrélation entre ces deux indicateurs. En situation postopératoire, seule la taille des regroupements était corrélée avec le nombre total de mots produits ($r=.82$, $p<.05$).

Pour la tâche de fluence littérale, le nombre de mots commençant par la lettre P correctement produits par les patients en situation préopératoire, était corrélé fortement au nombre d'alternances ($r=.73$; $p<.05$) et à la taille des regroupements ($r=.81$, $p<.05$) sans que ces indicateurs ne soient liés entre eux. En situation postopératoire, seule la taille des regroupements était corrélée avec le nombre total de mots produits ($r=.76$, $p<.05$).

Corrélations entre le nombre de mots produits en fluence d'action et les scores moteurs et de qualité de vie

L'ensemble des corrélations est présenté dans l'Annexe N. Aucun des indicateurs d'amélioration, FTM au niveau moteur et PDQ au niveau qualité de vie, n'était lié aux résultats expérimentaux en postopératoire pour la tâche de décision lexicale. Pour les tâches de fluence, une corrélation négative était relevée entre le nombre total de verbes d'action produits en situation préopératoire et le score total de qualité de vie en situation postopératoire ($r= -.73$, $p<.05$). Ainsi, plus le nombre de

verbes d'action produits était élevé en situation préopératoire, meilleure était la qualité de vie après l'opération (un score faible indiquant une bonne qualité de vie).

Taille des regroupements et nombre d'alternances

Les tailles de regroupements par type de fluence en fonction de la période et du temps chirurgical sont présentées sur la Figure 54. Les résultats de l'ANOVA sur la taille des regroupements ne montraient pas d'effet significatif du temps opératoire, $F < 1$. L'effet du type de fluence était, en revanche, significatif $F(2,14) = 10,51$; $p = .01$, $\eta^2 p = .60$. La taille des regroupements était plus importante pour la fluence sémantique (Moy = 1,20) que pour la fluence littérale (Moy = 0,54), $F(1,7) = 5,75$; $p < .001$. Elle était également supérieure en fluence sémantique qu'en fluence d'action (Moy = 0,37), $F(1,7) = 2,67$; $p = .03$. Un effet du temps était également présent $F(5,35) = 2,96$; $p = .03$, $\eta^2 p = .30$. La troisième période (P3, 61 - 90 secondes, Moy = 0,66) était tendanciellement inférieure à la quatrième période (P4, 91 - 120 secondes, Moy = 1,12), $F(1,7) = 1,97$; $p = .09$. Les effets d'interaction simple entre le type de fluence et le temps opératoire, le type de fluence et le temps, le temps opératoire et le temps n'étaient pas significatifs, $F < 1$, $F(10,70) = 1,47$; $p = .17$ et $F < 1$ respectivement. L'interaction double entre les trois facteurs n'était pas significative, $F(10,70) = 1,07$; $p = .40$.

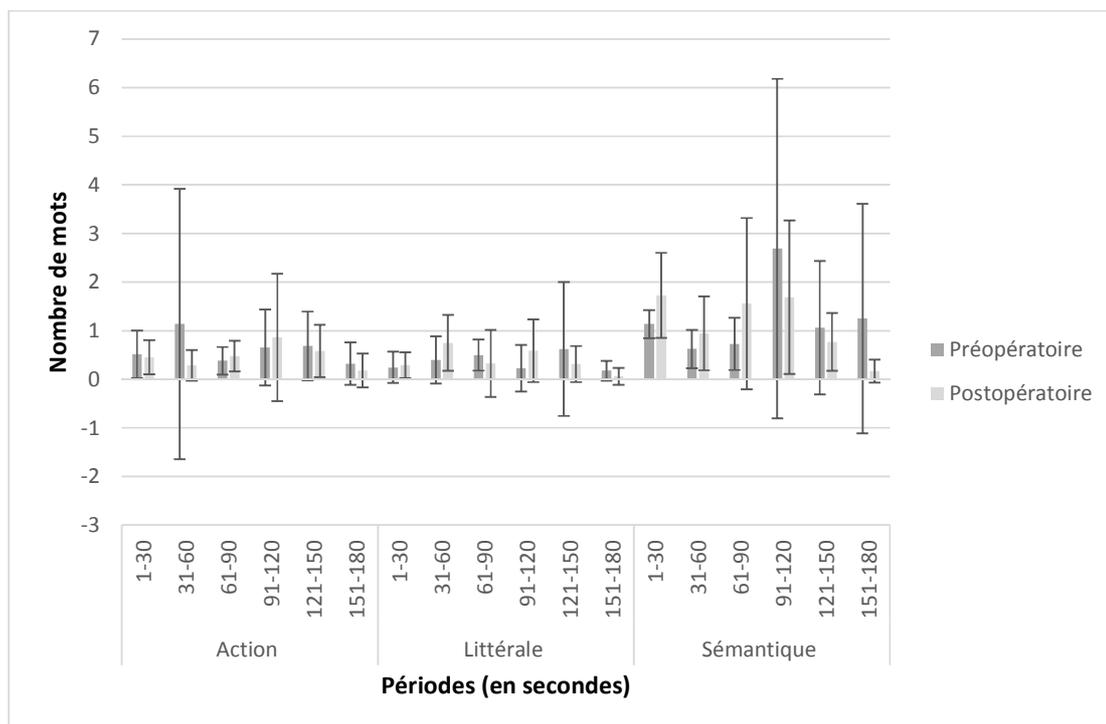


Figure 54. Taille moyenne des regroupements (en nombre de mots) pour les trois types de fluence en fonction du temps (périodes en secondes) chez les participants de l'Expérience 7.

Le nombre d'alternances pour chaque type de fluence, par période de 30 secondes et pour chaque temps opératoire est présenté sur la Figure 55. Les résultats de l'ANOVA sur le nombre d'alternances ne montraient pas d'effets significatifs du temps opératoire et du type de fluence, $F(1,7) = 1,71$; $p=.23$ et $F(2,14) = 1,24$; $p=.32$. L'effet du temps était significatif, $F(5,35) = 47,16$; $p<.001$, $\eta^2p=.87$. Cet effet était expliqué par une diminution du nombre d'alternances entre la première (P1, 0 - 30 secondes, Moy = 4,63) et la deuxième période (P2, 31 - 60 secondes, Moy = 3,32) et entre la troisième (P3, 61 - 90 secondes, Moy = 3,08) et la quatrième période (P4, 91 - 120 seconde, Moy = 2,17), $F(1,7) = 5,12$; $p=.001$ et $F(1,7) = 6,68$; $p<.001$ respectivement. Les effets d'interaction simple entre le type de fluence et le temps opératoire ($F<1$), le

type de fluence et le temps ($F < 1$), le temps opératoire et le temps ($F(5,35) = 1,53$; $p = .21$) n'étaient pas significatifs. L'effet d'interaction double entre le temps opératoire, le type de fluence et le temps était significatif, $F(10,70) = 1,99$; $p = .02$, $\eta^2 p = .22$. Cet effet était expliqué par des augmentations du nombre d'alternances visibles uniquement lors de la fluence d'action entre la deuxième (P2, de 31 à 60 secondes, Moy = 2,63) et la troisième période (P3, de 61 à 90 secondes, Moy = 4,38), $F(1,7) = 4,25$; $p = .003$. Une seconde augmentation du nombre d'alternances se produisait entre la cinquième (P5, de 121 à 150 secondes, Moy = 2,13) et la sixième période (P6, de 151 à 180 secondes, Moy = 3,38), $F(1,7) = 3,03$; $p = .02$. Ce pattern d'augmentation des alternances propres à la fluence d'action disparaissait en situation postopératoire.

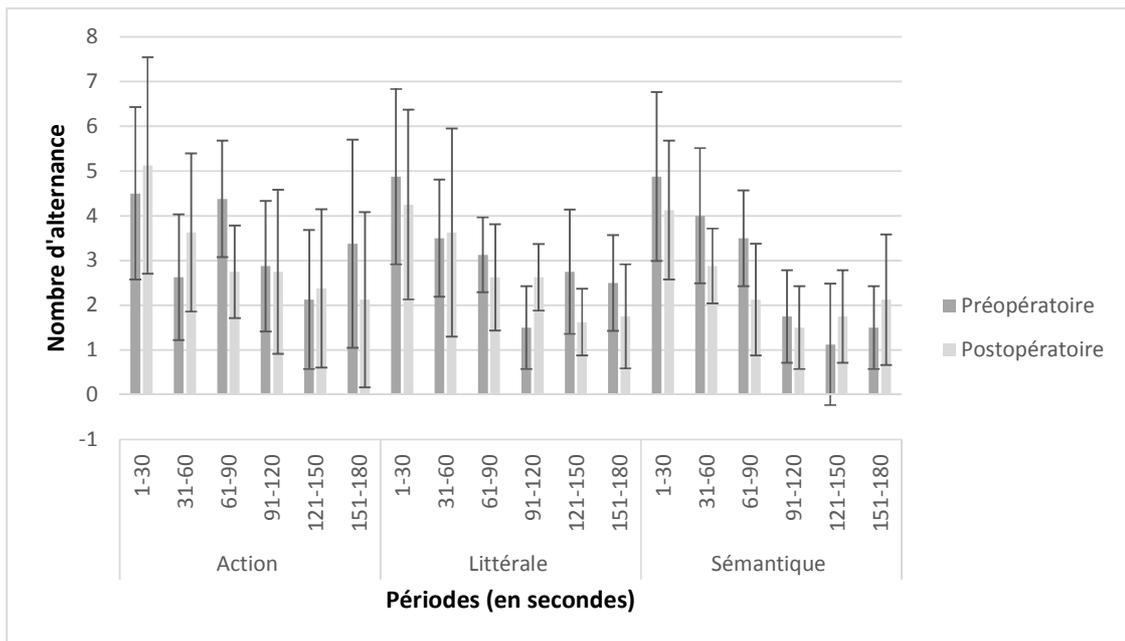


Figure 55. Nombre d'alternances en fonction du temps (périodes en secondes) pour chaque type de fluence et dans chaque situation opératoire pour les participants de l'Expérience 7.

2.2.3.4 Discussion

L'objectif principal de cette expérience était de montrer une atteinte de la fluence d'action, à l'instar des fluences sémantique et littérale, et du traitement du verbe d'action, à l'aide d'une tâche de décision lexicale, dans le tremblement essentiel. L'objectif secondaire de cette expérience était de montrer l'amélioration de la fluence d'action et du traitement du verbe chez les patients atteints de tremblement essentiel, après chirurgie. Nous avons montré un effet du tremblement essentiel sur le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence d'action et confirmons l'atteinte des fluences sémantique et littérale. Nous avons, également, montré un effet du tremblement essentiel sur le traitement lexical des noms et des verbes. La chirurgie avait un effet sur la production qualitative des patients atteints de tremblement essentiel lors de la tâche de fluence d'action. Dans un premier temps, nous décrivons l'atteinte de la fluence d'action dans le tremblement essentiel. Dans un second temps, nous analyserons les effets du tremblement essentiel sur les performances des patients atteints de tremblement essentiel lors des tâches de fluence sémantique et littérale. Nous décrivons, dans un troisième temps, les effets de la pathologie sur le traitement lexical. Enfin, nous analyserons les effets de la chirurgie sur les performances lors des tâches de fluence et de décision lexicale.

Notre expérience est la première à montrer une atteinte de la fluence d'action dans le tremblement essentiel. Cette atteinte de la production du verbe d'action dans le tremblement essentiel se produisait tant sur les premières périodes (i.e., P1 et P2) que durant les dernières périodes (i.e., P4 et P5). Cet effet n'était pas en lien avec la capacité à produire des regroupements de grande taille. En revanche, les participants

atteints de tremblement essentiel alternaient moins que les participants contrôles. Comme pour le nombre de mots produits, cette différence était présente tant sur les périodes initiales (P2) que sur les périodes finales (P4 et P5). Les résultats de notre expérience nous paraissent peu en accord avec la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991) en raison d'un nombre de mots produits inférieur chez les participants atteints de tremblement essentiel pour l'ensemble des fluences verbales investiguées. En revanche, l'explication d'une atteinte exécutive dans le tremblement essentiel (e.g., Auzou et al., 2013) paraît ici applicable. Nous notons que le score des patients atteints de tremblement essentiel ne différait pas, dans le cas des fluences littérales et d'action, en termes de taille moyenne des regroupements mais en termes de nombres d'alternances produites. Aussi, nous notons que le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence d'action était fortement corrélé au nombre d'alternances chez les patients en situation préopératoire sans corrélation avec la taille des regroupements. Le nombre d'alternance est identifié dans la littérature comme indicateur de nature exécutive (Troyer, Moscovitch & Winocur, 1997). Cet argument est, néanmoins, moins valable pour la fluence littérale qui est corrélé à la fois au nombre d'alternances et à la taille des regroupements chez les patients atteints de tremblement essentiel en situation préopératoire. L'atteinte cérébelleuse dans le tremblement essentiel pourrait expliquer, en partie, cette atteinte de la fluence d'action, cette structure cérébrale ayant été identifiée comme impliquée dans la production des verbes chez des patients atteints d'atrophie corticale postérieure (Steeb et al., 2018).

Dans cette expérience, nous montrons une atteinte globale de la fluence verbale au sein du tremblement essentiel. Une diminution du nombre de mots produits en

fluence sémantique et littérale dans le tremblement essentiel avait été montrée par Schuurman et al. (2002) et Troster et al. (1999). Nous attendions une fluence sémantique inférieure dans notre groupe pathologique mais de façon plus discrète que pour la fluence littérale et la fluence d'action. Nos deux groupes de participants ne se distinguaient que de façon tendancielle au niveau du nombre de mots produits durant la tâche de fluence sémantique. Heber et al. (2013) avaient souligné l'absence de différence entre les individus atteints de tremblement essentiel et les individus sains pour le nombre de mots produits en fluence sémantique et littérale. Dans notre expérience, seul l'aspect qualitatif de la production différenciait les patients des participants contrôles avec une temporalité différente de la capacité à alterner. Les patients atteints de tremblement essentiel alternaient moins entre les regroupements en début et fin de production que les participants contrôles, alors que sur les périodes intermédiaires ils alternaient davantage que ces derniers.

Pour cette expérience, nous faisons l'hypothèse d'une altération du traitement du verbe d'action. Nous avons proposé une tâche de décision lexicale avec amorçage par répétition (adaptée de Boulenger et al., 2008) avec des noms et des verbes comme cibles. Conformément à notre hypothèse, nous avons montré que les temps de réponses lors de la tâche de décision lexicale étaient plus élevés pour les participants atteints de tremblement essentiel que pour les participants contrôles. Nous montrons également un effet du statut grammatical de la cible avec néanmoins un effet inverse à ce que nous avons postulé. Nous nous attendions à ce que les temps de réponses soient plus courts pour les cibles noms que pour les cibles verbes. Les résultats montraient que les réponses étaient plus rapides lorsque la cible était un verbe plutôt qu'un nom.

Boulenger et al. (2008) ne relevaient pas de différences entre les temps de réponses entre les noms et les verbes que ce soit chez les participants atteints de maladie de Parkinson, sous traitement et en privation de traitement, ou chez les participants contrôles. En utilisant le même matériel d'étude pour les paires nom-nom et verbe-verbe, nous avons montré que le traitement du verbe est effectué plus rapidement que celui du nom dans le tremblement essentiel. De plus, nous avons montré un effet facilitateur de l'amorçage par répétition. Cet effet se manifestait moins chez les participants atteints de tremblement essentiel que chez les participants contrôles.

Par ailleurs, notre étude nous a permis d'examiner l'effet de la chirurgie sur les performances des patients atteints de tremblement essentiel lors des tâches de fluence verbale et de décision lexicale. Les résultats de cette expérience ne montraient pas d'effet délétère de la chirurgie sur la production pour les tâches de fluence sémantique et littérale, contrairement à la diminution de la production attendue exposée par Ehlen, Schoenecker, Kühn et Klostermann (2014). Nous n'avons pas non plus observé l'amélioration attendue de la fluence d'action après l'opération. Néanmoins, les résultats des analyses qualitatives suggèrent une modification de la performance en terme stratégique qui serait propre à la fluence d'action. Plus précisément, les données montraient une augmentation du nombre d'alternances en situation préopératoire entre 61 et 90 secondes puis au-delà de 151 secondes, uniquement pour la fluence d'action. Avant l'intervention, les patients atteints de tremblement essentiel maintenaient un bon niveau de performance tout au long de la tâche en compensant la diminution progressive de la taille des regroupements par de plus nombreuses alternances. Ce pattern de performance n'est pas rencontré en situation postopératoire où la diminution

du nombre d'alternances était progressive dès les stades initiaux. Néanmoins, cette modification du nombre d'alternances ne semblait pas avoir d'effet sur la performance totale en termes de mots produits. Il est donc possible que la fluence d'action soit plus sensible que les autres fluences aux effets de la stimulation cérébrale profonde dans le tremblement essentiel, ne serait-ce qu'au niveau qualitatif. La fluence d'action semblerait, de plus, être un prédicteur de la réussite de la stimulation cérébrale profonde. Le score pour la fluence d'action en situation préopératoire, avec l'indicateur nombre de mots produits, était lié au score de qualité de vie en situation postopératoire. Ainsi, plus le nombre de mots produits durant la tâche de fluence d'action était élevé avant la chirurgie, meilleure était la qualité de vie perçue par le patient après cette dernière. Si la production de verbes d'action est interprétée à la lumière de la théorie de la cognition incarnée (Varela et al.,1991), alors les actions citées en situation préopératoire, actions qui peuvent être envisagées par le patient comme possibles ou plus fréquemment entreprises après l'opération, pourraient prédire l'amélioration des activités entreprises effectivement après l'opération. Nous avons prévu que les temps de réponses lors de la tâche de décision lexicale seraient plus élevés chez les participants atteints de tremblement essentiel après la chirurgie plutôt qu'avant la chirurgie. Nous ne validons pas cette hypothèse, les patients atteints de tremblement essentiel ne semblaient pas ralentis dans leurs temps de réponses après la chirurgie. Nous retrouvons, contrairement à notre hypothèse, des temps de réponses plus courts lorsque les cibles étaient des verbes que des noms. Nous validons l'hypothèse de temps plus courts lorsqu'une cible était précédée d'une amorce congruente que lorsqu'elle était précédée d'une amorce contrôle. Cet effet n'est pas influencé par le temps opératoire.

L'apport principal de cette expérience est de montrer que l'atteinte de la fluence verbale dans le tremblement essentiel, telle qu'exposée dans la littérature pour les fluences sémantique et littérale (e.g., Tröster et al., 1999), est également présente lors de tâche de fluence d'action. Nous retrouvons une atteinte significative pour cette fluence ainsi que pour la fluence littérale. Cette atteinte, en lien avec la capacité à alterner des participants atteints de tremblement essentiel, paraît cohérente avec un déficit des fonctions exécutives dans cette pathologie (e.g., Auzou et al., 2013). Nous montrons également que la fluence d'action est la seule fluence à être modifiée par la chirurgie. Même si cette différence ne s'exprimait que sur le versant qualitatif (différence temporelle dans la production des alternances), cela indique que la production du verbe d'action serait plus sensible à la chirurgie du VIM que la production du nom. Nous montrons, de plus, que le traitement du verbe n'est pas altéré dans le tremblement essentiel. Nous soulignons donc dans cette expérience une asymétrie entre la production et le traitement du verbe d'action. La limite principale de notre expérience est de confondre les effets de la chirurgie et de la stimulation du VIM dans le tremblement essentiel. Tous les participants atteints de tremblement essentiel ont été reçus, en postopératoire, en situation stimulateur allumé. De futures études permettront de distinguer les effets de la chirurgie et de la stimulation dans le tremblement essentiel en proposant des évaluations complémentaires en situation stimulateur éteint.

3 Discussion générale

Ce travail de thèse avait deux objectifs principaux. Le premier objectif était de développer les connaissances quant aux effets du vieillissement normal sur la production du verbe d'action. Dans une première partie, nous présenterons les quatre études réalisées dans le vieillissement normal. L'Expérience 1 portait sur les déterminants de la fluence d'action. L'expérience 2 analysait les effets d'adaptation stratégique à la consigne temporelle lors des tâches de fluence. Dans l'Expérience 3 étaient analysés les effets du niveau de mémoire de travail sur les tâches de fluence verbale. Enfin, l'Expérience 4 portait sur l'association verbale entre les noms et les verbes

Le deuxième objectif était d'étudier la production du verbe dans la maladie de Parkinson et les pathologies du mouvement. Dans une deuxième partie, nous présenterons les trois études réalisées auprès de populations pathologiques. Dans l'Expérience 5, nous avons étudié les effets de la maladie de Parkinson sur la fluence d'action et sur l'adaptation stratégique à la consigne temporelle. L'Expérience 6 portait sur les effets de l'atrophie multisystématisée sur la fluence d'action. Enfin, dans l'Expérience 7, nous nous sommes intéressés aux effets du tremblement essentiel et de son traitement par stimulation cérébrale profonde sur la fluence verbale, dont la fluence d'action, et le traitement du verbe d'action. Dans une troisième partie, nous présenterons une conclusion de ce travail de thèse et ses possibles applications et développements.

3.1 Expériences dans le vieillissement normal

L'objectif de cette thèse était de montrer que la fluence d'action (Piatt et al., 1999a), épreuve de production de verbes, était impactée par le vieillissement normal à l'instar de la fluence sémantique (e.g., Troyer et al., 1998, Kemper & Sumner, 2001 ; Meinzer et al., 2009), épreuve de production de noms. Nous faisons néanmoins l'hypothèse de processus sous-jacents différents pour chacune des deux tâches. Nous prédisions, conformément à ce qui est décrit dans la littérature, que la fluence sémantique serait en lien avec la vitesse de traitement (e.g., Kemper & Sumner, 2001) et le vocabulaire (e.g., Bolla et al., 1990) alors que la fluence d'action serait en lien avec le fonctionnement exécutif (e.g., Piatt et al., 1999). Une analyse d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs devait nous permettre de statuer en ce sens. Ainsi, nous avons, en complément d'une analyse traditionnelle du nombre total de mots produits pour chaque tâche de fluence (voir Gierski & Ergis, 2004), calculé la taille des regroupements, les alternances entre ces regroupements (Troyer et al., 1997) et les répétitions de mots, témoins d'un comportement persévératif (e.g., Ramage et al., 1999). Afin de mettre en lumière l'organisation temporelle de cette production (voir Sauzéron et al., 2011), nous avons choisi, dans l'Expérience 1, d'allonger le temps de production d'une minute traditionnellement utilisé, tant dans les études publiées qu'en pratique neuropsychologique clinique, à trois minutes (voir McDowd et al., 2011). Cet allongement devait nous permettre d'observer les adaptations au temps de production et de distinguer les processus automatiques et contrôlés mis en place, potentiellement de

façon différente, chez les adultes jeunes et les adultes âgés. Par ailleurs, nous nous attendions à ce que la manipulation de la consigne temporelle pour la production ait un impact différent sur les processus mis en place chez les adultes jeunes et les adultes âgés et, in fine, sur le nombre de mots produits lors de la première minute.

