



**HAL**  
open science

# Profils de déficits des fluences verbales après un accident vasculaire cérébral : analyse quantitative et qualitative

Mathilde Pernuit

## ► To cite this version:

Mathilde Pernuit. Profils de déficits des fluences verbales après un accident vasculaire cérébral : analyse quantitative et qualitative. Sciences cognitives. 2020. dumas-03262850

**HAL Id: dumas-03262850**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03262850>**

Submitted on 16 Jun 2021

**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.



UFR de Médecine – Département d’orthophonie

**PROFILS DE DÉFICITS DES FLUENCES  
VERBALES APRÈS UN ACCIDENT VASCULAIRE  
CÉRÉBRAL**

Analyse quantitative et qualitative

Mémoire présenté pour l’obtention du Certificat de Capacité  
d’Orthophoniste

Par

Mathilde PERNUIT, née le 19/12/1994

Sous la direction de :

Martine ROUSSEL, neuropsychologue

Sous la co-direction de :

Thévy YIM, Orthophoniste



UFR de Médecine – Département d’orthophonie

**PROFILS DE DÉFICITS DES FLUENCES  
VERBALES APRÈS UN ACCIDENT VASCULAIRE  
CÉRÉBRAL**

Analyse quantitative et qualitative

Mémoire présenté pour l’obtention du Certificat de Capacité  
d’Orthophoniste

Par

Mathilde PERNUIT, née le 19/12/1994

Sous la direction de :

Martine ROUSSEL, neuropsychologue

Sous la co-direction de :

Thévy YIM, Orthophoniste

Académie d’AMIENS

Année universitaire : 2019/2020

## **REMERCIEMENTS**

Mes premiers remerciements sont adressés à Martine ROUSSEL pour son encadrement rigoureux, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de ce mémoire, et ce malgré ses nombreux travaux en cours.

Merci à Thévy YIM, co-directrice disponible aux remarques avisées et maître de stage formidable, pédagogue et passionnée, qui m'a fait découvrir et donné le goût du travail en service de neurologie.

Je remercie également vivement le Professeur Godefroy pour le temps passé à nous aider sur un plan statistique mais aussi pour ses nombreux conseils concernant les directions à prendre dans notre travail. Aussi, je remercie Sandrine Wannepain, Claire Gouissem et Pauline pour leur aide, tant en réflexion que pour les analyses des épreuves.

Merci à Madame Adamkiewicz et Madame Cornet de m'avoir permis de réaliser un stage en Moldavie, si enrichissant à de nombreux égards et qui me marquera à vie. Merci aussi à Madame Auguet pour son attention et sa bienveillance envers notre promotion.

Je tiens à remercier mes amis d'Amiens, en particulier Thomas pour son soutien sans faille depuis cinq ans, pour ses encouragements permanents et ses relectures attentives.

Un immense merci à Alexis, mes parents et ma soeur dont la présence au quotidien m'est essentielle. Merci de m'encourager et de croire en moi quoi que je fasse, je mesure la chance que j'ai d'être si bien entourée.

Enfin, un merci tout particulier à Jeanne, amie très chère avec qui j'ai vécu tant de choses ces dernières années. Merci d'avoir été là pendant les bons moments mais aussi pendant les moins agréables d'entre eux, qui l'auraient été encore davantage si je ne t'avais pas eue à mes côtés.