Nous avons déterminé, dans l'Expérience 1, une atteinte de la fluence verbale imputable au vieillissement cognitif pour un temps de production de trois minutes. Cette atteinte était présente sur l'ensemble des versants étudiés : fluence sémantique, littérale et d'action. Conformément à ce que nous avons supposé, la fluence d'action semblait davantage impactée par l'âge que la fluence littérale. Notre étude est la première, à notre connaissance, à montrer que la tâche de fluence d'action telle que définie par Piatt et al. (1999a), avec néanmoins un temps de production plus long (i.e., trois minutes plutôt qu'une, voir McDowd et al., 2011), est impactée par le vieillissement cognitif normal. Cette fluence serait néanmoins moins sensible aux effets du vieillissement que la fluence sémantique. Conformément à nos hypothèses, le nombre de verbes d'action produits par les adultes âgés était le seul indice quantitatif de performance à être déterminé par le fonctionnement exécutif. Nos résultats sont cohérents avec ce qui avait été décrit par Piatt et al. (1999b). De plus, la performance des adultes âgés était davantage imputable au nombre d'alternances produites qu'à la taille des regroupements. Ce constat était, néanmoins, également, applicable à la performance des adultes jeunes. Les fluences sémantique et littérale seraient quant à elles, conformément à nos hypothèses, déterminées par le ralentissement de la vitesse de traitement imputable au vieillissement cognitif des aînés, conformément à ce qui avait été montré par Kemper et Sumner (2001). Cependant, nous nous attendions à ce

que le nombre de mots produits en fluence sémantique soit, de par la nature davantage lexicale de celle-ci, en lien avec la taille des regroupements, tant chez les adultes jeunes que chez les adultes âgés. Nous observons ce lien uniquement chez les individus jeunes. La performance quantitative en fluence sémantique était liée, chez les adultes âgés, au nombre d'alternances, à l'instar de ce qui était observé en fluence littérale. Chez les adultes jeunes, la performance en fluence d'action n'était imputable ni au niveau de vocabulaire, ni aux fonctions exécutives ni à la vitesse de traitement à l'instar de la fluence littérale. Nos résultats divergent de ce qui avait été montré par Woods et al. (2005) qui avaient montré que le nombre de mots produits par des adultes jeunes lors d'une tâche de fluence d'action était lié aux fonctions exécutives, à la mémoire de travail et à la vitesse de traitement. La fluence sémantique chez les individus jeunes était déterminée par la flexibilité et, dans une moindre mesure, par le niveau de vocabulaire dans l'Expérience 1. Nous observons, dans cette même expérience, que l'allongement du temps dédié à la production avait des effets différents sur la fluence d'action comparativement aux autres fluences. Dans la fluence d'action, la diminution progressive du nombre d'alternance au fur et à mesure du temps n'était pas compensée par une augmentation stratégique de la taille des regroupements, qui était pour cette fluence supérieure chez l'adulte jeune que chez l'adulte âgé. En revanche, pour la fluence sémantique, les participants compensaient cette diminution des alternances par une plus grande taille des regroupements. Il y aurait donc une adaptation, stratégique qu'elle soit consciente ou inconsciente, différente au décours temporel. Nous montrons que cette adaptation est, de plus, différente selon le type de fluence considérée.

Nous montrons, de plus, dans l'Expérience 2, que les adultes âgés prennent davantage en compte la consigne temporelle donnée pour adapter l'efficacité de leur production. Cela n'a pas, à notre connaissance, été montré dans la littérature et offre un éclairage important des aspects stratégiques en jeu lors des tâches de fluence verbale. Nous montrons un nombre total de mots produits en une minute plus important lorsque les adultes âgés savent disposer d'un temps court (i.e., une minute) plutôt que d'un temps long (i.e., trois minutes). Cet effet d'adaptation à la consigne n'était observé que chez l'adulte âgé. De plus, il ne concernait que les fluences sémantique et d'action et non la fluence littérale. Cet effet devait trouver son origine en partie au niveau lexical. Cet effet d'adaptation à la consigne était fortement dépendant du niveau de vocabulaire, plus élevé chez les participants âgés que chez les participants jeunes de notre expérience. L'augmentation du niveau du vocabulaire avec l'avancée en âge a été montrée dans la littérature (voir Verhaegen, 2003 pour une revue). L'aspect stratégique de cette adaptation à la consigne temporelle ne semble pas dépendre des processus de regroupements et d'alternances. Les différences liées à l'âge en termes d'indicateurs qualitatifs étaient expliquées par le vocabulaire. Cet effet mériterait d'être répliqué au sein de population ne se différenciant pas en termes de niveau de vocabulaire (à l'instar des participants de l'Expérience 1). Nous avons vu au sein de l'Expérience 1, que les effets liés à l'âge au niveau tant des indicateurs quantitatifs que qualitatifs étaient présents lorsque la différence de niveau de vocabulaire n'était pas significative.

Les résultats de l'Expérience 1 ne nous permettaient pas de distinguer les déterminants de la fluence d'action chez les adultes jeunes. Cette étude ne comprenait pas d'évaluation de la mémoire de travail or ce registre de mémoire était impliqué dans

les productions d'adultes jeunes chez Unsworth et al. (2011) et Kemper et Sumner (2001). Nous avons donc, dans l'Expérience 3, testé l'hypothèse d'un effet bénéfique du niveau de mémoire de travail sur le nombre de mots produits lors de tâche de fluences d'action, sémantique et littérale (voir Rosen & Engle, 1997 pour une procédure semblable). Nos résultats indiquaient que le niveau de mémoire de travail avait un effet bénéfique sur le nombre de mots produits. Toutefois, contrairement à ce que nous avons postulé, cet effet était présent chez les adultes âgés et non chez les adultes jeunes. L'empan auditivo-verbal endroit (i.e., évaluation de l'efficacité de la boucle phonologique en mémoire de travail) était dans notre expérience un déterminant de la fluence d'action chez les participants âgés. Cet élément paraît contraire à ce qui avait été montré par Woods et al. (2005). Dans cette étude, les performances d'adultes jeunes étaient liées à la mémoire de travail, la vitesse de traitement et les fonctions exécutives. Nous avons montré dans l'Expérience 1 que le nombre de mots produits par les individus âgés lors d'une tâche de fluence d'action était dépendant des fonctions exécutives et plus précisément de la flexibilité. La mémoire de travail et les fonctions exécutives étant étroitement liées (e.g., McCabe et al., 2010), les résultats de l'Expérience 1 et de l'Expérience 3 paraissent cohérents. La fluence d'action et la fluence littérale seraient impactées, contrairement à la fluence sémantique, par le niveau de mémoire de travail au cours du vieillissement, ce qui soulignerait la nature exécutive de ces deux tâches.

Les effets de l'âge sur le nombre de mots produits apparaissent modulés par le temps de production donné aux participants. Nous avons montré dans l'Expérience 1 que pour un temps de trois minutes, le nombre de mots produits lors de la tâche de

fluence d'action était plus faible chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes, conformément à notre hypothèse et à ce qu'avait montré McDowd et al. (2011) dans leur adaptation de la tâche de fluence d'action. Cette différence n'est pas relevée pour un temps de deux minutes dans l'Expérience 3 et pour un temps d'une minute (en ne considérant que les individus ayant reçu la consigne d'une minute) dans l'Expérience 2. Holtzer et al. (2009) avaient montré une plus grande sensibilité de la fluence sémantique aux effets du vieillissement pour des temps longs que des temps courts. Nos conclusions quant aux effets du temps de production lors d'une tâche de fluence d'action sont similaires. Un temps de trois minutes pourrait, d'un point de vue clinique, être préféré pour distinguer les performances en fonction de l'âge. Nous montrons par ailleurs que le nombre de mots produits durant la tâche de fluence littérale n'est plus faible chez les adultes âgés que chez les adultes jeunes que pour un temps de trois minutes (Expérience 1) comparativement à des temps d'une (Expérience 2) ou de deux minutes (Expérience 3). Les études n'ayant pas montré d'effet de l'âge sur le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence littérale (e.g., Kemper & Sumner, 2001, Mathuranath et al., 2003 ; Meinzer et al., 2009 Troyer et al., 1998) utilisaient des temps courts. Un effet délétère de l'âge sur le nombre de mots produits en fluence littérale pour un temps de trois minutes avait été montré par McDowd et al. (2011). Nos résultats paraissent confirmer leurs conclusions.

Nous avons montré au cours des Expériences 1, 2 et 3 que la tâche de fluence d'action partage des caractéristiques avec la fluence littérale et avec la fluence sémantique. Elle semblait, comme la fluence littérale, dépendre en grande partie de la capacité à alterner (voir Troyer, Moscovitch & Winocur, 1997) et du niveau de

mémoire de travail. La fluence d'action était, néanmoins, à l'instar de la fluence sémantique, impactée par la consigne temporelle. De nombreux auteurs ont étudié la distinction entre les noms et les verbes dans le lexique mental (pour une synthèse voir Vigliocco et al., 2011). Cette distinction se ferait sur le plan grammatical uniquement lorsque la tâche implique un traitement grammatical. Dans les autres cas, la distinction entre les noms et les verbes serait une dissociation au niveau sémantique entre les entités dynamiques et les entités statiques. Nous nous sommes donc demandé si la fluence d'action était une fluence sémantique dont la catégorie serait l'action. Nous avons proposé dans l'Expérience 4, l'étude des liens sémantiques entre les noms entre eux et entre les verbes entre eux, ainsi que les liens entre les noms et les verbes. Nous avons proposé une tâche d'association verbale, avec des noms et des verbes comme indices et nécessitant des réponses noms et verbes. A notre connaissance, ce type de tâche d'association n'existait pas, de surcroît auprès de participants issus de trois classes d'âge (i.e., jeunes adultes, adultes d'âge intermédiaire, adultes âgés). Nous montrons donc dans cette expérience une organisation différente du lexique mental en fonction de l'âge des individus et en fonction de la nature grammaticale des mots qui sont activés. Le taux de recouvrement était plus important entre les différentes classes d'âge lorsqu'un verbe était activé plutôt qu'un nom. Lorsqu'un verbe était activé, les pourcentages de réponse dominante étaient, néanmoins, plus faibles. Nous avons interprété ce résultat en postulant un plus faible nombre possible d'associés pour les verbes, associés qui, de surcroît, partageraient peu de caractéristiques sémantiques communes. Les taux de réponses dominantes étaient supérieurs lorsqu'il fallait produire un verbe, situation non automatique, qu'un nom, situation plus habituelle et ce d'autant plus que l'indice donné était un nom. Cela peut découler de la procédure

utilisée lors de cette tâche d'association verbale. Le fait de proposer cette tâche en modalité informatisée sans borne temporelle et sans présence de l'expérimentateur peut avoir conduit les participants à stratégiquement prendre plus de temps pour répondre. Ce temps additionnel a pu permettre aux participants de mettre en place une stratégie d'association basée davantage sur les aspects syntaxiques plutôt que sémantiques. Notre expérience apporte donc des arguments en faveur des théories émergentistes (voir Vigliocco et al., 2011) en montrant que le temps disponible pour répondre peut faire varier les niveaux de traitements pour une même tâche. Nous montrons de plus un effet de l'avancée en âge sur les associations, pour la langue française, entre les noms et les verbes, ce qui n'avait pas été montré à notre connaissance. De plus, les réponses de nos participants offrent une base d'associations de noms et de verbes qui pourront permettre la création de nouvelles tâches de traitement lexical, que ce soit pour des études dans le vieillissement normal ou dans le vieillissement pathologique.

3.2 Expériences dans les pathologies du mouvement

L'étude de la production du verbe dans les pathologies du mouvement permet d'enrichir la compréhension du lien entre la réalisation motrice de l'action et les processus cognitifs liés aux traits sémantiques des verbes. Nous avons donc réalisé trois expériences auprès de trois populations pathologiques différentes : des patients atteints de maladie de Parkinson, d'atrophie multisystématisée et de tremblement essentiel. Nous avons tenté, au sein de l'Expérience 5, de démontrer que l'effet d'adaptation stratégique à la consigne temporelle pouvait être mise en difficulté au sein de la

maladie de Parkinson au cours de laquelle une atteinte des boucles fronto-striatales (Alexander & Crutcher, 1990), et en premier lieu la boucle associative (Dubois & Pillon, 1997), entraîne une détérioration cognitive marquée par des éléments dysexécutifs (e.g., Dujardin et al., 2003). Dans la mesure où, en cohérence avec la littérature (Piatt et al. 1999b), nous avons déterminé que la fluence d'action était sensible au fonctionnement exécutif chez des adultes âgés (Expérience 1), nous nous attendions à relever une atteinte pour cette fluence dans la maladie de Parkinson. Nous avons validé cette hypothèse dans l'Expérience 5 en montrant que la fluence d'action était impactée par la symptomatologie parkinsonienne au niveau quantitatif (i.e., nombre de mots produits) et, dans une moindre mesure, au niveau qualitatif (i.e., nombre d'alternances, voir Troyer, Moscovitch & Winocur, 1997). Nous postulons, en raison de l'implication de la boucle fronto-striatale limbique, une atteinte de la prise en compte des facteurs environnementaux pour remplir un objectif et donc un effet d'adaptation stratégique à la consigne temporelle plus faible que chez les participants contrôles (voir Expérience 2). Cet effet, présent chez les participants contrôles, ne se manifestait pas chez les patients parkinsoniens. La différence entre nos deux groupes ne pouvait donc pas être expliquée par le niveau de vocabulaire ni par un abaissement du nombre d'alternances et serait donc attribuable à l'atteinte cognitive liée à la maladie de Parkinson.

L'atteinte des boucles fronto-striatales motrice, associative et limbique expliquerait une grande variété de symptômes inhérents aux syndromes parkinsoniens. Deux théories pourraient rendre compte de cette atteinte spécifique de la fluence d'action au sein de la maladie de Parkinson. Tout d'abord, une explication anatomo-

fonctionnelle peut être évoquée. Il a été démontré que la production du verbe d'action était, au niveau cérébral, dépendante des lobes frontaux antérieurs (e.g. Shapiro et al., 2005), lobes eux-mêmes identifiés comme le siège des fonctions supérieures que sont les fonctions exécutives. L'atteinte parkinsonienne, débutant au niveau sous-cortical, a des répercussions sur le fonctionnement frontal, et donc exécutif (Dujardin et al., 2003), via les boucles striato-frontales liant les ganglions de la base au cortex frontal. Un deuxième niveau d'explication s'appuie sur la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991), qui postule l'activation, somatotopique, des mêmes zones lors de la réalisation d'un acte moteur et lors de l'idéation (par traitement ou par production) de ce même acte moteur. Ainsi, les pathologies impliquant une diminution de l'acte moteur au quotidien, telles que la maladie de Parkinson, pourraient entraîner des difficultés spécifiques de la production et du traitement du verbe d'action. Nous avons alors proposé l'évaluation de la production du verbe d'action au sein de deux pathologies impliquant une atteinte motrice mais dont une seule partagerait des mécanismes physiopathologiques communs avec la maladie de Parkinson. De plus dans l'Expérience 6, nous avons étudié la production du verbe d'action, à travers la tâche de fluence d'action dans l'atrophie multisystématisée. Cette pathologie peut entraîner une atteinte exécutive (e.g., Dujardin et al., 2003). Une diminution des fluences verbales (sémantique et littérale) a, de surcroît, été décrite dans la littérature (e.g., Auzou et al., 2015, Kim, Jeon & Jellinger, 2015, Soliveri et al., 2000). De plus, cette pathologie peut être subdivisée en deux entités différentes selon le syndrome prédominant (voir Gilman et al., 2008 pour les critères diagnostiques actuels). Sont donc distinguées l'AMS-P, pour les formes où le syndrome parkinsonien prédomine, et l'AMS-C, pour les formes où le syndrome cérébelleux prédomine. Il a été montré que la forme parkinsonienne

entraînerait des difficultés cognitives plus importantes (e.g., Kawai et al., 2008). A ce jour, la production du verbe d'action n'a pas été étudiée au sein de cette pathologie. Nous validons l'hypothèse d'une atteinte de la fluence d'action, chez les patients atteints d'atrophie multisystématisée. Cet effet était également, bien que plus faiblement, observé sur le versant littéral. Cette atteinte n'était pas liée au niveau de vocabulaire et au niveau d'études, qui ne différaient pas significativement entre nos deux groupes de participants. Nous avons, néanmoins, comme il peut être attendu au sein de l'atrophie multisystématisée, une différence de niveau cognitif global (e.g., Auzou et al., 2015) avec un MMSE plus faible chez les patients atteints d'atrophie multisystématisée que chez les participants contrôles. Cette disparité de niveau cognitif n'expliquait pas intégralement les différences entre patients et participants contrôles au niveau de la performance quantitative en fluence d'action et fluence littérale. Les fluences d'action et littérale entraînaient une tendance à produire de plus petits regroupements chez les patients. En revanche, cet effet du groupe sur la taille des regroupements, au détriment des individus atteints d'atrophie multisystématisée, était de plus grande taille encore au niveau de la fluence sémantique. Cet effet de la pathologie sur les regroupements paraît confirmer l'atteinte sémantique prépondérante dans l'atrophie multisystématisée montrée par Apostolova et al. (2006). Dans notre expérience, il n'y avait pas de différences entre les deux groupes en termes de nombre d'alternances, indicateur exécutif qui aurait apporté des arguments pour la théorie d'une origine exécutive. L'Expérience 6 apportait donc une réponse parcelaire afin de distinguer entre la théorie de l'origine frontale/exécutive et la théorie de la cognition incarnée. Si l'atteinte conjointe de la fluence d'action et de la fluence littérale oriente davantage vers une origine exécutive, l'absence de différence au niveau de l'indicateur

qualitatif le plus exécutif, le nombre d'alternance, atténue cette possibilité. Il reste tout à fait possible que l'atteinte de la fluence d'action et l'atteinte de la fluence littérale aient des origines différentes.

Nous avons proposé, au sein de l'Expérience 7, d'étudier la production du verbe d'action, comparativement au traitement du nom, au sein du tremblement essentiel, pathologie avec de fortes répercussions motrices sans implication directes des boucles striato-frontales. Le tremblement d'action, principal symptôme du tremblement essentiel serait d'origine cérébelleuse (Elble, 2013). Néanmoins, les conséquences de la maladie ne seraient pas uniquement motrices et des difficultés cognitives, dont une atteinte des fluences verbale, ont été relevées au sein de cette pathologie. Une implication des boucles cérébello-thalamo-corticales expliquerait ce pattern de difficultés. Dans l'Expérience 7, nous avons validé l'hypothèse d'une atteinte de la fluence d'action comparativement aux fluences sémantique et littérale au sein du tremblement essentiel. Si l'atteinte de la production du verbe d'action est dépendante, dans la maladie de Parkinson (Expérience 5), d'une atteinte des boucles striato-frontales (Alexander & Crutcher, 1990), une atteinte de la même sphère au sein du tremblement essentiel serait davantage explicable par la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991). Une explication alternative serait d'envisager un réseau d'aires cérébrales responsables de la production du verbe d'action regroupées en des zones de convergences (e.g., Fargier, 2015) dont certaines composantes seraient altérées au sein de la maladie de Parkinson, de l'atrophie multisystématisée et du tremblement essentiel. De plus, si la production de l'action, à travers la tâche de fluence d'action, est atteinte indépendamment du traitement de l'action, à travers une

tâche de décision lexicale portant sur des verbes comparativement aux noms, il serait alors possible d'envisager une atteinte de la production indépendamment du type de matériel lexical à produire. Si l'atteinte était relevée sur les deux types de tâche, il serait possible d'envisager une atteinte des deux processus ou une atteinte de l'entité grammaticale/lexicale, le verbe, indépendamment du type de processus cognitif engagé. Nous validons notre hypothèse d'atteinte de la fluence d'action au sein du tremblement essentiel. Cette atteinte était également retrouvée au sein de la fluence littéraire comme cela avait été le cas au sein de l'atrophie multisystématisée (Expérience 6). Néanmoins, seule la fluence d'action exposait un pattern temporel différencié entre patients et participants contrôles appariés avec une augmentation du nombre de verbes d'action produits entre 60 et 90 secondes chez les patients atteints de tremblement essentiel alors qu'elle continue à décroître sur cette même période chez les individus sains. Le profil se modifie par la suite avec une diminution chez les patients au-delà de 90 secondes alors que la production se maintient dans le temps pour cette même période chez les participants contrôles appariés. De plus, les performances qualitatives des deux groupes se différenciaient avec un nombre d'alternances plus faible chez les patients pour les fluences d'action et littéraire. Ainsi, l'atteinte relevée dans le tremblement essentiel au niveau quantitatif au sein des fluences d'action et littéraire serait imputable à une plus grande difficulté à alterner au sein de ces deux tâches. Il est à noter, à l'instar de ce qui avait été relevé au sein de la maladie de Parkinson (Expérience 5) et de l'atrophie multisystématisée (Expérience 6), une absence de relation entre les scores aux échelles motrices et les scores en fluence d'action. Nous avons également au sein du tremblement essentiel (Expérience 7) postulé une atteinte du traitement du verbe comparativement au nom et dans une perspective différentielle avec un groupe

contrôle. A l'aide d'une tâche de décision lexicale avec amorçage par répétition (adaptée de Boulenger et al., 2008), nous ne validons pas notre hypothèse. Nous observons donc une dissociation entre le traitement et la production du verbe au sein du tremblement essentiel. Cette dissociation mériterait d'être confirmée dans des études ultérieures.

Nous avons, également, via l'Expérience 7, évalué l'impact de la stimulation cérébrale profonde du noyau ventral intermédiaire sur les performances en fluence verbale en faisant l'hypothèse, en ligne avec la littérature (e.g., Schuurman et al., 2002, Troster et al., 1999), d'une atteinte des fluences sémantique et littérale en situation de stimulation cérébrale profonde. Nous supposons également, en accord avec la théorie de la cognition incarnée (Varela et al., 1991), que l'amélioration motrice aurait un impact sur la production du verbe d'action avec une amélioration attendue en situation postopératoire. Nous nous attendions également à ce que les temps de réponses en tâche de décision lexicale soient altérés en situation postopératoire et ce particulièrement pour les noms. Si les scores en fluence sémantique et littérale étaient effectivement plus faibles en situation postopératoire que préopératoire, cet effet n'était pas significatif au sein de notre groupe de huit patients atteints de tremblement essentiel. Au niveau de la fluence d'action, nous ne relevions pas d'amélioration de la performance au niveau quantitatif, mais observions une modification de l'organisation temporelle du nombre d'alternances. Le nombre d'alternances ne connaissait pas d'augmentation entre deux périodes de temps, comme cela était observé en situation préopératoire. Seule la fluence d'action semblait, sans néanmoins que cela ait de conséquences significatives sur le nombre de mots produits, impactée qualitativement

par la stimulation du noyau ventral intermédiaire. L'effet d'amorçage présent pour les verbes en situation préopératoire disparaît en situation postopératoire. Il était attendu une amélioration motrice en situation postopératoire, dans la mesure où l'amélioration motrice est l'objectif principal de l'indication chirurgicale dans le tremblement essentiel. Cette amélioration motrice apparaît significativement sur l'échelle motrice en dépit de temps de réponse plus long lors de la tâche de décision lexicale. Une limite de notre expérience est de ne pas inclure de tâche de temps de réaction simple qui aurait permis de distinguer un ralentissement moteur lors d'une simple détection de signal, d'une atteinte spécifique des processus de décision lexicale.