<b>2.1.</b>	<b>Description et consignes de passation des tâches de fluence verbales .....</b>	<b>31</b>
2.1.1.	La tâche de fluence littérale lettre « P ».....	31
2.1.2.	La tâche de fluence sémantique « Animaux » .....	31
<b>2.2.</b>	<b>Analyse quantitative.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.</b>	<b>Analyse qualitative .....</b>	<b>32</b>
2.3.1.	Méthode de Troyer <i>et al.</i> (1997).....	32
2.3.2.	Méthode « Amiens ».....	35
<b>3.</b>	<b>ANALYSE STATISTIQUE .....</b>	<b>37</b>
	<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>39</b>
<b>1.</b>	<b>Résultats de la fiabilité inter-examineurs .....</b>	<b>40</b>
<b>2.</b>	<b>Résultats de l'analyse sur le nombre de mots corrects produits aux deux tests de fluences verbales .....</b>	<b>41</b>
<b>3.</b>	<b>Résultats de l'analyse sur le nombre de <i>switches</i> et la taille des <i>clusters</i> pour les fluences « P » et « Animaux » selon la méthode de Troyer <i>et al.</i> (1997).....</b>	<b>42</b>
<b>4.</b>	<b>Pertinence des indices (« Troyer » / « Amiens ») sur la performances aux tâches de fluences.....</b>	<b>45</b>
<b>5.</b>	<b>Relation entre les performances aux tests de fluences verbales et la localisation cérébrale macroscopique.....</b>	<b>46</b>
	<b>DISCUSSION.....</b>	<b>48</b>
<b>1.</b>	<b>RAPPEL DES OBJECTIFS.....</b>	<b>49</b>
<b>2.</b>	<b>ANALYSE DES RESULTATS .....</b>	<b>49</b>
2.1.	Concordance inter-examineurs.....	50
2.2.	Effet de la pathologie vasculaire cérébrale sur le nombre de mots produits en fluences verbales .....	50
2.3.	Effet de la pathologie vasculaire cérébrale sur les indices de Troyer <i>et al.</i> (1997) 51	
2.4.	Pertinence des indices stratégiques (« Troyer » et « Amiens ») pour prédire la performance aux tâches de fluences verbales .....	52
2.5.	Liens entre la localisation lésionnelle cérébrale et les déficits de performance en fluences verbales .....	53
<b>3.</b>	<b>LIMITES.....</b>	<b>54</b>
<b>4.</b>	<b>INTERETS DE L'ETUDE .....</b>	<b>56</b>
<b>5.</b>	<b>PERSPECTIVES D'ETUDE .....</b>	<b>57</b>
	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>61</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>72</b>

# INTRODUCTION

L'incidence de l'Accident Vasculaire Cérébral (AVC) ne cesse de croître au fil des années. Constituant la première cause de handicap acquis de l'adulte en France (Puy et Cordonnier, 2019) et pouvant induire des troubles cognitifs et langagiers, il demeure un enjeu de santé public majeur. Ainsi, l'évaluation et la rééducation à la suite de l'AVC sont essentielles afin d'objectiver les troubles, préserver les capacités résiduelles et optimiser la récupération. Pour cette raison il est indispensable de connaître précisément les différents processus mis en œuvre par les sujets lors des tâches qui leur sont proposées.

Dans l'inconscient collectif, l'AVC est fréquemment associé à des troubles langagiers, mais beaucoup moins aux troubles des fonctions exécutives. Ces dernières, moins bien connues, sont pourtant indispensables pour mener à bien de nombreuses activités de notre quotidien, et leur altération est fréquente dans la pathologie vasculaire cérébrale (Godefroy, Barbay, Toba et Roussel, 2017).

Dans la littérature, un grand nombre de publications se sont intéressées aux tâches de fluences verbales, que ce soit dans le cadre du vieillissement normal, des pathologies neurodégénératives ou à la suite d'un AVC. Toutefois, les résultats concernant les mécanismes sous-jacents à ces tâches ne demeurent pas clairement établis, tout comme les données relatives aux régions cérébrales impliquées, pour lesquelles des incertitudes demeurent.

Ce mémoire aura pour principal objectif de réexaminer le déficit des tâches de fluences verbales, chez des patients issus de la cohorte GRECogVASC, ayant eu un AVC. Ce réexamen utilisera les indices classiques de production et des indices proposés par Troyer, Moscovitch et Winocur (1997) permettant d'explorer les processus stratégiques employés au cours de ces tâches. Aussi, un objectif secondaire sera de répertorier les régions cérébrales qui sous-tendent les déficits de ces processus stratégiques.

Nous aborderons dans la partie théorique l'AVC, ce qu'il recouvre, sa classification ainsi que les troubles cognitifs qui lui sont classiquement associés. Suite à cela, nous détaillerons le concept des fluences verbales, les facteurs qui influencent les performances à cette tâche ainsi que les processus cognitifs qu'elle implique. Enfin, dans une dernière partie nous aborderons le lien entre fluences verbales et AVC en évoquant la fréquence et le profil des troubles puis les déterminants lésionnels des déficits en fluence. Après avoir exposé la problématique et les hypothèses, nous détaillerons la

méthodologie employée pour notre étude puis l'analyse statistique dont nous discuterons les résultats dans une dernière partie.