3.3 Conclusions générales et perspectives d'application

Nous avons donc vu, à travers ces différentes expériences, que la fluence d'action semble la seule fluence en lien avec le fonctionnement exécutif. Ce lien n'était relevé que chez l'individu âgé comparativement à l'individu jeune (conformément à ce qu'avaient montré Piatt et al., 1999b dans une étude portant sur des adultes âgés uniquement). Les fluences sémantique et d'action, contrairement à leur application principale en pratique clinique (e.g., Godefroy et Grefex, 2004 pour l'utilisation des fluences sémantique et littérale en pratique clinique pour la langue française), évaluent, chez les adultes âgés, le ralentissement. D'un point de vue clinique, nos données suggèrent de favoriser la fluence d'action lorsque le but de l'évaluation s'intègre dans une perspective exécutive. De plus, notre travail démontre que les temps de production ont des effets différents selon les fluences envisagées. Ainsi, la part de variance

expliquée par l'âge en fluence d'action est plus importante pour les temps longs que pour les temps courts alors que le pattern inverse est observé au sein des fluences sémantique et littérale. Ainsi notre étude permet, en application clinique, une meilleure prise en compte des temps proposés aux patients pour les tâches de fluence. Nous avons également montré que les temps perçus comme disponible pour la production modulaient significativement la performance des adultes âgés qui prennent davantage en compte les contraintes environnementales, dont le temps disponible fait partie, pour adapter leur niveau de performance quantitativement.

Au niveau fondamental, il est possible donc d'envisager un modèle explicatif de la production de verbes qui prendrait en compte l'origine frontale et donc exécutive de la production de verbe au sein du vieillissement normal. L'atteinte parkinsonienne entraînerait une activation d'aires cérébrales pour les tâches de production de verbes qui ne sont pas activées chez les individus sains. Ces aires, sous-corticales, fonctionneraient en lien avec le cortex frontal via les boucles fronto-striatales. Nous pouvons, en ligne avec les théories de la cognition incarnée, supposer que ces structures sous-corticales constituent des zones de convergences linguistiques qui prendraient en charge la production lexicale du verbe. Les trois boucles fonctionneraient de façon associée dans la mesure où nos études démontrent qu'au sein de la maladie de Parkinson et au sein d'un syndrome parkinsonien atypique, l'atrophie multisystématisée, l'atteinte motrice, en lien avec la boucle motrice, entraîne, via une probable zone de convergence partagée avec la boucle associative, une atteinte de la production du verbe d'action. La boucle associative serait quant à elle en lien avec la

boucle limbique qui empêcherait la bonne adaptation stratégique aux contraintes de l'environnement, comme la perception du temps disponible pour la production.

Nos expériences en populations pathologiques nous permettent de démontrer, qu'en raison de sa nature exécutive, et en accord avec la théorie de la cognition incarnée, la fluence d'action est sensible aux pathologies du mouvement qu'elles soient ou non liées à une atteinte des boucles fronto-striatales. Ainsi, nous répliquons l'atteinte spécifique de la fluence d'action au sein de la maladie de Parkinson et démontrons son atteinte, comparativement aux fluences sémantique et d'action, au sein de l'atrophie multisystématisée et le tremblement essentiel. Nous préconisons donc cette tâche pour l'évaluation cognitive des patients atteints de ces pathologies. Nous démontrons aussi que l'adaptation aux contraintes de l'environnement pour maintenir un niveau adéquat de performance serait altérée au sein de la maladie de Parkinson. Cela apporte au niveau fondamental une meilleure connaissance des interdépendances entre les différentes boucles fronto-striatales, avec ici une implication possible de la boucle limbique sur les tâches dont la réussite est habituellement attribuée à la boucle associative.

Références

- Acevedo, A., Loewenstein, D. A., Barker, W. W., Harwood, D. G., Luis, C., Bravo, M., ... Duara, R. (2000). Category fluency test: normative data for English- and Spanish-speaking elderly. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 6(7), 760-769.
- Alexander, G. E., & Crutcher, M. D. (1990). Functional architecture of basal ganglia circuits: neural substrates of parallel processing. *Trends in Neurosciences*, 13(7), 266-271.
- Allain, P., & Le Gall, D. (2008). Approches théoriques des fonctions exécutives. In O. Godefroy & le GREFEX (Eds.), *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques: évaluation en pratique clinique* (pp. 9-42). Marseille: Solal.
- Apostolova, L. G., Klement, I., Bronstein, Y., Vinters, H. V., & Cummings, J. L. (2006). Multiple system atrophy presenting with language impairment. *Neurology*, 67(4), 726-727.
- Artieda, J., Pastor, M. A., Lacruz, F., & Obeso, J. A. (1992). Temporal discrimination is abnormal in Parkinson's disease. *Brain: A Journal of Neurology*, 115 Pt 1, 199-210.
- Auzou, N., Dujardin, K., Biundo, R., Foubert-Samier, A., Barth, C., Duval, F., ... Meissner, W. G. (2015). Diagnosing dementia in multiple system atrophy by applying Movement Disorder Society diagnostic criteria for Parkinson's disease dementia. *Parkinsonism & Related Disorders*, 21(10), 1273-1277.
- Auzou, N., Foubert-Samier, A., Dupouy, S., & Meissner, W. G. (2014). Facial emotion recognition is inversely correlated with tremor severity in essential tremor. *Journal of Neural Transmission*, 121(4), 347-351.

- Azuma, T. (2004). Working memory and perseveration in verbal fluency. *Neuropsychology, 18*(1), 69-77.
- Baciu, M., Boudiaf, N., Cousin, E., Perrone-Bertolotti, M., Pichat, C., Fournet, N., ... Krainik, A. (2016). Functional MRI evidence for the decline of word retrieval and generation during normal aging. *AGE, 38*(1).
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. New York, NY, US: Clarendon Press/Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2001). Is working memory still working? *The American Psychologist, 56*(11), 851-864.
- Bak, T. H., Crawford, L. M., Hearn, V. C., Mathuranath, P. S., & Hodges, J. R. (2005). Subcortical dementia revisited: similarities and differences in cognitive function between progressive supranuclear palsy (PSP), corticobasal degeneration (CBD) and multiple system atrophy (MSA). *Neurocase, 11*(4), 268-273.
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., ... Group, for the A. S. (2002). Effects of Cognitive Training Interventions With Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *JAMA, 288*(18), 2271-2281.
- Bandera, L., Della Sala, S., Laiacona, M., Luzzatti, C., & Spinnler, H. (1991). Generative associative naming in dementia of Alzheimer's type. *Neuropsychologia, 29*(4), 291-304.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual Symbol Systems. *Behavioral and Brain Sciences, 22*, 577-609.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology, 59*, 617-645.

- Bayram, E., & Akbostancı, M. C. (2018). Neural Foundations of Action-related Language: Studies in Parkinson's Disease. *Turkish Journal Of Neurology*, 2018(1), 3-12.
- Beber, B. C., & Chaves, M. L. (2014). The basis and applications of the action fluency and action naming tasks. *Dementia e Neuropsychologia*, 8(1), 47-57.
- Bertella, L., Albani, G., Greco, E., Priano, L., Mauro, A., Marchi, S., ... Semenza, C. (2002). Noun verb dissociation in Parkinson's disease. *Brain and Cognition*, 48(2-3), 277-280.
- Birba, A., García-Cordero, I., Kozono, G., Legaz, A., Ibáñez, A., Sedeño, L., & García, A. M. (2017). Losing ground: Frontostriatal atrophy disrupts language embodiment in Parkinson's and Huntington's disease. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 80, 673-687.
- Bocanegra, Y., García, A., Pineda, D., Buriticá, O., Villegas, A., Lopera, F., ... Ibanez, A. (2015). Syntax, action verbs, action semantics, and object semantics in Parkinson's disease: Dissociability, progression, and executive influences. *Cortex*, 69.
- Bolla, K. L., Lindgren, K. N., Bonnacorsy, C., & Bleecker, M. L. (1990). Predictors of verbal fluency (FAS) in the healthy elderly. *Journal of Clinical Psychology*, 46(5), 623-628.
- Bonin, P., Méot, A., Aubert, L.-F., Malardier, N., Niedenthal, P. M., & Capelle-Toczek, M.-C. (2003). Normes de concrétude, de valeur d'imagerie, de fréquence subjective et de valence émotionnelle pour 866 mots. *L'Année Psychologique*, 103(4), 655-694.
- Bonin, P., Méot, A., Ferrand, L., & Bugańska, A. (2013). Normes d'associations verbales pour 520 mots concrets et étude de leurs relations avec d'autres variables psycholinguistiques. *L'Année Psychologique*, 113(01), 63-92.

- Borden, A., Wallon, D., Lefaucheur, R., Derrey, S., Fetter, D., Verin, M., & Maltête, D. (2014). Does early verbal fluency decline after STN implantation predict long-term cognitive outcome after STN-DBS in Parkinson's disease? *Journal of the neurological sciences*, 346. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2014.07.063>
- Borkowski, J. G., Benton, A. L., & Spreen, O. (1967). Word fluency and brain damage. *Neuropsychologia*, 5(2), 135-140.
- Boulenger, V., Hauk, O., & Pulvermüller, F. (2009). Grasping ideas with the motor system: semantic somatotopy in idiom comprehension. *Cerebral Cortex (New York, NY)*, 19(8), 1905-1914.
- Boulenger, V., Mechtouff, L., Thobois, S., Broussolle, E., Jeannerod, M., & Nazir, T. A. (2008). Word processing in Parkinson's disease is impaired for action verbs but not for concrete nouns. *Neuropsychologia*, 46(2), 743-756.
- Braak, H., Rüb, U., Gai, W. P., & Del Tredici, K. (2003). Idiopathic Parkinson's disease: possible routes by which vulnerable neuronal types may be subject to neuroinvasion by an unknown pathogen. *Journal of Neural Transmission (Vienna, Austria: 1996)*, 110(5), 517-536.
- Brickman, A., Paul, R., Cohen, R., Williams, L., Macgregor, K., Jefferson, A., ... Gordon, E. (2005). Category and letter verbal fluency across the adult lifespan: relationship to EEG theta power. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(5), 561-573.
- Brown, R. G., Lacomblez, L., Landwehrmeyer, B. G., Bak, T., Uttner, I., Dubois, B., ... NNIPPS Study Group. (2010). Cognitive impairment in patients with multiple system atrophy and progressive supranuclearpalsy. *Brain: A Journal of Neurology*, 133(Pt 8), 2382-2393.

- Bryan, J., Luszcz, M. A., & Crawford, J. R. (1997). Verbal knowledge and speed of information processing as mediators of age differences in verbal fluency performance among older adults. *Psychology and Aging, 12*(3), 473.
- Brysbaert, M. (2013). Lextale_FR A fast, free, and efficient test to measure language proficiency in French. *Psychologica Belgica, 53*(1), 23.
- Capitani, E., Laiacona, M., Mahon, B., & Caramazza, A. (2003). What are the facts of semantic category-specific deficits? A critical review of the clinical evidence. *Cognitive Neuropsychology, 20*(3), 213-261.
- Cardebat, D., Doyon, B., Puel, M., Goulet, P., & Joanette, Y. (1990). [Formal and semantic lexical evocation in normal subjects. Performance and dynamics of production as a function of sex, age and educational level. *Acta Neurologica Belgica, 90*(4), 207-217.
- Castner, J. E., Chenery, H. J., Silburn, P. A., Coyne, T. J., Sinclair, F., Smith, E. R., & Copland, D. A. (2007). Effects of subthalamic deep brain stimulation on noun/verb generation and selection from competing alternatives in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 79*(6), 700–705.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review, 82*(6), 407-428.
- Cotelli, M., Borroni, B., Manenti, R., Zanetti, M., Arévalo, A., Cappa, S. F., & Padovani, A. (2007). Action and object naming in Parkinson's disease without dementia. *European Journal of Neurology, 14*(6), 632-637.
- Craik, K. H. (1986). Personality research methods: An historical perspective. *Journal of Personality, 54*(1), 18-51.
- Crepaldi, D., Berlingeri, M., Paulesu, E., & Luzzatti, C. (2011). A place for nouns and a place for verbs? A critical review of neurocognitive data on grammatical-class effects. *Brain and Language, 116*(1), 33-49.

- Crepaldi, D., Morone, E. A., Arduino, L. S., & Luzzatti, C. (2014). Morphological processing of printed nouns and verbs: Cross-class priming effects. *Journal of Cognitive Psychology, 26*(4), 433–460.
- Crescentini, C., Mondolo, F., Biasutti, E., & Shallice, T. (2008). Supervisory and routine processes in noun and verb generation in nondemented patients with Parkinson's disease. *Neuropsychologia, 46*(2), 434-447.
- Crowe, S. F. (1998). Decrease in performance on the verbal fluency test as a function of time: Evaluation in a Young Healthy Sample. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology (Neuropsychology, Development and Cognition: Section A), 20*(3), 391-401.
- Daniele, A., Giustolisi, L., Silveri, M. C., Colosimo, C., & Gainotti, G. (1994). Evidence for a possible neuroanatomical basis for lexical processing of nouns and verbs. *Neuropsychologia, 32*(11), 1325–1341.
- De Deyne, S., & Storms, G. (2008). Word associations: norms for 1,424 Dutch words in a continuous task. *Behavior Research Methods, 40*(1), 198-205.
- De La Haye, F. (2003). Normes d'associations verbales chez des enfants de 9, 10 et 11 ans et des adultes. *L'Année Psychologique, 103*(1), 109-130.
- Delbeuck, X., Debachy, B., Pasquier, F., & Moroni, C. (2013). Action and noun fluency testing to distinguish between Alzheimer's disease and dementia with Lewy bodies. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 35*(3), 259-268.
- Delis, D. C., Kramer, J. H., Kaplan, E., & Thompkins, B. A. O. (1987). *CVLT: California Verbal Learning Test-Adult Version: Manual*. Psychological Corporation.
- Dell, G. S. (1986). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review, 93*(3), 283-321.

- Deltour, J.J. (1998). *Échelle de vocabulaire Mill Hill*. Paris : Éditions et Applications Psychologiques [Trad. de J.C. Raven. 1943. *Mill Hill Vocabulary Scale*].
- Deuschl, G., Wenzelburger, R., Löffler, K., Raethjen, J., & Stolze, H. (2000). Essential tremor and cerebellar dysfunction clinical and kinematic analysis of intention tremor. *Brain: A Journal of Neurology*, *123* (Pt 8), 1568-1580.
- Dubois, B., & Pillon, B. (1997). Cognitive deficits in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, *244*(1), 2-8.
- Dujardin, K., Defebvre, L., Krystkowiak, P., Degreef, J. F., & Destee, A. (2003). Executive function differences in multiple system atrophy and Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, *9*(4), 205-211.
- Duscherer, K., Khan, A., & Mounoud, P. (2009). Recueil d'associations verbales chez des enfants de 5 à 11 ans pour 76 verbes d'action en langue française. *Swiss Journal of Psychology*, *68*(2), 113-117.
- Duscherer, K., & Mounoud, P. (2006). Normes d'associations verbales pour 151 verbes d'action. *L'année psychologique*, *106*(3), 397-413.
- Ehlen, F., Schoenecker, T., Kühn, A. A., & Klostermann, F. (2014). Differential effects of deep brain stimulation on verbal fluency. *Brain and Language*, *134*, 23–33.
- Elble, R. J. (2013). What is essential tremor? *Current Neurology and Neuroscience Reports*, *13*(6), 353-365.
- Elgamal, S. A., Roy, E. A., & Sharratt, M. T. (2011). Age and verbal fluency: the mediating effect of speed of processing. *Canadian Geriatrics Journal*, *14*(3).
- Ervin, S. M. (1961). Changes with age in the verbal determinants of word association. *The American Journal of Psychology*, *74*, 361-372.

- Fahn, S., Tolosa, E., & Marin, C. (1988). Clinical Rating Scale for Tremor., in Jankovik, J. and Tolosa, E. (eds), *Parkinson's disease and movement disorders*. Baltimore-München, Urban & Schwarzenberg, pp. 225-34.
- Fargier, R. (2015) From modal brain structures to word-meaning, in Coello, Y. and Fischer, M. (eds), *Conceptual and Interactive Embodiment: Foundations of Embodied Cognition, Volume 2*. East Sussex, UK: Psychology Press, pp. 11-28
- Fernaesus, S.-E., & Almkvist, O. (1998). Word production: dissociation of two retrieval modes of semantic memory across time. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 20(2), 137–143.
- Ferrand, L., & Alario, F.-X. (1998). Normes d'associations verbales pour 366 noms d'objets concrets. *L'Année Psychologique*, 98(4), 659–709.
- Fernandino, L., Conant, L. L., Binder, J. R., Blindauer, K., Hiner, B., Spangler, K., & Desai, R. H. (2013). Parkinson's disease disrupts both automatic and controlled processing of action verbs. *Brain and Language*, 127(1), 65-74.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). « Mini-mental state ». A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198.
- Forster, K. I., & Forster, J. C. (2003). DMDX: a windows display program with millisecond accuracy. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(1), 116-124.
- García A. M., Bocanegra Y., Herrera E., Pino M., Muñoz E., Sedeño L., & Ibáñez A. (2017). Action-semantic and syntactic deficits in subjects at risk for Huntington's disease. *Journal of Neuropsychology*, Consultée le 19 août 2018 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jnp.12120>
- García, A. M., & Ibáñez, A. (2016). A touch with words: Dynamic synergies between manual actions and language. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 68, 59-95.

- Gasparini, M., Bonifati, V., Fabrizio, E., Fabbrini, G., Brusa, L., Lenzi, G. L., & Meco, G. (2001). Frontal lobe dysfunction in essential tremor. *Journal of Neurology*, 248(5), 399-402.
- Gierski, F. & Ergis, A.-M. (2004). Les fluences verbales : aspects théoriques et nouvelles approches. *L'Année Psychologique*, 104(2), 331-359.
- Gilman, S., Wenning, G. K., Low, P. A., Brooks, D. J., Mathias, C. J., Trojanowski, J. Q., ... Vidailhet, M. (2008). Second consensus statement on the diagnosis of multiple system atrophy. *Neurology*, 71(9), 670-676.
- Godefroy, O., & Grefex. (2004). Syndromes frontaux et dysexécutifs. *Revue Neurologique*, 160, 899-909.
- Gomes, H., Ritter, W., Tartter, V. C., Vaughan, H. G., & Rosen, J. J. (1997). Lexical processing of visually and auditorily presented nouns and verbs: evidence from reaction time and N400 priming data. *Cognitive Brain Research*, 6(2), 121-134.
- Grant, D. A., & Berg, E. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology*, 38(4), 404-411.
- Gruszka, A., Hampshire, A., Barker, R. A., & Owen, A. M. (2017). Normal aging and Parkinson's disease are associated with the functional decline of distinct frontal-striatal circuits. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 93, 178-192.
- Guehl, D., Burbaud, P., Lorenzi, C., Ramos, C., Bioulac, B., Semal, C., & Demany, L. (2008). Auditory temporal processing in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 46(9), 2326-2335.

- Hagell, P., & Nygren, C. (2007). The 39 item Parkinson's disease questionnaire (PDQ-39) revisited: implications for evidence based medicine. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 78(11), 1191-1198.
- Heber, I. A., Coenen, V. A., Reetz, K., Schulz, J. B., Hoellig, A., Fimm, B., & Kronenbuerger, M. (2013). Cognitive effects of deep brain stimulation for essential tremor: evaluation at 1 and 6 years. *Journal of Neural Transmission*, 120(11), 1569–1577.
- Heinzel, S., Metzger, F. G., Ehlis, A.-C., Korell, R., Alboji, A., Haeussinger, F. B., ... Fallgatter, A. J. (2013). Aging-related cortical reorganization of verbal fluency processing: a functional near-infrared spectroscopy study. *Neurobiology of Aging*, 34(2), 439–450.
- Henry, J., & Crawford, J. R. (2005a). A meta-analytic review of verbal fluency deficits in depression. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27(1), 78-101.
- Henry, J. D., & Crawford, J. R. (2005b). A meta-analytic review of verbal fluency deficits in schizophrenia relative to other neurocognitive deficits. *Cognitive Neuropsychiatry*, 10(1), 1-33.
- Henry, J. D., & Phillips, L. H. (2006). Covariates of production and perseveration on tests of phonemic, semantic and alternating fluency in normal aging. *Neuropsychology, Development, and Cognition*. 13(3-4), 529-551.
- Herrera, E., & Cuetos, F. (2012). Action naming in Parkinson's disease patients on/off dopamine. *Neuroscience Letters*, 513(2), 219-222.
- Herrera, E., & Cuetos, F. (2013). Semantic disturbance for verbs in Parkinson's disease patients off medication. *Journal of Neurolinguistics*, 26, 737–744.
- Herrera, E., Cuetos, F., & Ribacoba, R. (2012). Verbal fluency in Parkinson's disease patients on/off dopamine medication. *Neuropsychologia*, 50(14), 3636-3640.

- Hirsh, K. W., & Tree, J. J. (2001). Word association norms for two cohorts of British adults. *Journal of Neurolinguistics*, *14*(1), 1-44.
- Hoehn, M., & Yahr, M. (2011). Parkinsonism: Onset, progression, and mortality. *Neurology*, *77*(9), 874-874.
- Holtzer, R., Goldin, Y., & Donovick, P. (2009). Extending the administration time of the letter fluency test increases sensitivity to cognitive status in aging. *Experimental Aging Research*, *35*(3), 317–326.
- Houvenaghel, J.-F., Le Jeune, F., Dondaine, T., Esquevin, A., Robert, G. H., Péron, J., ... Sauleau, P. (2015). Reduced Verbal Fluency following Subthalamic Deep Brain Stimulation: A Frontal-Related Cognitive Deficit? *PloS One*, *10*(10), e0140083. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140083>
- Hughes, D. L., & Bryan, J. (2002). Adult age differences in strategy use during verbal fluency performance. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *24*(5), 642-654.
- Huttenlocher, J., & Lui, F. (1979). The semantic organization of some simple nouns and verbs. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, *18*(2), 141-162.
- Ibáñez, A., Cardona, J. F., Dos Santos, Y. V., Blenkmann, A., Aravena, P., Roca, M., ... Bekinschtein, T. (2013). Motor-language coupling: Direct evidence from early Parkinson's disease and intracranial cortical recordings. *Cortex*, *49*(4), 968-984.
- Indefrey, P. (2011). The spatial and temporal signatures of word production components: A critical update. *Frontiers in Psychology*, *2*.
- Jirak, D., Menz, M. M., Buccino, G., Borghi, A. M., & Binkofski, F. (2010). Grasping language: A short story on embodiment. *Consciousness and Cognition*, *19*(3), 711-720.