PARTIE  
THÉORIQUE

## 1. LES ACCIDENTS VASCULAIRES CÉRÉBRAUX (AVC)

### 1.1. Définition et épidémiologie

Béjot et Rouaud (2016) considèrent que les accidents vasculaires cérébraux résultent de l'occlusion (infarctus cérébral) ou de la rupture (hémorragie cérébrale ou méningée) d'un vaisseau sanguin irriguant le cerveau, rendant compte du caractère brutal de l'installation des symptômes.

Environ 16,7 millions de personnes sont victimes d'un AVC à travers le monde chaque année, mais les disparités sont toutefois importantes selon les pays considérés. En effet, les pays en voie de développement sont largement plus touchés que les pays industrialisés et un gradient Est-Ouest est observable à l'échelle européenne, avec une incidence supérieure dans les pays de l'Est (Béjot et Rouaud, 2016). Au niveau national, l'incidence des AVC en France est estimée à 140 000 cas annuels, soit un AVC toutes les 4 minutes et concerne dans les trois quarts des cas, des sujets de 65 ans et plus (Puy et Cordonnier, 2019). Concernant le taux de létalité à 1 mois post-AVC, il reste considérable (13 à 35%) (Béjot et Rouaud, 2016).

Enfin, l'AVC représente en France la première cause de handicap acquis chez l'adulte, la deuxième cause de démence ainsi que la deuxième cause de mortalité (Puy et Cordonnier, 2019).

### 1.2. Classification

#### 1.2.1. Les Accidents Ischémiques Cérébraux (AIC)

##### 1.2.1.1. *L'Infarctus Cérébral (IC) ou Accident Ischémique Cérébral Constitué (AICC)*

L'infarctus cérébral (IC) représente 65 à 90% des AVC et résulte le plus souvent de l'occlusion d'une artère irriguant le cerveau, privant ainsi une zone plus ou moins étendue de son apport normal en oxygène (Béjot et Rouaud, 2016). Ce type d'accident ischémique se caractérise par un signe d'infarctus cérébral observable à l'IRM. Bousser et Mas (2009) rappellent les causes de l'occlusion artérielle selon la classification TOAST

(Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment), à savoir : l'athérosclérose des grosses artères, les embolies d'origine cardiaque, l'occlusion des petites artères perforantes engendrant des lacunes, ainsi que les autres causes rares identifiées et les accidents de cause indéterminée dits cryptogéniques.

#### 1.2.1.2. *L'Accident Ischémique Transitoire (AIT)*

L'AIT est défini par l'HAS comme étant « un épisode bref de dysfonction neurologique dû à une ischémie focale cérébrale ou rétinienne, dont les symptômes cliniques durent typiquement moins d'une heure, sans preuve d'infarctus aigu. ». Il se caractérise donc par sa réversibilité et son absence de lésion cérébrale. Par ailleurs, Calvet, Oppenheim et Mas (2009) rapportent que le risque d'infarctus cérébral (IC) au décours d'un AIT est de 9% à 3 mois et qu'environ 15 à 20% des infarctus cérébraux en sont précédés. Également, la moitié des AVC survenant dans les 3 mois suivant un AIT ont lieu dans les premières 48h qui le suivent (Nasr, 2017). Il s'agit donc d'un signe d'appel évident nécessitant une prise en charge spécifique en USINV (Unité de Soins Intensifs Neuro-Vasculaires) afin de limiter les risques de survenue d'un AVC.

#### 1.2.2. Les Accidents Hémorragiques liés à une rupture artérielle

##### 1.2.2.1. *Les Hémorragies Cérébrales (HC)*

L'hémorragie cérébrale représente 10 à 25% des cas d'AVC (Béjot et Rouaud, 2016) et se définit comme l'irruption de sang dans le parenchyme cérébral. Les hémorragies intra-parenchymateuses (HIP) peuvent ainsi être distinguées en hématomes profonds, superficiels ou sous-tentoriels, selon leur localisation.

Pour Cordonnier (2009), il est important de faire la distinction entre les hémorragies « spontanées » et les hémorragies traumatiques ainsi qu'entre les hémorragies « spontanées » résultant de malformations vasculaires et les hémorragies « spontanées », sans cause malformative apparente. Cette dernière catégorie étant alors qualifiée de « primitive ».