- Jurica, P. J., Leitten, C. L. & Mattis, S. (2001). *Dementia Rating Scale-2 professional manual*. Lutz, FL : Psychological Assessment Resources Inc.
- Kao, A. W., Racine, C. A., Quitania, L. C., Kramer, J. H., Christine, C. W., & Miller, B. L. (2009). Cognitive and neuropsychiatric profile of the synucleinopathies: Parkinson disease, dementia with Lewy bodies, and multiple system atrophy. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 23(4), 365-370.
- Kaplan, E. F., Goodglass, H. & Weintraub, S. (1983). *The Boston Naming Test*, 2nd Edition, Lea & Febiger, Philadelphia.
- Kawai, Y., Suenaga, M., Takeda, A., Ito, M., Watanabe, H., Tanaka, F., ... Sobue, G. (2008). Cognitive impairments in multiple system atrophy: MSA-C vs MSA-P. *Neurology*, 70(16), 1390-1396.
- Kemmerer, D., Castillo, J. G., Talavage, T., Patterson, S., & Wiley, C. (2008). Neuroanatomical distribution of five semantic components of verbs: evidence from fMRI. *Brain and Language*, 107(1), 16-43.
- Kemper, S., & Sumner, A. (2001). The structure of verbal abilities in young and older adults. *Psychology and Aging*, 16(2), 312–322.
- Kent, G. H., & Rosanoff, A. J. (1910). *A study of association in insanity*. [Baltimore, Md., American Medico-psychological Association]. Consulté à l'adresse <https://ajp.psychiatryonline.org/doi/10.1176/ajp.67.2.317>
- Kim, H.-J., Jeon, B. S., & Jellinger, K. A. (2015). Diagnosis and differential diagnosis of MSA: boundary issues. *Journal of Neurology*, 262(8), 1801-1813.
- Kraan, C., Stolwyk, R. J., & Testa, R. (2013). The abilities associated with verbal fluency performance in a young, healthy population are multifactorial and differ across fluency variants. *Applied Neuropsychology*, 1–10.

- Krishnan, S., Mathuranath, P. S., Sarma, S., & Kishore, A. (2006). Neuropsychological functions in progressive supranuclear palsy, multiple system atrophy and Parkinson's disease. *Neurology India*, *54*(3), 268-272.
- Lange, K. W., Tucha, O., Alders, G. L., Preier, M., Csoti, I., Merz, B., ...Naumann, M. (2003). Differentiation of parkinsonian syndromes according to differences in executive functions. *Journal of Neural Transmission (Vienna, Austria: 1996)*, *110*(9),
- Lanting, S., Haugrud, N., & Crossley, M. (2009). The effect of age and sex on clustering and switching during speeded verbal fluency tasks. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *15*(2), 196-204.
- Lechevallier-Michel, N., Fabrigoule, C., Lafont, S., Letenneur, L., & Dartigues, J.-F. (2004). Normative data for the MMSE, the Benton visual retention test, the Isaacs's set test, the digit symbol substitution test and the Zazzo's cancellation task in subjects over the age 70: results from the PAQUID Study. *Revue Neurologique*, *160*(11), 1059-1070.
- Lee, S. H., Kim, H., Kim, J., Yoon, J. H., & Kim, S. R. (2015). Initial phase performance in a 30-s verbal fluency task as being reflective of aging effect: Initial phase performance in a 30-s SVF. *Geriatrics & Gerontology International*, *15*(4), 496-500.
- Levelt, W. J. M., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, *22*(01).
- Martinez-Ramirez, D., Morishita, T., Zeilman, P. R., Peng-Chen, Z., Foote, K. D., & Okun, M. S. (2014). Atrophy and other potential factors affecting long term deep brain stimulation response: A case series. *PLOS ONE*, *9*(10), e111561. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111561>

- Mathey, S., & Postal V. (2008). Le langage, in K. Dujardin & P. Lemaire, Neuropsychologie du vieillissement normal et pathologique, *Issy-les-Moulineaux, Elsevier Masson*
- Mathuranath, P. S., George, A., Cherian, P. J., Alexander, A., Sarma, S. G., & Sarma, P. S. (2003). Effects of age, education and gender on verbal fluency. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(8), 1057-1064.
- Mattis, S.(1998). Dementia Rating Scale professional manual. Odessa, FL : Psychological Assessment Ressources Inc.
- McCabe, D. P., Roediger, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A., & Hambrick, D. Z. (2010). The relationship between working memory capacity and executive functioning: evidence for a common executive attention construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222-243.
- McDowd, J., Hoffman, L., Rozek, E., Lyons, K. E., Pahwa, R., Burns, J., & Kemper, S. (2011). Understanding verbal fluency in healthy aging, Alzheimer's disease, and Parkinson's disease. *Neuropsychology*, 25(2), 210-225.
- Meinzer, M., Fleisch, T., Wilser, L., Eulitz, C., Rockstroh, B., Conway, T., ... Crosson, B. (2009). Neural signatures of semantic and phonemic fluency in young and old adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(10), 2007–2018.
- Mesulam, M. M. (1998). From sensation to cognition. *Brain: A Journal of Neurology*, 121(6), 1013-1052.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex « Frontal Lobe » tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.

- Moraes, A. L., Guimarães, L. S., Joannette, Y., Parente, M. A. de M. P., Fonseca, R. P., & Almeida, R. M. M. de. (2013). Effect of aging, education, reading and writing, semantic processing and depression symptoms on verbal fluency. *Psicologia: Reflexão E Crítica*, 26(4), 680–690.
- Morris, R. G. (1999). D.O. Hebb: The organization of behavior. *Brain Research Bulletin*, 50(5-6), 437.
- Moss, H., & Older, L. (1996). *Birkbeck Word Association Norms*. Psychology Press.
- Mueller, S. T., & Piper, B. J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 222, 250-259.
- Mullet, V. (1994). *Rôle de la polarité des homographes et de la nature du contexte sur l'accès au lexique*. Univ. Paris 8. Consulté à l'adresse <http://www.theses.fr/1994PA08A005>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695-699.
- Nelson, D. L., McEvoy, C. L., & Dennis, S. (2000). What is free association and what does it measure? *Memory & Cognition*, 28(6), 887-899.
- New, B., Pallier, C., Brysbaert, M., & Ferrand, L. (2004). Lexique 2: A new French lexical database. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(3), 516–524.
- New, B., Pallier, C., Ferrand, L., & Matos, R. (2001). Une base de données lexicales du français contemporain sur internet: LEXIQUETM//A lexical database for contemporary french: LEXIQUETM. *L'Année Psychologique*, 101(3), 447-462.

- Nutterupham, K., Saykin, A., Rabin, L., Roth, R., Wishart, H., Pare, N., & Flashman, L. (2008). Verbal fluency performance in amnesic MCI and older adults with cognitive complaints. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(3), 229-241.
- Palermo, D. S., & Jenkins, J. J. (1964). *Word Association Norms: Grade School Through College* (NED-New edition). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Peigneux, P. & Van Der Linden, M. (2000) Présentation d'une batterie neuropsychologique et cognitive pour l'évaluation de l'apraxie gestuelle. *Revue de Neuropsychologie*, 10(2), 311-362.
- Postman, L. (1970). The California norms: Association as a function of word frequency. In *Norms of Word Association* (p. 241-320). Berkeley : University of California Academic Press.
- Paviour, D. C., Winterburn, D., Simmonds, S., Burgess, G., Wilkinson, L., Fox, N. C., ...Jahanshahi, M. (2005). Can the frontal assessment battery (FAB) differentiate bradykinetic rigid syndromes? Relation of the FAB to formal neuropsychological testing. *Neurocase*, 11(4), 274-282.
- Péran, P., Cardebat, D., Cherubini, A., Piras, F., Luccichenti, G., Peppe, A., ... Sabatini, U. (2009). Object naming and action-verb generation in Parkinson's disease: A fMRI study. *Cortex*, 45(8), 960-971.
- Péran, P., Démonet, J.-F., & Cardebat, D. (2008). Paroxetine-induced modulation of cortical activity supporting language representations of action. *Psychopharmacology*, 195(4), 487-496.
- Péran, P., Rascol, O., Démonet, J.-F., Celsis, P., Nespoulous, J.-L., Dubois, B., & Cardebat, D. (2003). Deficit of verb generation in nondemented patients with Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 18(2), 150-156.
- Phillips, L. H. (1996). Age and differences in letter fluency. *Developmental Neuropsychology*, 15(2), 249-267.

- Piatt, A. L., Fields, J. A., Paolo, A. M., Koller, W. C., & Tröster, A. I. (1999a). Lexical, semantic, and action verbal fluency in Parkinson's disease with and without dementia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 21(4), 435–443.
- Piatt, A. L., Fields, J. A., Paolo, A. M., & Tröster, A. I. (1999b). Action (verb naming) fluency as an executive function measure: convergent and divergent evidence of validity. *Neuropsychologia*, 37(13), 1499–1503.
- Piatt, A. L., Fields, J. A., Paolo, A. M., & Tröster, A. I. (2004). Action verbal fluency normative data for the elderly. *Brain and Language*, 89(3), 580-583.
- Pulvermüller, F. (2001). Brain reflections of words and their meaning. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 517-524.
- Pulvermüller, F. (2005). Brain mechanisms linking language and action. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(7), 576-582.
- Ramage, A., Bayles, K., Helm-Estabrooks, N., & Cruz, R. (1999). Frequency of perseveration in normal subjects. *Brain and Language*, 66(3), 329-340.
- Ramsay, C. B., Nicholas, M., Au, R., Obler, L. K., & Albert, M. L. (1999). Verb naming in normal aging. *Applied Neuropsychology*, 6(2), 57-67.
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 8(3), 271-276.
- Rende, B., Ramsberger, G., & Miyake, A. (2002). Commonalities and differences in the working memory components underlying letter and category fluency tasks: A dual-task investigation. *Neuropsychology*, 16(3), 309–321.
- Richardson, J. T. E. (2007). Measures of Short-Term Memory: A Historical Review. *Cortex*, 43(5), 635-650.
- Robins, R. H. (1997). *A short history of linguistics*. London; New York: Longman.

- Rodrigues, I. T., Ferreira, J. J., Coelho, M., Rosa, M. M., & Castro-Caldas, A. (2015). Action verbal fluency in Parkinson's patients. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 73(6), 520–525.
- Rodriguez-Aranda, C., & Martinussen, M. (2006). Age-related differences in performance of phonemic verbal fluency measured by Controlled Oral Word Association Task (COWAT): a meta-analytic study. *Developmental Neuropsychology*, 30(2), 697–717.
- Rodríguez-Ferreiro, J., Menéndez, M., Ribacoba, R., & Cuetos, F. (2009). Action naming is impaired in Parkinson disease patients. *Neuropsychologia*, 47(14), 3271-3274.
- Rodriguez-Oroz, M. C., Jahanshahi, M., Krack, P., Litvan, I., Macias, R., Bezard, E., & Obeso, J. A. (2009). Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. *The Lancet. Neurology*, 8(12), 1128-1139.
- Rosen, V. M., & Engle, R. W. (1997). The role of working memory capacity in retrieval. *Journal of Experimental Psychology. General*, 126(3), 211-227.
- Ruet, A., Deloire, M., Charré-Morin, J., Hamel, D., & Brochet, B. (2013). Cognitive impairment differs between primary progressive and relapsing-remitting MS. *Neurology*, 80(16), 1501-1508.
- Ruff, R. M., Light, R. H., Parker, S. B., & Levin, H. S. (1997). The psychological construct of word fluency. *Brain and Language*, 57(3), 394-405.
- Salmazo-Silva, H., Parente, M. A. de M. P., Rocha, M. S., Baradel, R. R., Cravo, A. M., Sato, J. R., ... Carthery-Goulart, M. T. (2017). Lexical-retrieval and semantic memory in Parkinson's disease: The question of noun and verb dissociation. *Brain and Language*, 165, 10-20.
- Samii, A., Nutt, J. G., & Ransom, B. R. (2004). Parkinson's disease. *Lancet*, 363(9423), 1783-1793.

- Sauzéon, H., Raboutet, C., Rodrigues, J., Langevin, S., Schelstraete, M. A., Feyereisen, P., ...N'Kaoua, B. (2011). Verbal knowledge as a compensation determinant of adult age differences in verbal fluency tasks over time. *Journal of Adult Development, 18*(3), 144-154.
- Scheuringer, A., Wittig, R., & Pletzer, B. (2017). Sex differences in verbal fluency: the role of strategies and instructions. *Cognitive Processing, 18*(4), 407-417.
- Schuurman, P. R. (2002). *Thalamic Surgery for Tremor*. Universiteit van Amsterdam [Host].
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 298*(1089), 199-209.
- Shao, Z., Janse, E., Visser, K., & Meyer, A. S. (2014). What do verbal fluency tasks measure? Predictors of verbal fluency performance in older adults. *Frontiers in Psychology, 5*, 772-782.
- Shapiro, K. A., Mottaghy, F. M., Schiller, N. O., Poeppel, T. D., Fließ, M. O., Müller, H.-W., ... Krause, B. J. (2005). Dissociating neural correlates for nouns and verbs. *NeuroImage, 24*(4), 1058-1067.
- Signorini, M., & Volpato, C. (2006). Action fluency in Parkinson's disease: A follow-up study. *Movement Disorders, 21*(4), 467-472.
- Silva, H., Machado, J., Cravo, A., Parente, M., & Carthery, T. (2014). Action/Verb processing: Debates in neuroimaging and the contribution of studies in patients with Parkinson's disease. *Dementia e Neuropsychologia, 8*, 3-13.
- Sockeel, P., Dujardin, K., Devos, D., Denève, C., Destée, A., & Defebvre, L. (2006). The Lille apathy rating scale (LARS), a new instrument for detecting and quantifying apathy: validation in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 77*(5), 579-584.

- Soliveri, P., Monza, D., Paridi, D., Carella, F., Genitrini, S., Testa, D., & Girotti, F. (2000). Neuropsychological follow up in patients with Parkinson's disease, striatonigral degeneration-type multisystem atrophy, and progressive supranuclear palsy. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, *69*(3), 313-318.
- Steeb, B., García-Cordero, I., Huizing, M. C., Collazo, L., Borovinsky, G., Ferrari, J., ... García, A. M. (2018). Progressive Compromise of Nouns and Action Verbs in Posterior Cortical Atrophy. *Frontiers in Psychology*, *9*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01345>
- Stolwyk, R., Bannirchelvam, B., Kraan, C., & Simpson, K. (2015). The cognitive abilities associated with verbal fluency task performance differ across fluency variants and age groups in healthy young and old adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *37*(1), 70-83.
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms, and Commentary* (Third Edition). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*(6), 643-662.
- Stuss, D. T., Binns, M. A., Murphy, K. J., & Alexander, M. P. (2002). Dissociation within the anterior attentional system: Effects of task complexity and irrelevant information on reaction time speed and accuracy. *Neuropsychology*, *16*(4), 500-513.
- Taconnat, L., & Lemaire, P. (2014). Fonctions exécutives, vieillissement cognitif et variations stratégiques. *Psychologie Française*, *59*(1), 89-100.
- Tarrago, R., Martin, S., De La Haye, F., & Brouillet, D. (2005). Normes d'associations verbales chez des sujets âgés. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, *55*(4), 245-253.

- Testa, D., Savoiaro, M., Fetoni, V., Strada, L., Palazzini, E., Bertulezzi, G., & Girotti, F. (1993). Multiple system atrophy. Clinical and MR observations on 42 cases. *Italian Journal of Neurological Sciences*, 14(3), 211-216.
- Thornton, R., & Light, L. L. (2006). Language comprehension and production in normal aging. *Handbook of the Psychology of Aging*, 6, 261–287.
- Tournier, I. (2010). *Adaptation Cognitive et Vieillesse : entre Automatisation et Flexibilité* (Thèse de doctorat en Psychologie de l'Université de Bordeaux 2).
- Tournier, I., Mathey, S., & Postal, V. (2011). Fluidité verbale et vieillissement: étude de l'évolution des processus automatiques et contrôlés. In J. Bouisson, C. Brisset, I. Tournier & C. Vion (Eds.) *Vieillesse et vieillesse, vulnérabilité et ressources: regards croisés*. (p. 93-102). Pessac : Maison des sciences de l'homme d'Aquitaine.
- Tresselt, M. E., & Mayzner, M. S. (1964). The Kent-Rosanoff word association: word association norms as a function of age. *Psychonomic Science*, 1(1-12), 65-66.
- Tröster, A. I., Fields, J. A., Pahwa, R., Wilkinson, S. B., Strait-Tröster, K. A., Lyons, K., ... Koller, W. C. (1999). Neuropsychological and quality of life outcome after thalamic stimulation for essential tremor. *Neurology*, 53(8), 1774-1780.
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., & Winocur, G. (1997). Clustering and switching as two components of verbal fluency: evidence from younger and older healthy adults. *Neuropsychology*, 11(1), 138-146.
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., Winocur, G., Alexander, M. P., & Stuss, D. (1998). Clustering and switching on verbal fluency: the effects of focal frontal- and temporal-lobe lesions. *Neuropsychologia*, 36(6), 499-504.
- Troyer, Angela K., Leach, L., & Strauss, E. (2006). Aging and response inhibition: Normative data for the Victoria Stroop Test. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 13(1), 20-35.

- Unsworth, N., Spillers, G. J., & Brewer, G. A. (2011). Variation in verbal fluency: a latent variable analysis of clustering, switching, and overall performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), 64(3), 447-466.
- Van Keulen-Rouweler, B. J., Sturkenboom, I. H. W. M., Kottorp, A., Graff, M. J. L., Nijhuis-Van der Sanden, M. W. G. M., & Steultjens, E. M. J. (2017). The Perceive, Recall, Plan and Perform (PRPP) system for persons with Parkinson's disease: a psychometric study. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 24(1), 65-73.
- Varela, F. J., Rosch, E., & Thompson, E. (1992). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. MIT Press.
- Verhaeghen, P. (2003). Aging and vocabulary scores: a meta-analysis. *Psychology and Aging*, 18(2), 332-339.
- Vigliocco, G., Vinson, D. P., Druks, J., Barber, H., & Cappa, S. F. (2011). Nouns and verbs in the brain: a review of behavioral, electrophysiological, neuropsychological and imaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(3), 407-426.
- Wakabayashi, K., Ikeuchi, T., Ishikawa, A., & Takahashi, H. (1998). Multiple system atrophy with severe involvement of the motor cortical areas and cerebral white matter. *Journal of the Neurological Sciences*, 156(1), 114-117.
- Wechsler, D., Coalson, D. L., & Raiford, S. E. (2008). WAIS-IV technical and interpretive manual. San Antonio, TX: Pearson.
- Wecker, N. S., Kramer, J. H., Wisniewski, A., Delis, D. C., & Kaplan, E. (2000). Age effects on executive ability. *Neuropsychology*, 14(3), 409-414.
- Wecker, Nancy S., Kramer, J. H., Hallam, B. J., & Delis, D. C. (2005). Mental flexibility: age effects on switching. *Neuropsychology*, 19(3), 345-352.

- Wenning, G. K., Tison, F., Seppi, K., Sampaio, C., Diem, A., Yekhlef, F., ... Multiple System Atrophy Study Group. (2004). Development and validation of the Unified Multiple System Atrophy Rating Scale (UMSARS). *Movement Disorders, 19*(12), 1391-1402.
- West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin, 120*(2), 272-292.
- Whiteside, D. M., Kealey, T., Semla, M., Luu, H., Rice, L., Basso, M. R., & Roper, B. (2016). Verbal fluency: language or executive function measure? *Applied Neuropsychology: Adult, 23*(1), 29-34.
- Woods, S. P., Scott, J. C., Sires, D. A., Grant, I., Heaton, R. K., Tröster, A. I., & HIV Neurobehavioral Research Center Group. (2005). Action (verb) fluency: test-retest reliability, normative standards, and construct validity. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS, 11*(4), 408-415.
- Zimmermann, N., Parente, M. A. de M. P., Joannette, Y., & Fonseca, R. P. (2014). Unconstrained, phonemic and semantic verbal fluency: age and education effects, norms and discrepancies. *Psicologia: Reflexão e Crítica, 27*(1), 55-63.

ANNEXES

Annexe A. Nombre de mots, taille des regroupements, nombre d'alternances et nombre de répétitions des participants jeunes et âgés de l'Expérience 1 aux tâches de fluences d'action, sémantique et littérale en trois minutes.

	Participants jeunes	Participants âgés
Nombre de mots		
Fluence d'action	37.71 (\pm 9.32)	30.89 (\pm 8.82)
Fluence sémantique	46.5 (\pm 8.99)	37.75 (\pm 9.36)
Fluence littérale	33.93 (\pm 7.41)	29.64 (\pm 8.46)
Taille des regroupements		
Fluence d'action	0.56 (\pm 0.26)	0.41 (\pm 0.27)
Fluence sémantique	1.07 (\pm 0.51)	2.49 (\pm 3.92)
Fluence Littérale	0.47 (\pm 0.3)	0.3 (\pm 0.24)
Nombre d'alternances		
Fluence d'action	24.54 (\pm 6.86)	21.71 (\pm 7.7)
Fluence sémantique	22.54 (\pm 4.26)	14.54 (\pm 6.02)
Fluences littérale	23.21 (\pm 6.78)	21.25 (\pm 6.45)
Nombre de répétitions		
Fluence d'action	0.21 (\pm 0.57)	0.54 (\pm 0.79)
Fluence sémantique	0.11 (\pm 0.31)	0.21 (\pm 0.5)
Fluence littérale	0.18 (\pm 0.61)	0.75 (\pm 0.93)

Note. Les écarts types sont donnés entre parenthèses.

Annexe B. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs pour les deux groupes d'âge de l'Expérience 1.

		Taille des regroupements	Nombre d'alternances	Corrélation R/A
Participants Jeunes	Fluence d'action	.26	.87	- .12
	Fluence sémantique	.68	.08	- .57
	Fluence littérale	- .22	.81	- .69
Participants âgés	Fluence d'action	- .30	.89	- .61
	Fluence sémantique	.39	- .16	- .55
	Fluence littérale	.37	.83	- .19

Note. Les corrélations en gras sont significatives ($p < .05$). Corrélation R/A = corrélation entre la taille des regroupements et le nombre d'alternance.

Annexe C. Nombre de mots produits, taille des regroupements, nombre d'alternances et nombre de répétitions par groupe d'âge, consigne temporelle et type de fluence pour les participants de l'Expérience 2.

	Participants jeunes		Participants âgés	
Consigne en minute	1	3	1	3
Fluence d'action				
Nombre de mots	18.10 (± 4.94)	19.05 (± 3.65)	19.95 (± 5.20)	16.9 (± 4.89)
Taille des regroupements	0.49 (± 0.28)	0.54 (± 0.43)	0.65 (± 0.35)	0.85 (± 1.03)
Nombre d'alternances	11.55 (± 3.30)	11.85 (± 2.37)	11.20 (± 3.71)	10 (± 4.86)
Nombre de répétitions	0.26 (± 0.73)	0.30 (± 0.57)	0.65 (± 0.93)	0.45 (± 0.83)
Fluence sémantique				
Nombre de mots	21.1 (± 5.27)	20.9 (± 4.83)	20.55 (± 4.08)	17.4 (± 3.79)
Taille des regroupements	1.06 (± 0.60)	1.21 (± 0.78)	1.58 (± 0.86)	1.47 (± 1.18)
Nombre d'alternances	9.80 (± 3.52)	9.30 (± 3.39)	7.70 (± 2.62)	6.8 (± 2.17)
Nombre de répétitions	0.11 (± 0.32)	0.10 (± 0.31)	0.10 (± 0.31)	0.25 (± 0.55)
Fluence littérale				
Nombre de mots	14.05 (± 3.19)	14.95 (± 4.19)	15.25 (± 4.53)	14.10 (± 3.67)
Taille des regroupements	0.41 (± 0.41)	0.47 (± 0.41)	0.41 (± 0.65)	0.23 (± 0.20)
Nombre d'alternances	9,6 (± 3.10)	10 (± 4.38)	11.10 (± 4.19)	10.60 (± 3.15)
Nombre de répétitions	0.16 (± 0.37)	0.10 (± 0.31)	0.35 (± 0.59)	0.10 (± 0.31)

Note. Les écarts-types sont donnés entre parenthèses.

Annexe D. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs en fonction de la consigne temporelle, pour chaque groupe d'âge de l'Expérience 2.

		Taille des regroupements	Nombre d'alternances	Corrélation R/A	
Participants jeunes	1 minute	Fluence d'action	.27	.81	- .31
		Fluence sémantique	.45	.45	- .53
		Fluence littérale	- .17	.87	- .60
	3 minutes	Fluence d'action	- .04	.40	.07
		Fluence sémantique	.22	.48	- .69
		Fluence littérale	- .25	.87	- .64
Participants âgés	1 minute	Fluence d'action	- .17	.61	- .72
		Fluence sémantique	.45	.08	- .81
		Fluence littérale	- .55	.91	- .71
	3 minutes	Fluence d'action	- .26	.78	- .66
		Fluence sémantique	.43	.07	- .74
		Fluence littérale	.09	.86	- .39

Note. Les corrélations en gras sont significatives ($p < .05$). Corrélation R/A = corrélation entre la taille des regroupements et le nombre d'alternance.

Annexe E. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs pour chaque groupe d'âge de l'Expérience 3.

		Taille des regroupements	Nombre d'alternances	Corrélation R/A
Jeunes	Fluence d'action	.29	.43	.07
	Fluence sémantique	.04	.52	-.69
	Fluence littérale	.07	.76	-.53
âgés	Fluence d'action	-.07	.48	-.74
	Fluence sémantique	.42	.32	-.69
	Fluence littérale	.04	.61	-.71

Note. Les corrélations en gras sont significatives ($p < .05$). Corrélation R/A = corrélation entre la taille des regroupements et le nombre d'alternance.

Annexe F. Analyses de covariance avec l'âge et le temps en facteurs intra-sujets et le score de vocabulaire en covariant pour le nombre de mots, la taille des regroupements et le nombre d'alternances par type de fluence de l'expérience 3.

	Âge	Temps	Âge X Temps
Fluence d'action			
Nombre de mots	F(1,40) = 1,98 ; p=.17	F(3,120) = 27,71 ; p<.001	F<1
Taille des regroupements	F(1,40) = 5,77 ; p=.02	F<1	F<1
Nombre d'alternances	F(1,40) = 3,81 ; p=.06	F(3,120) = 13,33 ; p<.001	F<1
Fluence littérale			
Nombre de mots	F(1,40) = 1,02 ; p=.32	F(3,120) = 60,62 ; p<.001	F<1
Taille des regroupements	F<1	F<1	F(3,120) = 1,36 ; p=.26
Nombre d'alternances	F<1	F(3,120) = 27,14 ; p<.001	F<1
Fluence sémantique			
Nombre de mots	F(1,40) = 1,38 ; p=.25	F(3,120) = 113,02 ; p<.001	F<1
Taille des regroupements	F(1,40) = 1,03 ; p=.32	F(3,120) = 1,62 ; p=.19	F<1
Nombre d'alternances	F<1	F(3,120) = 51,00 ; p<.001	F<1

Note. Les effets significatifs sont reportés en gras.

Annexe G. Réponses Noms et Verbes pour les indices Noms et Verbes pour les trois groupes d'âge de l'Expérience 4.