Les hémorragies intracérébrales spontanées résultent principalement de deux artériopathies : celles liées à l'hypertension artérielle (HTA) et à l'âge ainsi qu'à l'angiopathie amyloïde cérébrale (AAC) (Dubas, 2003). Cette dernière étiologie affectant préférentiellement les vaisseaux corticaux et leptoméningés (Alamowitch et Capron, 2018). On retrouve également des causes malformatives (malformation artérioveineuse (MAV), cavernome cérébral<sup>1</sup>, maladie infectieuse), des causes liées à un trouble de l'hémostase (d'origine congénitale ou iatrogénique) ou à des tumeurs cérébrales.

#### 1.2.2.2. *Les Hémorragies Sous-Arachnoïdiennes (HSA) ou méningées*

Les hémorragies méningées représentent 1 à 5% des cas d'AVC (Béjot et Rouaud, 2016) et 5 à 10% des accidents hémorragiques. Elles sont dues dans 85% des cas à la rupture d'un anévrisme artériel (Bousser et Mas, 2009) et sont caractérisées par une extravasation de sang dans les espaces sous-arachnoïdiens.

#### 1.2.3. Les Thromboses Veineuses Cérébrales (TVC) ou Thrombophlébites Cérébrales

Pour Bousser et Mas (2009), les thromboses veineuses cérébrales constituent la variété d'AVC la plus rare, représentant moins d'1% des cas recensés. Elle est la seule à être définie par la lésion vasculaire elle-même, et non par sa conséquence au niveau du parenchyme cérébral, qui peut être ischémique ou hémorragique. La lésion vasculaire est donc une thrombose d'un ou plusieurs sinus veineux durs et/ou de veines cérébrales pouvant résulter de maladies affectant les veines ou augmentant la viscosité du sang. Ces thromboses peuvent se compliquer de lésions du parenchyme cérébral comportant principalement un œdème vasogénique secondaire à la rupture de la barrière hématoencéphalique par stase veineuse (Reiner, Crassard et Lukaszewicz, 2013). Le

<sup>1</sup> Cavernome cérébral : malformation des vaisseaux sanguins, anormalement dilatés.

caractère réversible de cet œdème participe au bon pronostic de récupération neurologique.

### **1.3. Troubles cognitifs et AVC**

Les troubles cognitifs après un accident vasculaire cérébral (AVC) sont fréquents et sont source de handicap ou de séquelles à long terme. Au moins un survivant sur deux présente des troubles cognitifs, qui correspondent pour deux patients sur trois à un TCL (Trouble Cognitif Léger), et à un trouble majeur (ou démence) dans un tiers des cas (Godefroy, Barbay et Roussel, 2018).

Sun, Tan et Yu (2014) ont montré que la proportion de troubles cognitifs est très variable (20 à 80%) selon le pays et les critères diagnostiques retenus mais aussi que le risque de troubles cognitifs post-AVC est lié à la fois à des facteurs démographiques (âge, niveau d'instruction et profession) et vasculaires. Par ailleurs, Levine *et al.* (2018) décrivent aux États-Unis un déclin plus marqué de la cognition globale en post-AVC chez les sujets noirs, de sexe masculin et ayant subi un AVC cardio-embolique ou ischémique de gros vaisseaux.

D'après Lo *et al.* (2019), 44% des patients présentent une déficience cognitive globale à 2 à 6 mois de l'AVC et 30 à 35% présentent un déficit spécifique. Le profil de ces troubles a fait l'objet de travaux récents incorporant des critères de déficits validés (Godefroy *et al.*, 2014) et a montré que les troubles prédominent dans le domaine de la rapidité de l'action et des fonctions exécutives, suivis par les troubles du langage (Barbay *et al.*, 2018).

Ce travail s'intéressera plus particulièrement aux performances obtenues dans les tâches de fluences verbales qui reflètent l'ensemble de ces trois domaines (Barbay, Bryer, Daouk, Roussel et Godefroy, 2015) et nous nous intéresserons plus particulièrement aux travaux réalisés dans ce domaine.

## **2. LA FLUENCE VERBALE**

### **2.1. Définition**

La fluence verbale peut se définir comme étant la disponibilité lexicale d'un individu, s'évaluant par le biais de tâches d'évocation lexicale obéissant à une contrainte sémantique ou phonologique en un temps limité. Elle est à différencier de la fluence désignant le nombre de mots émis par minute chez un sujet en langage spontané ou en description de scènes imagées, concept utilisé en orthophonie et pouvant constituer un critère de classification des aphasies (Viader *et al.*, 2010).