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
INDICE : NOM ; REPONSE : NOM			
ALCOOL	boisson : 12,50 %	vin : 26,42 %	vin : 26,09 %
ANIMAL	chien : 40,63 %	chat : 41,51 %	chien : 34,78 %
AUTOBUS	car : 30,30 %	car : 36,21 %	métro : 16,67 %
AVION	voyage : 24,24 %	vol : 17,24 %	voyage : 27,78 %
AVOCAT	jugé : 21,88 %	fruit : 22,64 %	défense; justice; procès : 13,04 %
BAGUE	fiançailles : 37,37 %	doigt : 31,03 %	doigt : 22,22 %
BALCON	appartement : 18,75 %	tendresse : 16,98 %	fleur : 1,74 %
BALLE	jeu : 21,21 %	ballon : 22,41 %	tennis : 33,33 %
BALLON	football : 18,75 %	football : 35,85 %	jeux : 26,09 %
BANQUE	argent : 54,55 %	argent : 36,21 %	argent : 33,33 %
BARBE	poil : 34,38 %	poil : 26,42 %	poil : 30,43 %
BARQUE	bateau : 53,13 %	bateau : 35,85 %	eau; rame : 13,04 %
BATEAU	mer : 30,30 %	mer : 20,69 %	mer, croisière, rame, voile : 11,11 %
BATON	bois : 33,33 %	bois : 18,97 %	canne, pèlerin : 16,67 %
BILLET	argent : 21,88 %	train : 24,53 %	argent; avion : 21,74 %
BLOUSE	médecin : 40,63 %	médecin : 22,64 %	médecin : 17,39 %
BOITE	nuit : 18,75 %	lettre; nuit; rangement : 11,32 %	chaussure; fer; musique; surprise : 8,70 %
BOUCHE	lèvre : 31,25 %	dent : 22,64 %	dent; langue; lèvre; parole : 8,70 %
BOULE	neige : 24,24 %	pétanque : 27,59 %	pétanque : 27,78 %
BOUQUET	fleur : 90,91 %	fleur : 82,76 %	fleur : 50 %
BOUTON	acné; chemise : 21,98 %	acné : 20,75 %	acné : 13,04 %
BRANCHE	arbre : 66,67 %	arbre : 79,31 %	arbre : 55,56 %
BRUIT	son : 34,38 %	son : 33,96 %	son : 13,04 %
BUREAU	travail : 33,33 %	travail : 20,69 %	travail : 33,33 %
CABINE	essayage : 34,38 %	essayage : 24,53 %	douche : 26,09 %
CADEAU	noël : 21,88 %	anniversaire : 16,98 %	anniversaire : 26,09 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
CAISSE	argent, supermarché : 12,12 %	argent : 15,52 %	tiroir : 16,67 %
CAMERA	film : 75 %	film : 62,26 %	film : 52,17 %
CAMION	voiture : 27,27 %	voiture : 29,31 %	pompier : 16,67 %
CANAL	eau : 21,88 %	eau : 32,08 %	eau : 26,09 %
CANNE	sucré : 18,18 %	sucré : 22,41 %	pêche : 27,78 %
CANON	boulet : 33,33 %	boulet : 29,31 %	boulet : 27,78 %
CARNET	note : 21,88 %	note; santé; voyage : 16,98 %	adresse : 30,43 %
CARTE	jeu : 18,18 %	jeu, as, mappemonde, monde : 8,62 %	géographie : 16,67 %
CARTON	déménagement : 36,36 %	déménagement : 39,66 %	invitation : 16,67 %
CASQUE	moto : 42,42 %	moto : 48,28 %	moto : 38,89 %
CHAISE	table : 40,63 %	table : 32,08 %	repos : 17,39 %
CHAMP	blé, maïs : 18,18 %	blé : 34,48 %	blé : 27,78 %
CHANSON	musique : 46,88 %	musique : 26,42 %	air : 17,39 %
CHAPEAU	tête : 30,30 %	tête : 22,41 %	tête : 22,22 %
CHARBON	bois : 27,27 %	bois : 45,45 %	bois, mine : 16,67 %
CHATEAU	tour : 18,75 %	princesse : 15,09 %	princesse : 13,04 %
CHEMIN	route : 34,38 %	route : 30,19 %	sentier : 13,04 %
CHEMISE	bouton : 18,18 %	vêtement : 17,24 %	habit, nuit, vêtement : 11,11 %
CHEVAL	selle : 18,75 %	jument; selle : 11,32 %	course; selle : 13,04 %
CHIEN	chat : 51,52 %	chat : 39,66%	animal, chat, fusil, laisse : 11,11 %
CINEMA	film : 75 %	film : 64,15 %	film : 34,78 %
CIRQUE	clown : 42,42 %	clown : 43,10 %	clown : 22,22 %
COCHON	porc : 25 %	porc : 22,64 %	saucisson : 17,39 %
COLLINE	montagne : 53,13 %	montagne : 37,74 %	montagne; paysage : 13,04 %
COMPTE	banque : 56,25 %	banque : 50,94 %	banque : 43,48 %
COSTUME	cravate : 25 %	cravate; déguisement : 15,09 %	déguisement : 17,39 %
COTON	tige : 18,75 %	tige : 16,98 %	tige : 13,04 %
COUCHE	bébé : 68,75 %	bébé : 58,49 %	bébé : 39,13 %
COURSE	pied : 28,13 %	pied : 18,87 %	cheval : 21,74 %
COUTEAU	fourchette : 50 %	fourchette : 39,62 %	cuisine; lame; viande : 8,70 %
CRANE	os : 36,36 %	tête : 39,66 %	tête : 27,78 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
CRAVATE	nœud : 33,33 %	costume : 39,66 %	costume : 33,33 %
CRAYON	papier, stylo : 24,24 %	stylo : 20,69 %	papier : 33,33 %
CREME	lait : 12,50 %	dessert; visage : 9,43 %	beauté : 13,04 %
CROIX	église, religion : 21,21 %	église : 22,41 %	bannière : 16,67 %
CUISINE	nourriture : 18,75 %	repas : 16,98 %	four; gâteau; plat; repas : 8,70 %
CUIVRE	métal : 24,24 %	métal : 18,97 %	métal : 22,22 %
CULOTTE	slip : 34,38 %	slip : 37,74 %	slip : 26,09 %
DESSIN	crayon : 21,88 %	crayon : 18,87 %	crayon : 13,04 %
DISQUE	musique : 31,25 %	musique : 41,51 %	musique : 47,83 %
DOCTEUR	médecin : 31,25 %	médecin : 39,62 %	médecin : 17,39 %
DOIGT	main : 30,30 %	main : 34,48 %	main : 33,33 %
DOUCHE	eau : 37,50 %	bain : 20,75 %	eau : 30,43 %
DRAPEAU	pays : 34,38 %	pays : 18,87 %	nation : 21,74 %
DROGUE	cannabis : 21,21 %	seringue : 12,07 %	addiction : 22,22 %
ECHELLE	barreau : 37,50 %	barreau : 41,51 %	barreau : 21,74 %
ECOLE	apprentissage : 15,15 %	apprentissage : 10,34 %	élève : 16,67 %
ECRAN	télévision : 54,55 %	télévision : 39,66 %	télévision : 44,44 %
EGLISE	prière : 27,27 %	prière : 15,52 %	cathédrale, croix, culte : 11,11 %
ENDROIT	lieu : 56,25 %	lieu : 67,92 %	lieu : 34,78 %
EPAULE	bras : 28,13 %	bras : 28,30 %	agneau; repos : 8,70 %
ESTOMAC	ventre : 34,38 %	ventre : 20,75 %	digestion : 26,09 %
ETAGE	escalier : 34,38 %	escalier : 26,24 %	escalier; immeuble; niveau : 13,04 %
ETOILE	ciel : 34,38 %	ciel : 35,85 %	ciel : 17,39 %
EXAMEN	note : 18,18 %	test : 18,97 %	étude : 16,67 %
FERME	animal : 31,25 %	animal : 28,30 %	animal; vache : 13,04 %
FLAMME	feu : 84,85 %	feu : 56,90 %	feu : 38,89 %
FLEUR	rose : 15,15 %	rose : 20,69 %	rose : 27,78 %
FORET	arbre : 65,63 %	arbre : 71,70 %	arbre : 34,78 %
FROMAGE	lait : 18,18 %	chèvre : 13,79 %	lait : 16,67 %
FRUIT	pomme : 31,25 %	pomme : 28,30 %	pomme : 39,13 %
FUSIL	chasse : 24,24 %	arme, chasse : 18,97 %	chasse : 22,22 %
GAMIN	enfant : 71,88 %	enfant : 73,58 %	enfant : 34,78 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
GARAGE	voiture : 72,73 %	voiture : 70,69 %	voiture : 72,22 %
GARCON	filles : 84,38 %	filles : 60,38 %	filles : 39,13 %
GATEAU	anniversaire; chocolat : 25 %	chocolat : 28,30 %	gourmandise : 13,04 %
GLACE	vanille : 15,15 %	chocolat : 15,52 %	eau, froid, miroir, sorbet : 11,11 %
GORGE	cou : 25 %	cou : 15,09 %	soutien; voix : 8,70 %
GOUTTE	eau : 63,64 %	eau : 48,28 %	eau : 33,33 %
GRAIN	blé : 24,24 %	blé : 18,97 %	blé, folie : 16,67 %
GRANGE	ferme : 53,13 %	ferme; foin : 32,08 %	foin : 39,13 %
GRILLE	barbecue : 27,27 %	barbecue : 12,07 %	barbecue : 16,67 %
HERBE	gazon : 15,15 %	pelouse : 12,07 %	bétail : 11,11 %
HOPITAL	malade; médecin : 12,50 %	malade : 22,64 %	soins; maladie : 21,74 %
HOTEL	chambre : 34,38 %	chambre : 26,42 %	chambre : 17,39 %
HUILE	olive : 33,33 %	olive : 17,24 %	olive : 44,44 %
IMAGE	photo : 56,25 %	photo : 35,85 %	photo : 13,04 %
JAMBE	piéd : 40,63 %	piéd : 35,85 %	marche : 21,74 %
JARDIN	fleur : 37,50 %	fleur : 30,19 %	fleur : 52,17 %
JOURNAL	lecture : 18,18 %	papier : 15,52 %	lecture : 22,22 %
JOURNEE	nuit : 24,24 %	nuit : 18,97 %	labeur : 11,11 %
LAIN	mouton : 27,27 %	mouton : 34,48 %	mouton : 33,33 %
LAISSE	chien : 90,63 %	chien : 75,47 %	chien : 69,57 %
LAMPE	lumière : 56,25 %	lumière : 50,94 %	lumière : 30,43 %
LANGUE	bouche : 37,50 %	bouche : 30,19 %	français : 17,39 %
LAPIN	oreille : 25 %	oreille : 18,87 %	douceur : 13,04 %
LIGNE	trait : 24,24 %	trait : 20,69 %	pêche : 16,67 %
LIVRE	roman : 24,24 %	roman : 31,03 %	roman : 22,22 %
MACHINE	linge, usine : 12,12 %	café, outil : 8,62 %	café : 11,11 %
MAGASIN	achat : 21,88 %	achat : 22,64 %	achat; course : 13,04 %
MANCHE	chemise : 18,18 %	chemise : 12,07 %	jeu, bras, outil, veste : 11,11 %
MANTEAU	veste : 21,21 %	veste : 18,97 %	froid : 16,67 %
MARCHE	escalier : 34,38 %	escalier; piéd : 24,53 %	escalier; piéd : 13,04 %
MASQUE	carnaval : 18,75 %	carnaval : 41,51 %	carnaval : 34,78 %
MATCH	foot : 59,38 %	foot : 41,17 %	foot : 34,78 %
MATELAS	lit : 62,50 %	lit : 58,49 %	lit : 30,43 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
MEDECIN	stéthoscope : 27,27 %	docteur : 24,14 %	soin : 22,22 %
METRO	transport : 12,50 %	boulot : 16,98 %	ville : 17,39 %
MOTEUR	voiture : 54,55 %	voiture : 50 %	explosion : 22,22 %
MOUCHE	insecte : 31,25 %	insecte : 26,42 %	insecte : 21,74 %
MUSEE	visite : 18,75 %	œuvre : 20,75 %	art : 21,74 %
MUSIQUE	note : 25 %	note : 15,09 %	note; plaisir : 13,04 %
NEIGE	flocon : 30,30 %	flocon : 17,24 %	flocon : 22,22 %
NUAGE	pluie : 28,13 %	ciel : 35,85 %	pluie : 43,48 %
OCEAN	mer : 63,64 %	mer : 55,17 %	mer : 33,33 %
ŒUVRE	art : 45,45 %	art : 32,76 %	tableau : 22,22 %
OISEAU	aile : 15,63 %	aile : 11,32 %	arbre; mésange; paradis; pie; rouge-gorge; vol : 8,70 %
OPERA	chant : 31,25 %	chant : 26,42 %	chant; musique : 13,04 %
ORAGE	clair : 53,13 %	clair : 52,83 %	clair : 34,78 %
OREILLE	nez : 15,63 %	boucle : 18,87 %	ouïe : 17,39 %
PAILLE	foin : 18,18 %	foin : 20,69 %	foin : 27,78 %
PARFUM	odeur : 65,63 %	odeur : 54,72 %	odeur : 21,74 %
PECHE	poisson : 40,63 %	poisson : 37,74 %	poisson : 26,09 %
PHOTO	image, souvenir : 15,15 %	image : 32,76 %	image, souvenir : 22,22 %
PHRASE	mot : 71,88 %	mot : 58,49 %	mot : 30,43 %
PIANO	touche : 31,25 %	musique : 41,51 %	musique : 21,74 %
PIECE	monnaie : 24,24 %	monnaie : 31,03 %	monnaie : 27,78 %
PIEGE	souris : 15,63 %	loup : 20,75 %	loup; rat : 17,39 %
PISCINE	eau : 33,33 %	eau : 25,86 %	eau : 22,22 %
PLACARD	armoire : 24,24 %	rangement : 17,24 %	rangement : 38,89 %
PLAFOND	sol : 30,30 %	sol : 20,69 %	verre : 16,67 %
PLAGE	sable : 48,48 %	sable : 41,38 %	sable : 50 %
PLANETE	terre : 36,36 %	terre : 32,76 %	terre : 44,44 %
PLOMB	fusil; métal : 9,38 %	fusil : 11,32 %	lourdeur; poison : 8,70 %
PLUIE	parapluie : 40,63 %	parapluie : 28,30 %	eau; goutte : 17,39 %
PLUME	oiseau : 48,48 %	oiseau : 37,93 %	oiseau : 38,89 %
POCHE	pantalon : 21,21 %	sac : 15,52 %	couteau, livre, pantalon : 11,11 %
POIGNEE	porte : 75,76 %	porte : 46,55 %	main : 50 %
POIGNET	bracelet : 27,27 %	main : 23,91 %	bracelet, bras, main : 16,67 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
POINTE	clou : 15,63 %	couteau : 13,21 %	bout; couteau; danse : 8,70 %
POISSON	eau : 12,12 %	mer, pêche : 10,34 %	sole : 16,67 %
POUCE	doigt : 39,39 %	doigt : 39,66 %	doigt : 38,89 %
POULE	coq : 28,13 %	œuf : 41,51 %	œuf : 39,13 %
POULET	frite; viande : 12,50 %	frite : 16,98 %	ferme : 17,39 %
POUPEE	jeu : 24,24 %	jouet : 20,69 %	cire : 16,67 %
PRISON	barreau : 46,88 %	barreau : 22,64 %	barreau : 21,74 %
PUITS	eau : 65,63 %	eau : 54,72 %	eau : 34,78 %
QUEUE	cheval : 15,63 %	cheval : 35,85 %	cheval : 30,43 %
RADIO	musique : 28,13 %	musique : 43,40 %	info : 26,09 %
RIDEAU	fenêtre : 48,48 %	fenêtre : 34,48 %	douche : 16,67 %
ROMAN	livre : 75 %	livre : 60,38 %	livre : 21,74 %
ROUTE	chemin : 30,30 %	voiture : 29,31 %	chemin : 27,78 %
SABLE	plage : 53,13 %	plage : 58,49 %	plage : 56,52 %
SALADE	tomate : 18,75 %	fruit; tomate : 11,32 %	fruit; laitue : 13,04 %
SALLE	sport : 24,24 %	réunion : 12,07 %	classe, spectacle, sports : 11,11 %
SALON	canapé : 36,36 %	canapé : 36,21 %	fauteuil : 27,78 %
SAUCE	tomate : 16,63 %	plat : 16,98 %	cuisine : 17,39 %
SAVON	douche : 27,27 %	bulle : 13,79 %	bain : 16,67 %
SERPENT	sonnette : 12,12 %	sonnette : 17,24 %	vipère : 16,67 %
SIEGE	chaise : 24,24 %	fauteuil : 27,59 %	chaise : 22,22 %
SINGE	animal : 15,63 %	animal : 13,21 %	grimace : 21,74 %
SŒUR	frère : 75 %	frère : 58,49 %	frère : 30,43 %
SOLDAT	guerre : 27,27 %	guerre : 18,97 %	plomb : 27,78 %
SOLEIL	chaleur : 34,38 %	chaleur : 26,42 %	chaleur : 39,13 %
SOUPE	légume : 18,75 %	légume : 32,08 %	légume : 30,43 %
SOURIS	chat : 27,27 %	rat : 39,66 %	ordinateur : 22,22 %
SPORT	ballon, football : 9,09 %	football : 17,24 %	tennis : 16,67 %
STATION	métro : 31,25 %	essence; ski : 26,42 %	métro : 21,74 %
TABAC	cigarette : 75 %	cigarette : 49,06 %	cigarette : 26,09 %
TABLE	chaise : 36,36 %	chaise : 50 %	cuisine, repas : 16,67 %
TABLEAU	peinture : 30,30 %	craie : 22,41 %	craie : 22,22 %
TACHE	saleté : 18,75 %	encre : 20,75 %	saleté : 13,04 %
TAPIS	sol : 21,21 %	moquette : 17,24 %	bain : 16,67 %
TASSE	café : 50 %	café : 71,70 %	thé : 47,83 %
TENTE	camping : 59,38 %	camping : 71,70 %	camping : 43,48 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
TERRAIN	foot : 31,25 %	maison : 28,30 %	jeu : 21,74 %
TEXTE	lecture : 33,33 %	livre : 13,79 %	lecture : 16,67 %
TIROIR	armoire, chaussette, placard : 12,12 %	commode : 36,21 %	caisse : 33,33 %
TOILE	peinture : 48,48 %	peinture : 32,76 %	peinture : 38,89 %
TRAIN	rail : 28,13 %	wagon : 22,64 %	locomotive : 17,39 %
TRAIT	crayon : 21,88 %	crayon : 24,53 %	caractère; crayon : 13,04 %
USINE	fume; gaz; travail : 12,50 %	travail : 16,98 %	travail : 39,13 %
VALISE	voyage : 40,63 %	voyage : 43,40 %	voyage : 52,17 %
VEINE	sang : 66,67 %	sang : 48,28 %	sang, chance : 22,22 %
VENTRE	nombril : 21,88 %	nombril : 11,32 %	bébé; corps; nombril : 8,70 %
VESTE	vêtement : 24,24 %	manteau : 24,14 %	vêtement : 22,22 %
VIANDE	bœuf : 33,33 %	bœuf : 32,76 %	boucher : 16,67 %
VOILE	bateau : 63,64 %	bateau : 53,90 %	bateau : 33,33 %
VOISIN	maison : 18,75 %	ami : 15,09 %	ami : 17,39 %
WHISKY	alcool : 53,13 %	alcool : 56,60 %	alcool : 26,09 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
INDICE : NOM ; REPONSE : VERBE			
ALCOOL	boire : 87,88 %	boire : 67,24 %	boire : 72,22 %
ANIMAL	jouer : 12,12 %	caresser : 25,86 %	caresser, dresser : 16,67 %
AUTOBUS	conduire : 28,13 %	conduire, rouler : 16,98 %	rouler : 26,09 %
AVION	voler : 65,63 %	voler : 60,38 %	voler : 43,48 %
AVOCAT	plaider : 24,24 %	défendre : 46,55 %	plaider : 55,56 %
BAGUE	marier : 31,25 %	marier : 41,51 %	marier : 39,13 %
BALCON	sortir : 15,15 %	sauter : 10,34 %	regarder : 16,67 %
BALLE	lancer : 40,63 %	jouer : 32,08 %	lancer : 56,52 %
BALLON	jouer : 42,42 %	jouer : 32,76 %	jouer : 50 %
BANQUE	payer : 34,38 %	payer : 18,87 %	épargner, prêter : 13,04 %
BARBE	raser : 42,42 %	raser : 51,72 %	raser : 55,56 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
BARQUE	naviguer, ramer : 27,27 %	naviguer : 54,55 %	naviguer : 44,44 %
BATEAU	naviguer : 34,38 %	naviguer : 35,85 %	naviguer : 60,87 %
BATON	battre : 31,25 %	battre : 32,08 %	taper : 26,09 %
BILLET	acheter : 33,33 %	acheter : 43,83 %	payer : 33,33 %
BLOUSE	soigner : 30,30 %	soigner : 20,69 %	habiller : 27,78 %
BOITE	ouvrir, ranger : 27,27 %	ouvrir : 27,59 %	fermer : 22,22 %
BOUCHE	manger : 45,45 %	manger : 24,14 %	manger : 50 %
BOULE	rouler : 43,75 %	rouler : 35,85 %	rouler : 47,83 %
BOUQUET	offrir : 65,63 %	offrir : 43,40 %	offrir : 34,78 %
BOUTON	coudre, fermer : 21,21 %	coudre : 17,24 %	boutonner : 33,33 %
BRANCHE	casser, couper : 18,75 %	couper : 22,64 %	couper : 30,43 %
BRUIT	entendre : 30,30 %	entendre : 32,14 %	crier, entendre : 16,67 %
BUREAU	travailler : 78,13 %	travailler : 69,81%	travailler : 56,52 %
CABINE	essayer : 33,33 %	essayer : 32,76 %	téléphoner : 27,78 %
CADEAU	offrir : 75,76 %	offrir : 77,59 %	offrir : 72,22 %
CAISSE	payer : 40,63 %	payer : 32,08 %	payer : 21,74 %
CAMERA	filmer : 75,76 %	filmer : 86,21 %	filmer : 77,78 %
CAMION	conduire : 46,88 %	rouler : 41,51 %	rouler : 34,78 %
CANAL	couler : 21,21 %	naviguer : 32,76 %	naviguer : 27,78 %
CANNE	marcher : 37,50 %	marcher : 37,74 %	boiter : 21,74 %
CANON	tirer : 37,50 %	tirer : 54,72 %	tirer : 69,57 %
CARNET	écrire : 57,58 %	écrire : 55,17 %	noter : 44,44 %
CARTE	jouer, voyager : 18,75 %	jouer : 28,30 %	envoyer : 17,39 %
CARTON	déménager : 25 %	déménager : 24,53 %	emballer : 34,78 %
CASQUE	protéger : 34,38 %	protéger : 45,28 %	protéger : 39,13 %
CHAISE	asseoir : 93,94 %	asseoir : 89,66 %	asseoir : 88,89 %
CHAMP	cultiver : 31,25 %	cultiver, labourer : 26,42 %	cultiver : 56,52 %
CHANSON	chanter : 81,82 %	chanter : 67,24 %	chanter : 50 %
CHAPEAU	porter : 31,25 %	porter : 28,30 %	couvrir : 26,09 %
CHATEAU	construire : 30,30 %	construire : 24,14 %	construire, visiter : 22,22 %
CHARBON	bruler : 31,25 %	bruler : 30,19 %	chauffer : 39,13 %
CHEMIN	marcher : 39,39 %	marcher : 24,14 %	marcher, promener : 22,22 %
CHEMISE	boutonner : 25%	habiller, repasser : 26,42 %	repasser : 39,13 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
CHEVAL	monter : 48,48 %	monter : 36,21 %	monter : 38,89 %
CHIEN	aboyer : 43,75 %	aboyer : 39,62 %	aboyer : 52,17 %
CINEMA	regarder : 51,52 %	regarder : 39,66 %	filmer : 27,78 %
CIRQUE	amuser : 15,63 %	jouer : 24,53 %	jongler, jouer : 13,04 %
COCHON	manger : 36,36 %	salir : 18,97 %	salir : 27,78 %
COLLINE	monter : 33,33 %	monter : 29,31 %	monter : 50 %
COMPTE	compter : 48,48 %	calculer, compter : 20,69 %	compter : 33,33 %
COSTUME	habiller : 33,33 %	habiller : 27,59 %	habiller : 61,11 %
COTON	démaquiller : 24,24 %	démaquiller : 20,69 %	tisser : 27,78 %
COUCHE	changer : 36,36 %	changer : 37,93 %	coucher : 16,67 %
COURSE	courir : 63,64 %	courir : 60,34 %	courir : 38,89 %
COUTEAU	couper : 81,82 %	couper : 77,59 %	couper : 72,22 %
CRANE	réfléchir : 25 %	réfléchir : 22,64 %	penser : 21,74 %
CRAVATE	nouer : 43,75 %	nouer : 45,28 %	nouer : 43,48 %
CRAYON	écrire : 56,25 %	écrire : 52,83 %	dessiner : 65,22 %
CREME	étaier : 21,21 %	étaier : 15,52 %	masser, soigner : 11,11 %
CROIX	prier : 21,88 %	prier : 37,74 %	prier : 34,78 %
CUISINE	cuisiner : 48,48 %	cuisiner : 41,38 %	cuire : 22,22 %
CUIVRE	briller : 12,50 %	briller : 11,32 %	briller : 17,39 %
CULOTTE	porter : 27,27 %	habiller, porter : 22,41 %	habiller : 33,33 %
DESSIN	dessiner : 60,61 %	dessiner : 43,10 %	dessiner : 33,33 %
DISQUE	couter : 60,61 %	couter : 69,97 %	couter : 50 %
DOCTEUR	soigner : 57,58 %	soigner : 63,79 %	soigner : 72,22 %
DOIGT	toucher : 21,88 %	montrer : 41,51 %	montrer : 30,43 %
DOUCHE	laver : 48,48 %	laver : 72,41 %	laver : 77,78 %
DRAPEAU	flotter : 38,36 %	flotter : 51,52 %	flotter : 27,78 %
DROGUE	droguer : 21,88 %	fumer : 15,09 %	mourir : 17,39 %
EHELLE	monter : 72,73 %	monter : 56,90 %	grimper, monter : 44,44 %
ECOLE	travailler : 31,25 %	apprendre : 49,06 %	apprendre : 52,17%
ECRAN	regarder : 75 %	regarder : 69,81 %	regarder : 60,87 %
EGLISE	prier : 75 %	prier : 83,02 %	prier : 91,30 %
ENDROIT	aller : 45,45 %	aller : 25,86 %	placer : 22,22 %
EPAULE	porter : 21,21 %	porter : 20,69 %	aider, appuyer, hausser : 11,11 %
ESTOMAC	manger : 39,39 %	digérer : 41,38 %	digérer : 61,11 %
ETAGE	monter : 93,94 %	monter : 74,14 %	monter : 77,78 %
ETOILE	briller : 60,61 %	briller : 55,17 %	briller : 72,22 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
EXAMEN	passer : 15,63 %	réussir : 28,30 %	réussir : 30,43 %
FERME	lever : 18,18 %	lever : 15,52 %	cultiver : 27,78 %
FLAMME	bruler : 34,38 %	bruler : 32,08 %	bruler : 52,17 %
FLEUR	sentir : 37,50 %	sentir : 22,64 %	sentir : 39,13 %
FORET	promener : 27,27 %	promener : 34,48 %	promener : 27,78 %
FROMAGE	manger : 56,25 %	manger : 47,17 %	manger : 43,48 %
FRUIT	manger : 51,52 %	manger : 31,03 %	manger : 33,33 %
FUSIL	tirer : 37,50 %	tirer : 43,40 %	tirer : 34,78 %
GAMIN	jouer : 60,61 %	jouer : 39,66 %	jouer : 38,89 %
GARAGE	ranger : 34,38 %	ranger, réparer : 26,42 %	réparer : 60,87 %
GARCON	jouer : 18,18 %	jouer : 10,34 %	jouer : 33,33 %
GATEAU	manger : 57,58 %	manger : 34,48 %	manger : 22,22 %
GLACE	manger : 43,75 %	lécher, manger : 24,53 %	refroidir : 13,04 %
GORGE	parler, racler : 15,15 %	avaler : 22,41 %	tousser : 22,22 %
GOUTTE	tomber : 25 %	pleuvoir : 24,53 %	pleuvoir : 26,09 %
GRAIN	moudre : 31,25	moudre : 35,85 %	moudre : 26,09 %
GRANGE	ranger : 21,21 %	stocker : 13,79 %	engranger : 33,33 %
GRILLE	fermer : 18,75 %	fermer : 15,09 %	fermer : 21,74 %
HERBE	couper, tondre : 18,75 %	tondre : 24,53 %	couper : 30,43 %
HOPITAL	soigner : 69,70 %	soigner : 58,62 %	soigner : 77,78 %
HOTEL	dormir : 63,64 %	dormir : 62,07 %	dormir : 55,56 %
HUILE	graisser : 15,63 %	frirer : 13,21 %	graisser : 13,04 %
IMAGE	regarder : 39,39 %	regarder : 37,93 %	regarder : 27,78 %
JAMBE	marcher : 39,39 %	marcher : 37,93 %	courir : 33,33 %
JARDIN	jardiner : 42,42 %	jardiner : 41,39 %	cultiver, jardiner : 16,67 %
JOURNAL	lire : 87,50 %	lire : 73,58 %	lire : 65,22 %
JOURNEE	passer : 28,13 %	travailler : 30,19 %	travailler : 30,43 %
LAIN	tricoter : 46,88 %	tricoter : 54,72 %	tricoter : 69,57 %
LAISSE	promener : 48,48 %	promener : 25,86 %	attacher : 22,22 %
LAMPE	allumer : 60,61 %	allumer : 44,83 %	éclairer : 61,11 %
LANGUE	parler : 62,50 %	parler : 75,47 %	parler : 78,26 %
LAPIN	courir : 18,18 %	sauter : 15,52 %	courir : 27,78 %
LIGNE	tracer : 31,25 %	tracer : 24,53 %	pêcher, tracer : 30,43 %
LIVRE	lire : 87,50 %	lire : 77,36 %	lire : 73,91 %
MACHINE	laver : 40,63 %	travailler : 15,09 %	travailler : 21,74 %
MAGASIN	acheter : 84,85 %	acheter : 60,34 %	acheter : 66,67 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
MANCHE	habiller : 9,38 %	enfiler : 11,32 %	enfiler, gagner : 17,39 %
MANTEAU	porter : 25%	habiller : 37,50 %	porter : 26,09 %
MARCHE	marcher : 54,55 %	marcher : 32,76 %	marcher, monter : 22,22 %
MASQUE	masquer : 21,21 %	cachez : 37,93 %	cachez : 61,11 %
MATCH	jouer : 48,48 %	jouer : 48,28 %	jouer : 50 %
MATELAS	dormir : 81,82 %	dormir : 70,69 %	dormir : 72,22 %
MEDECIN	soigner : 65,63 %	soigner : 58,60 %	soigner : 78,26 %
METRO	prendre : 42,42 %	prendre : 18,97 %	déplacer, voyager : 22,22 %
MOTEUR	rouler : 18,75 %	démarrer : 22,64 %	démarrer : 34,78 %
MOUCHE	voler : 48,48 %	voler : 50 %	voler : 38,89 %
MUSEE	visiter : 51,52 %	visiter : 55,17 %	visiter : 55,56 %
MUSIQUE	écouter : 39,39 %	écouter : 34,48 %	jouer : 27,78 %
NEIGE	tomber : 34,38 %	tomber : 37,74 %	skier : 47,83 %
NUAGE	pleuvoir : 48,48 %	pleuvoir : 22,41 %	pleuvoir : 27,78 %
OCEAN	nager : 59,38 %	nager : 33,96 %	nager, naviguer : 26,09 %
ŒUVRE	peindre : 31,25 %	créer, peindre : 22,64 %	créer : 21,74 %
OISEAU	voler : 78,79 %	voler : 68,97 %	voler : 66,67 %
OPERA	chanter : 39,39 %	chanter : 55,17 %	chanter : 44,44 %
ORAGE	pleuvoir : 27,27 %	tonner : 18,97 %	pleuvoir : 33,33 %
OREILLE	couter, entendre : 45,45 %	couter : 44,83 %	entendre : 44,44 %
PAILLE	boire : 40,63 %	aspirer, boire : 16,98 %	boire, dormir, engranger : 13,04 %
PARFUM	sentir : 75,76 %	sentir : 74,14 %	sentir : 61,11 %
PECHE	pêcher : 45,45 %	pêcher : 43,10 %	manger, pêcher : 22,22 %
PHOTO	photographier : 37,50 %	prendre : 45,28 %	prendre : 39,13 %
PHRASE	écrire : 27,27 %	dire : 20,69 %	parler : 61,11 %
PIANO	jouer : 93,94 %	jouer : 72,41 %	jouer : 77,78 %
PIECE	payer : 28,13 %	payer : 20,75 %	payer : 17,39 %
PIEGE	piéger : 27,27 %	piéger : 24,14 %	piéger : 22,22 %
PISCINE	nager : 81,25 %	nager : 77,36 %	nager : 65,22 %
PLACARD	ranger : 50 %	ranger : 75,47 %	ranger : 52,17 %
PLAFOND	peindre : 28,13 %	peindre : 37,74 %	peindre : 39,13 %
PLAGE	bronzer : 43,75 %	bronzer : 43,40 %	bronzer : 34,78 %
PLANETE	tourner : 15,63 %	tourner : 24,53 %	observer, tourner, voyager : 17,39 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
PLOMB	plomber : 30,30 %	alourdir, peser : 15,52 %	plomber : 33,33 %
PLUIE	pleuvoir : 27,27 %	pleuvoir : 24,14 %	mouiller : 38,89 %
PLUME	écrire : 53,13 %	écrire : 43,40 %	écrire : 65,22 %
POCHE	mettre : 21,88 %	remplir : 16,98 %	vider : 17,39 %
POIGNEE	ouvrir : 43,75 %	ouvrir : 28,30 %	serrer : 21,74 %
POIGNET	serrer : 18,75 %	serrer : 18,87 %	casser : 21,74 %
POINTE	piquer, pointer : 21,21 %	piquer : 22,41 %	clouer : 22,22 %
POISSON	pêcher : 53,13 %	pêcher : 49,06 %	pêcher : 69,57 %
POUCE	lever : 31,25 %	lever, sucer : 20,75 %	lever : 34,78 %
POULET	manger : 45,45 %	manger : 25,86 %	rôtir : 27,78 %
POULET	pondre : 48,48 %	pondre : 44,83 %	pondre : 33,33 %
POUPEE	jouer : 71,88 %	jouer : 62,26 %	jouer : 60,87 %
PRISON	enfermer : 51,52 %	enfermer : 58,62 %	enfermer : 72,22 %
PUITS	creuser : 30,30 %	puiser : 25,86 %	creuser, descendre, tomber : 11,11 %
QUEUE	attendre : 21,21 %	attendre : 31,03 %	attendre : 27,78 %
RADIO	couter : 84,85 %	couter : 60,34 %	couter : 66,67 %
RIDEAU	fermer : 28,13 %	fermer : 26,42 %	tirer : 26,09 %
ROMAN	lire : 81,82 %	lire : 79,31 %	lire : 66,67 %
ROUTE	rouler : 34,38 %	conduire : 28,30 %	conduire : 26,09 %
SABLE	bronzer : 27,27 %	bronzer : 15,52 %	construire : 16,67 %
SALADE	manger : 51,52 %	manger : 22,41 %	mélanger : 22,22 %
SALLE	attendre, sortir : 12,50 %	manger : 11,32 %	danser, réunir : 13,04 %
SALON	reposer : 18,75 %	reposer : 26,42 %	exposer, recevoir : 13,04 %
SAUCE	saucer : 21,21 %	cuisiner : 15,52 %	lier : 22,22 %
SAVON	laver : 68,75 %	laver : 77,36 %	laver : 65,22 %
SERPENT	siffler : 34,38 %	ramper : 20,75 %	mordre : 21,74 %
SIEGE	asseoir : 68,75 %	asseoir : 81,13 %	asseoir : 78,26 %
SINGE	singer : 24,24 %	imiter : 20,69 %	imiter : 55,55 %
SŒUR	aimer : 30,30 %	aimer : 46,55 %	aimer : 66,67 %
SOLDAT	tuer : 28,13 %	tuer : 26,42 %	combattre, tuer : 21,74 %
SOLEIL	bronzer : 33,33 %	briller : 37,93 %	bronzer : 33,33 %
SOUPE	manger : 39,39 %	manger : 31,03 %	boire : 27,78 %
SOURIS	courir : 21,88 %	grignoter, ronger : 11,32 %	piéger : 17,39 %
SPORT	courir : 46,88 %	courir : 45,28 %	jouer : 17,39 %
STATION	skier : 33,33 %	skier : 25,86 %	attendre : 22,22 %
TABAC	fumer : 96,97 %	fumer : 89,66 %	fumer : 94,44 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
TABLE	manger : 46,88 %	manger : 37,74 %	manger : 39,13 %
TABLEAU	peindre : 53,13 %	peindre : 43,40 %	peindre : 47,83 %
TACHE	tacher : 33,33 %	salir : 32,76 %	salir : 38,89 %
TAPIS	aspirer : 12,50 %	aspirer : 9,43 %	brosser : 13,04 %
TASSE	boire : 69,70 %	boire : 62,07 %	boire : 66,67 %
TENTE	camper, dormir : 27,27 %	camper : 48,28 %	camper : 38,89 %
TERRAIN	jouer : 30,30 %	construire : 24,14 %	construire, jouer : 16,67 %
TEXTE	écrire : 50 %	écrire : 56,60 %	lire : 52,17 %
TIROIR	ranger : 34,38 %	ranger : 39,62 %	ranger : 43,48 %
TOILE	peindre : 68,75 %	peindre : 67,92 %	peindre : 65,22 %
TRAIN	voyager : 39,39 %	voyager : 27,59 %	voyager : 44,44 %
TRAIT	tirer : 51,52 %	tirer : 34,48 %	tirer : 50 %
USINE	travailler : 48,48 %	travailler : 44,83 %	travailler : 66,67 %
VALISE	voyager : 54,55 %	voyager : 44,83 %	voyager : 50 %
VEINE	saigner : 34,38 %	saigner : 33,96 %	piquer : 21,74 %
VENTRE	manger : 51,52 %	manger : 24,14 %	manger : 27,78 %
VESTE	porter : 25 %	habiller : 33,96 %	habiller : 26,09 %
VIANDE	manger : 59,38 %	manger : 66,04 %	manger : 39,13 %
VOILE	naviguer : 25 %	naviguer : 33,96 %	naviguer : 56,52 %
VOISIN	habiter : 15,15 %	discuter : 13,79 %	bavarder, inviter, partager, visiter : 11,11 %
WHISKY	boire : 81,82 %	boire : 63,79 %	boire : 61,11 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
--------------	--------------------------------	--	------------------------------

INDICE : VERBE ; REPONSE : NOM

ABATTRE	arbre : 28,13 %	arbre : 39,62 %	arbre : 26,09 %
AIDER	aide : 33,33 %	aide : 18,97 %	aide, main : 11,11 %
AIMER	amour : 37,50 %	amour : 39,62 %	amour; passion; tendresse : 8,70 %
AJOUTER	addition : 18,18 %	addition : 31,03 %	addition : 27,78 %
ALLUMER	feu : 48,48 %	feu : 53,45 %	feu : 50 %
AMMENER	main; objet : 12,50 %	cadeau : 9,43 %	enfant : 13,04 %
AMUSER	jeu : 33,33 %	jeu : 39,66 %	jeu : 27,78 %
APPELER	téléphone : 43,75 %	téléphone : 52,83 %	cri : 26,09 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
ARRETER	stop : 24,24 %	stop : 39,66 %	stop : 27,78 %
ARRIVER	départ : 25 %	départ; destination; fin : 9,43 %	destination; réussite : 13,04 %
AVANCER	chemin : 21,21 %	marche : 17,24 %	marche, pas, pion : 11,11 %
BATTRE	œuf : 34,38 %	œuf : 15,09 %	campagne; fer; tapis : 8,70 %
BLESSER	blessure : 21,21 %	blessure : 12,07 %	plaie : 16,67 %
BOIRE	eau : 43,75 %	eau : 37,74 %	eau : 39,13 %
BOSSER	travail : 48,48 %	travail : 58,62 %	travail : 44,44 %
BOUGER	mouvement : 21,88 %	mouvement : 16,98 %	action; danse; mouvement : 8,70 %
BRILLER	toile : 43,75 %	soleil : 32,08 %	toile : 21,74 %
BRISER	verre : 25 %	verre : 15,09 %	glace : 30,43 %
BRULER	feu : 66,67 %	feu : 34,48 %	feu : 22,22 %
CACHER	cache : 12,50 %	secret : 15,09 %	trésor : 17,39 %
CALMER	calme : 24,24 %	apaisement : 6,90 %	chanson, douleur : 11,11 %
CASSER	verre : 28,13 %	verre : 20,75 %	piéd; verre : 13,04 %
CEDER	don, place : 12,12 %	don : 12,07 %	don : 22,22 %
CESSER	arrêt : 37,50 %	arrêt : 20,75 %	fin : 13,04 %
CHANGER	couche : 27,27 %	couche : 32,76 %	couche, nouveauté : 11,11 %
CHANTER	chant; voix : 18,75 %	chanson : 18,87 %	joie : 13,04 %
CHARGER	camion : 15,15 %	camion : 10,34 %	camion : 16,67 %
CHASSER	fusil; lapin : 15,63 %	fusil : 28,30 %	fusil : 17,39 %
CHOISIR	choix : 48,48 %	choix : 31,03 %	option : 16,67 %
CLAQUER	porte : 46,88 %	porte : 43,40 %	porte : 39,13 %
COLLER	colle : 36,36 %	colle : 27,59 %	timbre : 38,89 %
COMPTER	chiffre : 21,88 %	chiffre : 18,87 %	argent : 21,74 %
CONFIER	secret : 54,55 %	secret : 63,79 %	secret : 55,56 %
COUCHER	lit : 46,88 %	lit : 35,85 %	lit : 39,13 %
COUPER	couteau : 31,25 %	couteau : 18,87 %	pain : 21,74 %
COURIR	course : 33,33 %	course : 27,59 %	course : 22,22 %
COUVRIR	couverture : 31,25 %	couverture : 20,75 %	couverture : 13,04 %
CRAQUER	allumette : 15,63 %	allumette : 11,32 %	allumette : 26,09 %
CREER	imagination : 21,88 %	artiste : 15,09 %	œuvre : 17,39 %
CREUSER	trou : 57,58 %	trou : 60,34 %	trou : 50 %
CREVER	pneu : 46,88 %	pneu : 58,49 %	pneu : 26,09 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
CROIRE	croyance, mensonge, religion : 12,12 %	dieu : 15,52 %	dieu : 22,22 %
CUIRE	œuf : 25%	œuf : 15,09 %	œuf : 17,39 %
DANSER	danse : 24,24 %	danse : 17,24 %	valse : 22,22 %
DECIDER	choix : 50 %	choix : 24,53 %	choix : 17,39 %
DECRIRE	description : 24,24 %	image : 13,79 %	paysage : 27,78 %
DEGAGER	voie; vue : 6,25 %	odeur : 7,55 %	odeur; parfum; place : 8,70%
DEPOSER	colis : 18,18 %	colis : 15,52 %	armes, dépôt, paquet, plainte : 11,11 %
DEVINER	devinette : 21,88 %	devinette : 18,87 %	jeu : 13,04 %
DINER	repas : 51,52 %	repas : 31,03 %	soupe : 22,22 %
DIRIGER	entreprise : 15,63 %	chef : 22,64 %	chef : 26,09 %
DONNER	cadeau : 42,42 %	cadeau : 37,93 %	cadeau : 22,22 %
DORMIR	lit : 37,50 %	lit : 47,17 %	lit : 30,43 %
DOUTER	doute : 48,48 %	doute : 22,41 %	hésitation : 22,22 %
ECARTER	jambe : 15,63 %	jambe : 11,32 %	bras; branche : 8,70 %
ECLATER	ballon : 57,58 %	ballon : 48,28 %	rire : 16,67 %
ECOUTER	oreille : 28,13 %	musique : 39,62 %	musique : 21,74 %
ECRASER	insecte : 12,50 %	pomme-de-terre : 11,32 %	accident : 17,39 %
ECRIRE	stylo : 46,88 %	lettre : 30,19 %	lettre : 39,13 %
EFFACER	gomme : 48,48 %	gomme : 41,38 %	gomme : 44,44 %
ELEVER	enfant : 56,25 %	enfant : 49,06 %	enfant : 47,83 %
EMMENER	enfant : 12,12 %	enfant : 8,62 %	transport : 11,11 %
ENFUIR	fuite : 31,25 %	fuite : 22,64 %	peur : 21,74 %
ENGAGER	engagement, travail : 12,12 %	militaire : 6,90 %	conversation : 11,11 %
ENTRER	porte : 50 %	porte : 35,85 %	porte : 30,43 %
ENVOYER	lettre : 60,61 %	lettre : 58,62 %	lettre : 50 %
EPOUSER	mariage : 34,38 %	mariage : 32,08 %	amour; mariage : 17,39 %
ESPERER	espoir : 39,39 %	espoir : 34,48 %	espoir : 16,67 %
ETABLIR	relation : 9,38 %	contrat; plan : 7,55 %	bilan, installation, loi : 8,70 %
ETENDRE	linge : 78,79 %	linge : 75,86 %	linge : 44,44 %
ETUDIER	livre : 28,13 %	livre : 15,09 %	livre : 17,39 %
EVITER	vitement : 18,18 %	obstacle : 8,62 %	accident, pire : 11,11 %
EXERCER	métier : 50 %	métier : 28,30 %	métier : 47,83 %
FERMER	porte : 75 %	porte : 56,60 %	porte : 47,83 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
FETER	anniversaire : 48,48 %	anniversaire : 58,62 %	anniversaire : 38,89 %
FILMER	caméra : 46,88 %	caméra : 30,19 %	caméra : 26,09 %
FINIR	fin : 43,75 %	fin : 24,53 %	devoir : 21,74 %
FIXER	regard : 15,63 %	clou : 18,87 %	clou : 21,74 %
FORCER	obligation : 27,78 %	obligation : 15,52 %	obligation : 22,22 %
FORMER	formation : 18,75 %	formation; groupe : 9,43 %	éducation : 13,04 %
FOURNIR	don, fourniture : 15,15 %	don : 18,97 %	don : 16,67 %
FRAPPER	porte : 21,88 %	porte : 16,98 %	porte : 21,74 %
FUMER	cigarette : 78,79 %	cigarette : 70,69 %	cigarette : 33,33 %
GACHER	nourriture : 15,63 %	vie : 13,21 %	échec; nourriture; perte; plaisir; plâtre : 8,70 %
GAGNER	argent : 21,21 %	argent : 15,52 %	gain, temps : 11,11 %
GERER	budget; compte : 9,38 %	argent : 13,21 %	compte : 17,39 %
GLISSER	glace, neige : 12,12 %	ski : 29,31 %	ski : 22,22 %
GOUTER	gâteau : 34,38 %	gâteau : 22,64 %	chocolat : 26,09 %
GRANDIR	enfant : 36,36 %	enfant : 31,03 %	enfant : 27,78 %
GRIMPER	arbre; escalade : 28,13 %	arbre : 35,85 %	arbre : 43,48 %
GUERIR	soin : 27,27 %	soin : 24,14 %	maladie : 27,78 %
GUIDER	guide : 25 %	aveugle : 15,09 %	aveugle : 17,39 %
HABITER	maison : 90,91 %	maison : 72,41 %	maison : 50 %
HESITER	choix : 31,25 %	doute : 24,53 %	dilemme; peur; réponse; timidité : 8,70 %
HURLER	cri : 45,45 %	cri : 58,62 %	cri : 55,56 %
IGNORER	ignorance : 9,38 %	bêtise : 7,55 %	bêtise; connaissance; culture; danger; défaut; ignorance; internet; livre; loi; mépris; tristesse; trottoir; voisin : 4,35 %
IMPOSER	ordre : 18,75 %	loi : 11,32 %	loi : 21,74 %
INVITER	ami : 37,50 %	ami : 41,51 %	ami : 65,22 %
JETER	poubelle : 51,52 %	poubelle : 43,10 %	poubelle : 27,78 %
JOINDRE	téléphone : 28,13 %	bout : 32,08 %	bout : 30,43 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
JOUER	jeu : 42,42 %	ballon : 20,69 %	jeu, carte : 16,67 %
JUGER	tribunal : 31,25 %	tribunal : 28,30 %	tribunal : 17,39 %
LACHER	prise : 42,42 %	prise : 29,31 %	prise : 27,78 %
LAISSER	abandon : 34,38 %	abandon : 33,93 %	abandon : 30,43 %
LAVER	linge : 33,33 %	linge : 24,14 %	linge : 27,78 %
LIBERER	prison : 28,13 %	prison : 16,98 %	parole : 13,04 %
LIVRER	colis : 36,36 %	colis : 48,28 %	colis : 33,33 %
LOUER	appartement : 40,63 %	appartement : 35,85 %	appartement : 26,09 %
LUTTER	lutte : 33,33 %	combat : 27,59 %	adversaire, combat, lutte, mort : 11,11 %
MANGER	nourriture : 25 %	faim; repas : 11,32 %	faim : 13,04 %
MARQUER	feutre, stylo : 12,12 %	note : 10,34 %	territoire, trace : 11,11 %
MELER	cheveux : 18,75 %	cheveux, nœud : 13,21 %	cheveux : 21,74 %
MENER	guide, leader : 9,09 %	guide : 10,34 %	barque : 22,22 %
MENTIR	mensonge : 46,88 %	mensonge : 32,08 %	mensonge : 13,04 %
MESURER	mètre : 27,27 %	taille : 24,14 %	mètre : 33,33 %
METTRE	vêtement : 28,13 %	vêtement : 24,53 %	vêtement : 13,04 %
MONTRER	doigt : 50 %	doigt : 35,85 %	doigt : 13,04 %
MORDRE	dent : 37,50 %	chien : 39,62 %	chien : 26,09 %
MOURIR	mort : 30,30 %	cercueil : 18,97 %	fin, peur, rire, trépas : 11,11 %
NAGER	piscine : 37,50 %	piscine : 50,94 %	piscine : 26,09 %
NAITRE	bébé : 45,45 %	bébé : 36,21 %	bébé : 22,22 %
NOMMER	nom : 40,63 %	nom : 25 %	nom : 17,39 %
NOTER	note : 27,27 %	carnet : 25,86 %	carnet : 33,33 %
NOURRIR	bébé : 18,75 %	aliment; animal : 9,43 %	enfant; faim : 8,70 %
NOYER	eau : 18,18 %	eau : 18,97 %	noix : 22,22 %
OBEIR	ordre : 48,48 %	ordre : 20,69 %	ordre : 22,22 %
OBTENIR	gain : 18,75 %	diplôme : 16,98 %	gain : 21,74 %
OFFRIR	cadeau : 81,82 %	cadeau : 79,31 %	cadeau : 44,44 %
OPERER	chirurgie : 28,13 %	chirurgien : 18,87 %	chirurgien : 21,74 %
OUBLIER	mémoire, souvenir : 24,24 %	mémoire : 27,59 %	souvenir : 11,11 %
OUVRIR	porte : 56,25 %	porte : 33,96 %	porte : 39,13 %
PARTIR	voyage : 25 %	voyage : 28,30 %	voyage : 39,13 %
PASSER	passage : 9,09 %	chemin : 29,31 %	main : 16,67 %
PAYER	argent : 37,50 %	argent : 26,42 %	argent : 26,09 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
PECHER	poisson : 69,70 %	poisson : 65,52 %	poisson : 50 %
PEINDRE	tableau : 31,25 %	tableau : 28,30 %	tableau : 21,74 %
PELER	orange : 24,24 %	orange : 25,86 %	pomme : 27,78 %
PENDRE	corde : 31,25 %	corde : 39,62 %	corde : 21,74 %
PERCER	trou : 46,88 %	trou : 50,94 %	trou : 34,78 %
PERDRE	jeu : 18,18 %	clés : 17,24 %	jeu, abandon, belote, chemin, clé, course, échec, espoir, face, haleine, kilo, boule, loterie, objet, perte, temps : 5,56 %
PESER	balance : 40,63 %	balance : 41,51 %	balance : 21,74 %
PLACER	argent : 15,15 %	place : 10,34 %	endroit, mot, place, théâtre : 11,11 %
PLAIRE	séduction : 18,75 %	séduction : 26,42 %	séduction : 21,74 %
PLANTER	fleur : 27,27 %	fleur : 20,69 %	arbre : 33,33 %
PLEURER	larme : 59,38 %	larme : 60,38 %	larme : 47,83 %
PLIER	linge : 33,33 %	feuille : 20,69 %	papier : 22,22 %
PLONGER	eau : 18,75 %	eau : 15,09 %	eau : 30,43 %
POUSSER	porte : 21,88 %	porte : 13,21 %	caddie; cri; landau : 8,70 %
PRETER	don : 18,75 %	argent; livre : 11,32 %	argent; livre : 17,39 %
PREVOIR	prévision : 12,12 %	organisation : 8,62 %	avenir : 16,67 %
PRIER	église : 40,63 %	église : 35,85 %	église : 34,78 %
PUNIR	punition : 33,33 %	punition : 45,45 %	gage, sanction : 11,11 %
QUITTER	séparation : 18,75 %	départ; divorce; solitude; sortie : 5,66 %	départ, divorce, rupture : 8,70 %
RANGER	chambre : 18,18 %	placard : 13,79 %	armoire, placard : 16,67 %
RATER	échec : 37,50 %	échec : 24,53 %	échec : 13,04 %
RECULER	voiture : 21,88 %	pas : 16,98 %	peur : 34,78 %
REDUIRE	diminution : 9,38 %	sauce : 13,21 %	sauce : 21,74 %
REFUSER	refus : 33,33 %	refus : 22,41 %	non, refus : 11,11 %
REGLER	argent; compte; problème : 12,50 %	addition : 13,21 %	facture : 17,39 %
REEMPLIR	verre : 27,27 %	verre : 17,24 %	seau : 22,22 %
REMUER	cuillère : 15,63 %	cuillère : 11,32 %	cuillère : 13,04 %
RENDRE	monnaie : 15,15 %	monnaie : 18,97 %	argent, monnaie : 16,67 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
RENTRER	maison : 43,75 %	maison : 39,62 %	maison : 39,13 %
REPARER	voiture : 24,24 %	voiture : 37,93 %	outil, pneu : 11,11 %
REPETER	perroquet : 9,38 %	mot, perroquet : 9,43 %	leçon : 21,74 %
RESTER	attente : 12,12 %	maison : 12,07 %	place, repos : 11,11%
RETIRER	argent : 18,75 %	argent : 15,09 %	argent : 17,39 %
REUNIR	réunion : 33,33 %	réunion : 25,86 %	réunion : 27,78 %
REUSSIR	examen : 18,75 %	examen : 22,64 %	examen; joie; vie; succès : 8,70%
REVELER	secret : 48,48 %	secret : 53,45 %	secret : 16,67 %
REVER	sommeil : 18,75 %	nuit : 18,87 %	sommeil : 13,04 %
RIGOLER	rire : 42,42 %	rire : 32,76 %	rire : 27,78 %
RISQUER	danger : 31,25 %	danger : 20,75 %	vie : 39,13 %
ROMPRE	rupture : 24,24 %	lien : 17,24 %	pain : 16,67 %
ROULER	voiture : 50%	voiture : 50,94 %	voiture : 26,09 %
SAISIR	main : 25%	main : 22,64 %	chance : 26,09 %
SALUER	main : 31,25 %	bonjour : 43,40 %	bonjour : 30,43 %
SAUTER	corde : 27,27 %	corde : 22,41 %	corde : 33,33 %
SAUVER	noyade : 7,55 %	vie : 11,32 %	boue; enfant; noyade : 8,70 %
SCIER	bois : 65,63 %	bois : 50,94 %	bois : 56,52 %
SECHER	linge : 27,27 %	linge : 39,66 %	linge : 16,67 %
SENTIR	odeur : 53,13 %	odeur : 37,74 %	fleur : 30,43 %
SEPARER	séparation : 18,18 %	divorce : 37,93 %	divorce : 11,11 %
SERRER	main : 25 %	bras : 20,75 %	main : 21,74 %
SIGNER	signature : 33,33 %	signature : 17,24 %	crayon, lettre : 11,11 %
SOIGNER	infirmière; médecin : 21,88 %	soin : 11,32 %	docteur; malade; maladie; médecin; plaie : 8,70 %
SONGER	rêve : 75,76 %	rêve : 72,41 %	rêve : 61,11 %
SONNER	sonnette : 31,25 %	porte : 24,53%	cloche : 60,87 %
SORTIR	porte : 27,27 %	porte : 15,52 %	cinéma, porte, soir, sortie : 11,11 %
SUBIR	douleur : 12,12 %	contrainte, punition : 6,90 %	pression : 11,11 %
SUIVRE	chemin : 18,75 %	chemin : 22,64 %	chemin : 26,09 %
SURGIR	surprise : 15,15 %	peur : 20,69 %	surprise : 22,22 %
TARDER	retard : 37,50 %	retard : 41,51 %	retard : 39,13 %
TENDRE	fil : 12,12 %	fil : 12,07 %	main : 22,22 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
TENIR	main : 65,63 %	main : 43,40 %	main : 26,09 %
TIRER	corde : 27,27 %	fusil : 15,52 %	corde : 22,22 %
TOMBER	chute : 37,50 %	chute : 32,08 %	chute : 39,13 %
TOUCHER	doigt, main : 18,18 %	peau : 24,14 %	doigt, main : 22,22 %
TRAHIR	trahison : 21,88 %	mensonge 20,75 %	ami : 17,39 %
VENDRE	maison : 21,21 %	maison : 27,59 %	bien : 16,67 %
VENGER	vengeance : 18,75 %	vengeance : 11,32 %	ennemi : 8,70 %
VENIR	voiture : 12,12 %	arrive : 13,79 %	arrivée, invitation : 11,11 %
VERSER	eau : 56,25 %	eau : 43,40 %	eau : 34,78 %
VIDER	poubelle : 45,45 %	poubelle : 31,03 %	poubelle : 16,67 %
VOLER	oiseau : 34,38 %	oiseau : 35,85 %	aile : 21,74 %
VOMIR	vomi : 21,21 %	malade, maladie : 20,69 %	malade : 16,67 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
--------------	--------------------------------	--	------------------------------

INDICE : VERBE ; REPONSE : VERBE

ABATTRE	tuer : 54,55 %	tuer : 58,62 %	tuer : 50 %
AIDER	soutenir : 18,75 %	accompagner : 15,09 %	accompagner; assister : 13,04 %
AIMER	adorer : 45,45 %	adorer : 51,72 %	adorer : 27,72 %
AJOUTER	enlever : 18,75 %	additionner : 32,08 %	additionner : 21,74 %
ALLUMER	éteindre : 43,75 %	éteindre : 52,83 %	éclairer, teindre : 21,74 %
AMMENER	apporter : 36,36 %	apporter : 34,48 %	apporter : 33,33 %
AMUSER	rire : 37,50 %	rire : 39,62 %	rire : 34,78 %
APPELER	téléphoner : 33,33 %	téléphoner : 36,21 %	téléphoner : 22,22 %
ARRETER	stopper : 56,25 %	stopper : 73,58 %	stopper : 86,96 %
ARRIVER	partir : 36,36 %	partir : 32,76 %	atteindre, entrer, parvenir, réussir, terminer : 11,11 %
AVANCER	reculer : 53,13 %	reculer : 41,51 %	marcher : 43,48 %
BATTRE	frapper : 15,5 %	frapper : 20,69 %	frapper : 22,22 %
BLESSER	soigner : 15,63 %	soigner : 30,19 %	soigner : 13,04 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
BOIRE	manger : 39,39 %	avaler, manger : 15,52 %	désaltérer : 16,67 %
BOSSER	travailler : 84,38 %	travailler : 98,11 %	travailler : 95,65 %
BOUGER	remuer : 27,27 %	remuer : 27,59 %	remuer : 50 %
BRILLER	éclairer : 18,18 %	luire : 22,41 %	luire : 50 %
BRISER	casser : 81,82 %	casser : 87,93 %	casser : 88,89 %
BRULER	cramer : 18,75 %	cramer : 22,64 %	cramer : 17,39 %
CACHER	dissimuler : 21,21 %	dissimuler : 27,59 %	taire : 33,33 %
CALMER	apaiser : 28,13 %	apaiser : 18,87 %	apaiser : 47,83 %
CASSER	briser : 60,61 %	briser : 53,45 %	briser : 44,44 %
CEDER	laisser : 34,38 %	donner : 24,53 %	donner : 21,74 %
CESSER	arrêter : 87,88 %	arrêter : 81,03 %	arrêter : 61,11 %
CHANGER	modifier : 18,75 %	modifier : 32,08 %	muter : 13,04 %
CHANTER	danser : 27,27 %	couter : 18,97 %	fredonner : 16,67 %
CHARGER	alourdir, décharger, remplir : 9,38 %	remplir : 26,42 %	remplir : 39,13 %
CHASSER	tuer : 33,33 %	tuer : 48,28 %	tirer : 22,22 %
CHOISIR	décider : 25 %	décider : 20,75 %	élire : 21,74 %
CLAQUER	fermer : 39,39 %	fermer : 22,41 %	fermer : 22,22 %
COLLER	copier : 15,63 %	copier : 9,43 %	fixer : 26,09 %
COMPTER	dénombrer : 30,30 %	calculer : 34,48 %	additionner : 27,78 %
CONFIER	donner : 31,25 %	donner : 24,53 %	donner : 30,43 %
COUCHER	dormir : 72,73 %	dormir : 70,69 %	allonger : 33,33 %
COUPER	découper : 15,15 %	trancher : 25,86 %	scier : 22,22 %
COURIR	marcher : 46,88 %	marcher : 32,08 %	dépêcher : 17,39 %
COUVRIR	caler : 24,24 %	protéger : 22,41 %	vêtir : 16,67 %
CRAQUER	pleurer : 33,33 %	pleurer : 15,52 %	casser : 22,22 %
CRER	imaginer, inventer : 18,18 %	inventer : 22,41 %	concevoir, fabriquer, inventer, produire : 11,11 %
CREUSER	trouer : 28,13 %	trouer : 37,74 %	trouer : 34,78 %
CREVER	mourir : 48,48 %	mourir : 34,48 %	mourir : 33,33 %
CROIRE	penser : 28,13 %	penser : 28,30 %	espérer : 30,43 %
CUIRE	cuisiner : 48,48 %	cuisiner : 25,86 %	cuisiner : 33,33 %
DANSER	bouger : 25 %	chanter : 16,98 %	valser : 34,78 %
DECIDER	choisir : 45,45 %	choisir : 36,21 %	opter : 16,67 %
DECRIRE	expliquer : 15,63 %	expliquer : 24,53 %	expliquer; montrer; raconter : 13,04 %
DEGAGER	partir : 36,36 %	partir : 15,52 %	partir : 16,67 %
DEPOSER	laisser; mettre : 18,75 %	poser : 22,64 %	laisser; remettre : 26,09 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
DEVINER	savoir : 15,15 %	trouver : 18,97 %	trouver : 22,22 %
DINER	manger : 71,88 %	manger : 75,47 %	manger : 60,87 %
DIRIGER	guider : 18,18 %	mener : 18,97 %	conduire, mener : 22,22 %
DONNER	offrir : 25 %	offrir : 30,19 %	offrir : 47,83 %
DORMIR	rêver, reposer : 27,27 %	rêver : 48,28 %	reposer : 44,44 %
DOUTER	hésiter : 34,38 %	hésiter : 37,74 %	hésiter : 43,48 %
ECARTER	pousser : 21,21 %	éloigner : 13,79 %	repousser : 16,67 %
ECLATER	exploser: percer : 15,63 %	exploser : 18,87 %	exploser : 21,74 %
ECOUTER	entendre : 87,88 %	entendre : 58,62 %	entendre : 66,67 %
ECRASER	écrabouiller : 18,18 %	aplatir : 22,41 %	aplatir : 27,78 %
ECRIRE	lire : 39,39 %	lire : 32,76 %	lire : 18,18 %
EFFACER	gommer : 40,63 %	gommer : 28,30 %	gommer : 34,78 %
ELEVER	grandir : 27,27 %	éduquer : 43,10 %	monter : 38,89 %
EMMENER	apporter : 18,75 %	accompagner, apporter, prendre : 16,98 %	accompagner : 26,09 %
ENFUIR	partir : 36,36 %	courir : 22,41 %	échapper : 22,22 %
ENGAGER	embaucher : 12,50 %	embaucher : 7,55 %	embaucher; signer : 8,70 %
ENTRER	sortir : 48,48 %	sortir : 44,83 %	pénétrer : 33,33 %
ENVOYER	poster : 34,38 %	poster : 39,62 %	poster : 30,43 %
EPOUSER	marier : 81,82 %	marier : 79,31 %	marier : 72,22 %
ESPERER	croire : 40,63 %	rêver : 32,08 %	croire : 30,43 %
ETABLIR	faire : 24,24 %	faire : 13,79 %	installer : 22,22 %
ETENDRE	sécher : 25 %	allonger : 20,75 %	allonger : 26,09 %
ETUDIER	apprendre : 42,42 %	apprendre : 58,62 %	apprendre : 50 %
EVITER	fuir : 12,50 %	esquiver : 16,98 %	contourner : 17,39 %
EXERCER	travailler : 24,24 %	entraîner, faire : 18,97 %	pratiquer : 27,78 %
FERMER	ouvrir : 60,61 %	ouvrir : 50 %	clore : 38,89 %
FETER	danser : 28,13 %	célébrer : 18,87 %	amuser, danser, rire : 13,04 %
FILMER	enregistrer : 30,30 %	regarder : 17,24 %	photographier : 27,78 %
FINIR	terminer : 60,61 %	terminer : 70,69 %	terminer : 61,11 %
FIXER	regarder : 36,36 %	accrocher : 17,24 %	attacher : 33,33 %
FORCER	obliger : 21,88 %	obliger : 30,19 %	obliger : 47,83 %
FORMER	créer : 12,12 %	apprendre : 13,79 %	éduquer : 16,67 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
FOURNIR	donner : 84,38 %	donner : 69,81 %	donner : 69,57 %
FRAPPER	taper : 33,33 %	taper : 41,38 %	cogner : 33,33 %
FUMER	mourir : 15,63 %	tuer : 11,32 %	vapoter : 13,04 %
GACHER	rater, ruiner : 12,12 %	jeter : 15,52 %	perdre, jeter : 22,22 %
GAGNER	perdre : 59,38 %	perdre : 35,85 %	obtenir; réussir : 13,04 %
GERER	organiser : 38,36 %	organiser : 13,79 %	administrer : 22,22 %
GLISSER	tomber : 37,50 %	tomber : 41,51 %	skier : 26,09 %
GOUTER	manger : 72,73 %	manger : 43,10 %	tester : 33,33 %
GRANDIR	pousser : 18,75 %	pousser : 28,30 %	vieillir : 26,09 %
GRIMPER	monter : 51,52 %	monter : 48,28 %	monter : 50 %
GUERIR	soigner : 71,70 %	soigner : 56,52 %	vivre : 56,25 %
GUIDER	conduire : 15,15 %	mener : 17,24 %	mener : 27,78 %
HABITER	vivre : 56,25 %	vivre : 43,40 %	vivre : 26,09 %
HESITER	choisir, douter : 15,15 %	douter : 17,24 %	réfléchir : 16,67 %
HURLER	crier : 93,75 %	crier : 98,11 %	crier : 91,30 %
IGNORER	savoir : 24,24 %	oublier, savoir : 18,97 %	oublier : 27,78 %
IMPOSER	obliger : 27,27 %	obliger : 24,14 %	obliger : 33,33 %
INVITER	proposer : 18,18 %	convier, recevoir : 15,52 %	convier : 22,22 %
JETER	lancer : 21,88 %	lancer : 30,19 %	débarrasser : 26,09 %
JOINDRE	appeler : 18,18 %	lier : 17,24 %	réunir, unir : 22,22 %
JOUER	amuser : 53,13 %	amuser : 58,49 %	amuser : 47,83 %
JUGER	décider : 21,21 %	condamner : 18,97 %	condamner, estimer : 11,11 %
LACHER	laisser : 25 %	laisser : 15,09 %	tomber : 21,74 %
LAISSER	abandonner : 21,21 %	abandonner : 34,48 %	abandonner : 55,56 %
LAVER	nettoyer : 56,25 %	nettoyer : 56,60 %	nettoyer : 56,52 %
LIBERER	délivrer : 42,42 %	délivrer : 43,10 %	détacher : 16,67 %
LIVRER	apporter : 25 %	donner : 24,53 %	apporter : 34,78 %
LOUER	acheter : 24,24 %	acheter : 27,59 %	emprunter : 16,67 %
LUTTER	battre : 34,38 %	battre : 49,06 %	battre, combattre : 34,78 %
MANGER	boire : 33,33 %	boire : 24,14 %	boire : 27,78 %
MARQUER	écrire : 25 %	écrire : 28,30 %	noter : 26,09 %
MELER	mélanger : 48,48 %	mélanger : 51,72 %	mélanger : 61,11 %
MENER	diriger : 25 %	diriger : 26,42 %	diriger : 34,78 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
MENTIR	trahir : 24,24 %	trahir, tromper : 27,27 %	cachez : 22,22 %
MESURER	grandir; peser : 9,38 %	grandir : 13,21 %	métrer : 17,39 %
METTRE	poser : 30,30 %	poser : 36,21 %	poser : 50 %
MONTRER	pointer : 36,36 %	pointer : 15,22 %	désigner : 22,22 %
MORDRE	mâcher : 21,21 %	blessé : 15,52 %	agresser : 16,67 %
MOURIR	vivre : 34,38 %	vivre : 26,42 %	décéder : 30,43 %
NAGER	plonger : 36,36 %	plonger : 27,59 %	crawler, plonger : 22,22 %
NAITRE	mourir : 21,88 %	vivre : 20,75 %	arriver : 26,09 %
NOMMER	appeler : 39,39 %	appeler : 32,76 %	appeler, peler : 22,22 %
NOTER	écrire : 75 %	écrire : 81,13 %	écrire : 43,48 %
NOURRIR	manger : 60,61 %	manger : 37,93 %	alimenter : 27,78 %
NOYER	mourir : 31,25 %	nager, sauver : 15,09 %	couler, mourir : 13,04 %
OBEIR	désobéir; ordonner : 12,50 %	couter : 16,98 %	accepter : 13,04 %
OBTENIR	avoir : 54,55 %	avoir : 51,72 %	avoir : 44,44 %
OFFRIR	donner : 65,63 %	donner : 58,49 %	donner : 69,57 %
OPERER	soigner : 24,24 %	ouvrir : 18,97 %	ouvrir : 22,22 %
OUBLIER	souvenir : 21,88 %	perdre : 18,87 %	perdre: 18,87 %
OUVRIR	fermer : 72,73 %	fermer : 62,07 %	fermer : 33,33 %
PARTIR	quitter : 30,30 %	quitter : 32,76 %	quitter : 16,67 %
PASSER	donner : 12,50 %	donner : 15,09 %	donner : 13,04 %
PAYER	acheter : 27,27 %	acheter : 31,03 %	régler : 33,33 %
PECHER	chasser; manger : 15,63 %	chasser : 24,53 %	attraper : 21,74 %
PEINDRE	dessiner : 25,86 %	dessiner : 31,03 %	colorier, décorer : 22,22 %
PELER	éplucher : 34,38 %	éplucher : 43,40 %	éplucher : 52,17 %
PENDRE	accrocher : 21,21 %	accrocher : 22,41 %	accrocher : 38,89 %
PERCER	trouer : 75,76 %	trouer : 77,59 %	trouer : 66,67 %
PERDRE	gagner : 43,75 %	gagner : 28,30 %	oublier : 17,39 %
PESER	mesurer : 21,21 %	alourdir : 17,24 %	évaluer : 22,22 %
PLACER	mettre : 37,50 %	mettre : 35,85 %	mettre : 43,48 %
PLAIRE	séduire : 42,42 %	séduire : 62,07 %	séduire : 27,78 %
PLANTER	jardiner : 28,13 %	jardiner : 35,85 %	semé : 21,74 %
PLEURER	crier : 18,18 %	attrister, sangloter : 10,34 %	larmoyer : 16,67 %
PLIER	ranger : 25 %	ranger : 35,85 %	ranger : 39,13 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
PLONGER	nager : 51,52 %	nager : 51,72 %	sauter : 33,33 %
POUSSER	grandir : 18,18 %	tirer : 30,36 %	tirer : 16,67 %
PRETER	donner : 42,42 %	donner : 43,10 %	donner : 27,78 %
PREVOIR	anticiper : 25 %	anticiper : 41,51 %	anticiper : 39,13 %
PRIER	croire : 27,27 %	croire, espérer : 10,34 %	demander : 22,22 %
PUNIR	gronder : 12,50 %	gronder : 15,09 %	blâmer : 13,04 %
QUITTER	partir : 75,76 %	partir : 65,52 %	partir : 50 %
RANGER	ordonner, trier : 21,88 %	trier : 15,09 %	classer : 17,39 %
RATER	échouer : 36,36 %	louper : 25,86 %	louper : 22,22 %
RECULER	avancer : 54,55 %	avancer : 46,55 %	avancer : 22,22 %
REDUIRE	diminuer : 54,55 %	diminuer : 51,72 %	diminuer : 55,56 %
REFUSER	accepter : 31,25 %	nier : 26,42 %	nier : 30,43 %
REGLER	payer : 33,33 %	payer : 44,83 %	payer : 50 %
REEMPLIR	vider : 53,13 %	vider : 41,51 %	vider : 17,39 %
REMUER	bouger : 36,36 %	bouger : 36,21 %	bouger : 55,56 %
RENDRE	donner : 53,13 %	donner : 49,06 %	donner : 30,43 %
RENTREER	sortir : 45,45 %	sortir : 32,76 %	sortir : 38,89 %
REPARER	casser : 43,75 %	casser : 15,09 %	raccommoder : 8,70 %
REPETER	redire : 36,36 %	redire : 29,31 %	redire : 66,67 %
RESTER	partir : 40,63 %	partir : 30,19 %	demeurer : 43,48 %
RETIRER	enlever : 37,93 %	enlever : 37,93 %	ôter : 50 %
REUNIR	rassembler : 28,13 %	rassembler : 33,96 %	rassembler : 21,74 %
REUSSIR	gagner : 30,30 %	gagner : 48,28 %	gagner : 38,89 %
REVELER	dire : 34,38 %	dire : 33,96 %	dire : 47,83 %
REVER	dormir : 33,33 %	dormir : 34,48 %	dormir : 27,78 %
RIGOLER	rire : 68,75 %	rire : 67,92 %	rire : 52,17 %
RISQUER	tenter : 16,67 %	oser : 32,76 %	oser : 50 %
ROMPRE	casser : 56,25 %	casser : 52,83 %	casser : 65,22 %
ROULER	conduire : 27,27 %	conduire : 36,21 %	conduire : 33,33 %
SAISIR	prendre : 72,73 %	prendre : 53,45 %	prendre : 50 %
SALUER	dire : 24,24 %	dire : 17,24 %	accueillir : 16,67 %
SAUTER	bondir : 21,88 %	courir : 11,32 %	bondir : 30,43 %
SAUVER	aider : 21,21 %	secourir : 27,59 %	secourir : 27,78 %
SCIER	couper : 75,76 %	couper : 70,69 %	couper : 66,67 %
SECHER	mouiller : 31,25 %	laver : 22,64 %	essorer; ignorer : 13,04 %
SENTIR	renifler : 21,21 %	humer : 31,03 %	humer : 44,44 %
SEPARER	divorcer : 21,88 %	divorcer : 24,53 %	divorcer : 17,39 %
SERRER	êtreindre : 12,12 %	êtreindre : 13,79 %	êtreindre : 22,22 %

ITEMS	PARTICIPANTS JEUNES	PATICIPANTS D'AGE INTERMEDIAIRE	PARTICIPANTS AGÉS
SIGNER	écrire; parapher : 18,75 %	parapher : 24,53 %	parapher : 39,13 %
SOIGNER	guérir : 42,42 %	guérir : 53,45 %	guérir, panser : 33,33 %
SONGER	rêver : 65,63 %	rêver : 79,25 %	rêver : 73,91 %
SONNER	Appeler, entrer : 12,12 %	tinter : 17,24 %	tinter : 16,67 %
SORTIR	entrer : 25 %	partir : 24,53 %	partir : 34,78 %
SUBIR	souffrir : 12,50 %	souffrir : 13,21 %	souffrir : 17,39 %
SUIVRE	poursuivre : 27,27 %	aller : 10,34 %	poursuivre : 16,67 %
SURGIR	apparaître, surprendre : 21,88 %	bondir : 20,75 %	apparaître : 39,13 %
TARDER	arriver, attendre : 18,18 %	trainer : 15,52 %	trainer : 22,22 %
TENDRE	donner : 21,88 %	tirer : 11,32 %	tirer : 17,39 %
TENIR	prendre : 33,33 %	prendre : 34,48 %	avoir, prendre, saisir : 16,67 %
TIRER	pousser : 31,25 %	pousser : 28,30 %	pousser; tuer : 17,39 %
TOMBER	chuter : 30,30 %	chuter : 39,66 %	choir, chuter : 33,33 %
TOUCHER	palper : 15,63 %	caresser : 20,75 %	caresser : 26,09 %
TRAHIR	mentir : 36,36 %	mentir : 32,76 %	mentir, tromper : 22,22 %
VENDRE	acheter : 62,50 %	acheter : 56,60 %	acheter : 39,13 %
VENGER	tuer : 21,21 %	tuer : 17,24 %	punir : 22,22 %
VENIR	aller, partir : 28,13 %	aller : 32,08 %	arriver : 39,13 %
VERSER	couler : 18,18 %	couler : 17,24 %	répandre : 27,78 %
VIDER	remplir : 40,63 %	remplir : 37,74 %	enlever : 13,04 %
VOLER	prendre : 38,36 %	prendre : 24,14 %	dérober, planer : 16,67 %
VOMIR	dégueuler, rendre : 15,63 %	rendre : 16,98 %	rendre : 34,78 %

Note. Lorsque plusieurs réponses dominantes coexistent, elles sont toutes reportées avant le pourcentage. Les verbes pronominaux ont été retranscrits dans leur forme non pronominale. Les pluriels ont été transformé en singulier.

Annexe H. Corrélations entre le nombre de mots produits lors de la tâche de fluence d'action et les indicateurs qualitatifs, les échelles de sévérité motrice, de qualité de vie, durée de maladie et score cognitif des participants de l'Expérience 5.

	Participants MPI	Participants contrôles
Taille des regroupements	- .11	- .25
Nombre d'alternances	.77	.65
R/A	- .69	- .79
MMSE	.90	.41
Yoehn & Yahr - ON	- .03	-
Durée de maladie	.05	-

Note. Les corrélations en gras sont significatives ($p < .05$). R/A = corrélation entre la taille des regroupements et le nombre d'alternance. MPI = maladie de Parkinson Idiopathique. MMSE = Mini Mental State Examination. Yoehn & Yahr – ON = échelle de sévérité des symptômes moteurs en phase d'efficacité des traitements.

Annexe I. Résultats des deux groupes de participants de l'Expérience 6 aux tâches de fluence.

	Patients AMS	Participants Contrôles
Fluence d'action		
Nombre de mots	27 (± 13.41)	43.70 (± 7.56)
Taille des regroupements	0.33 (± 0.20)	1.99 (± 2.34)
Nombre d'alternances	18.90 (± 9.42)	23.70 (± 11.33)
Fluence sémantique		
Nombre de mots	32.2 (± 16.60)	42.50 (± 13.36)
Taille des regroupements	0.83 (± 0.35)	1.99 (± 2.34)
Nombre d'alternances	16.40 (± 7.01)	17.50 (± 7.04)
Fluence littérale		
Nombre de mots	23.01 (± 14.04)	32.50 (± 5.08)
Taille des regroupements	0.36 (± 0.38)	1.22 (± 1.45)
Nombre d'alternances	17,30 (± 12)	20.60 (± 8.07)

Note. Les écarts-types sont indiqués entre parenthèses.

Annexe J. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs pour les deux groupes de l'Expérience 6.

		Taille des regroupements	Nombre d'alternances	Corrélation R/A
AMS	Fluence d'action	.87	.95	.71
	Fluence sémantique	.48	.94	.24
	Fluence littérale	-.34	.98	-.45
contrôles	Fluence d'action	.38	-.05	-.89
	Fluence sémantique	.31	.65	-.02
	Fluence littérale	.46	.12	-.79

Note. Les corrélations en gras sont significatives ($p < .05$). Corrélation R/A = corrélation entre la taille des regroupements et le nombre d'alternance. AMS = Atrophie Multi-Systematisée.

Annexe K. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs moteurs le groupe AMS de l'Expérience 6.

		UMSARS	Durée maladie
AMS	Fluence d'action	- .29	-.22
	Fluence sémantique	- .14	.13
	Fluence littérale	- .31	-.14

Note. Les corrélations en gras sont significatives ($p < .05$). AMS = Atrophie Multi-Systematisée. UMSARS = échelle de sévérité des symptômes de l'AMS.

Annexe L. Résultats à la tâche de décision lexicale aux fluences par type de fluences et groupe de l'Expérience 7.

	Patients TE préopératoire	Patients TE postopératoires	Participants contrôles
Fluence d'action			
Nombre de mots	29.88 (± 13.07)	27.75 (± 11.34)	45.38 (± 5.5)
Taille des regroupements	0.44 (± 0.30)	0.42 (± 0.18)	0.78 (± 0,46)
Nombre d'alternances	19.88 (± 9.42)	18.75 (± 11.33)	29.88 (3.72)
Fluence sémantique			
Nombre de mots	35.75 (± 8.40)	33.50 (± 7.50)	43.13 (± 7.45)
Taille des regroupements	1 (± 0.26)	1.16 (± 0.47)	1.36 (±0.66)
Nombre d'alternances	16.75 (± 2.82)	14.50 (± 2.07)	20.63 (± 4.66)
Fluence littérale			
Nombre de mots	26 (± 14.04)	24.13 (± 7.57)	37.25 (± 7.52)
Taille des regroupements	0.32 (± 0.30)	0.37 (± 0.30)	0.45 (± 0.37)
Nombre d'alternances	18,25 (± 3.01)	16.50 (± 3.82)	27.5 (± 7.15)
TDL temps en millisecondes			
Noms amorcés	938 (± 182)	1023 (± 243)	683 (± 106)
Noms contrôles	981 (± 197)	1059 (± 184)	805 (± 163)
Verbes amorcés	888 (± 167)	972 (± 236)	691 (± 136)
Verbes contrôles	952 (± 184)	1022 (± 204)	762 (± 138)

Note. Les écarts-types sont indiqués entre parenthèses.

Annexe M. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs qualitatifs pour les participants TE en préopératoire et postopératoire de l'Expérience 7.

		Taille des regroupements	Nombre d'alternances	Corrélation R/A
Participants TE Préopératoire	Fluence d'action	.56	.83	.01
	Fluence sémantique	.82	.83	.36
	Fluence littérale	.81	.73	.20
Participants Postopératoire	Fluence d'action	-.06	.96	-.33
	Fluence sémantique	.82	.20	-.37
	Fluence littérale	.76	.69	.07

Note. Les corrélations en gras sont significatives ($p < .05$). Corrélation R/A = corrélation entre la taille des regroupements et le nombre d'alternance. TE = Tremblement essentiel.

Annexe N. Corrélations entre le nombre de mots produits pour chaque type de fluence et les indicateurs moteurs pour les participants TE en préopératoire et postopératoire de l'Expérience 7.

		FTM 1	FTM 2	FTM G	mPDQ 1	mPDQ 2	mPDQ G
Participants TE Préopératoire	Fluence d'action	-.32	-.37	.26	-.37	-.73	.23
	Fluence sémantique	-.31	-.30	.14	-.59	-.27	-.38
	Fluence littérale	-.29	-.39	.33	-.05	-.60	.45
Participants Postopératoire	Fluence d'action	-.03	-.16	.23	-.11	-.35	.18
	Fluence sémantique	-.25	-.31	.24	-.33	-.29	-.09
	Fluence littérale	-.29	-.44	.42	.15	-.02	.18

Note. Les corrélations en gras sont significatives ($p < .05$). TE = Tremblement essentiel. FTM = échelle de Fahn-Tolosa-Marin de sévérité des symptômes moteurs du TE. mPDQ = échelle de qualité de vie pour le TE. 1 = situation préopératoire. 2 = situation postopératoire. G = gain (i.e., 1 – 2).