Les tâches de fluence verbale consistent en des tâches rapides, simples et faciles à utiliser car elles ne nécessitent pas de matériel particulier et sont par conséquent, souvent utilisées en consultations mémoire (Raoux, Le Goff, Auriacombe, Dartigues et Amieva, 2010). Lors de l'épreuve, il est demandé au participant de générer un maximum de mots dans un temps défini, généralement une minute. Il est dans la plupart des cas précisé de ne pas produire de répétitions de mots, de dérivés (ex : manger, mangeoire) et de noms propres.

Deux grands types de fluences verbales sont couramment utilisés : la fluence verbale sémantique (aussi appelée fluence catégorielle) et la fluence verbale phonologique (encore retrouvée sous les termes de fluence formelle, littérale, phonémique ou orthographique).

La tâche de fluence sémantique requiert l'évocation d'un nombre maximum de mots appartenant à une catégorie sémantique donnée (ex : animaux ou fruits), tandis que la fluence phonologique nécessite quant à elle d'évoquer un nombre maximum de mots commençant par une lettre donnée (Gierski et Ergis, 2004).

Bien que les lettres F, A et S soient les plus utilisées en langue anglaise, d'autres lettres sont parfois employées (ex : C, L, P, B). Les épreuves de fluences verbales ont progressivement évolué, comme le montre la synthèse réalisée d'après l'ouvrage de Mitrushina, Boone, Razani et D'Elia (2005) (Annexes 1 et 2), jusqu'à arriver actuellement à un consensus sous l'égide du GRECO (Groupe de Réflexion sur les Évaluations Cognitives) avec le groupe du GREFEX (Groupe de Réflexion sur l'Évaluation des Fonctions Exécutives).

Des procédures différentes ont également été développées, telles les fluences alternées qui explorent plus spécifiquement les capacités de flexibilité du sujet lors de l'alternance entre deux fluences de nature identique (ex : sémantique « animaux » et sémantique « outils ») ou différente (ex : phonologique « P » et sémantique « fruits ») (Henry et Phillips, 2006). Ces auteurs différencient les fluences alternées intra-dimensionnelles (sémantique – sémantique et phonologique – phonologique), des fluences alternées extra-dimensionnelles (sémantique – phonologique). Pour Downes, Sharp, Costall, Sagar et Howe (1993), la comparaison de ces types de fluence peut renseigner sur l'efficacité de la flexibilité ou *switching* du participant.

Les fluences autobiographiques constituent un autre type de tâche de fluence verbale au cours de laquelle les sujets doivent énumérer en un temps défini un maximum d'informations autobiographiques renvoyant à des événements personnels sémantiques (noms de personnes de l'entourage) ou épisodiques (événements), de plusieurs périodes de vie distinctes (Piolino, 2008). Cette épreuve, proposée en population saine (Dritschel, Williams, Baddeley et Nimmo-Smith, 1992) et en pathologie (Greene, Hodges et Baddeley, 1995), a montré l'intervention de modes de récupération stratégiques ainsi que des capacités de stockage mnésique.

Les fluences d'actions, également appelées « tâches de fluence catégorielle selon un critère grammatical » (Bézy, Renard et Pariente, 2016), consistent à énumérer le maximum de verbes d'action en un temps limité. Des travaux (Piatt, Fields, Paolo, Koller et Tröster, 1999) ont permis de montrer que ces tâches contribuent à distinguer les patients atteints de la Maladie de Parkinson avec TCM (Trouble Cognitif Majeur), des sujets témoins âgés sains. Par ailleurs, elles constituent une mesure valable des fonctions exécutives et linguistiques (Piatt, Fields, Paolo et Tröster, 2004).

Enfin, les fluences libres consistent à évoquer le plus grand nombre de mots possible sans critère phonologique ni sémantique. La tâche d'évocation lexicale libre issue du protocole MEC (Protocole Montréal d'Évaluation de la Communication) (Joanette, Ska et Côté, 2004) a été utilisée par Tremblay, Blais, Lachance, Ptitto, Monchi et Monetta (2010) dans le but de comparer les productions de patients atteints de la Maladie de Parkinson à celles de sujets témoins et ce, sans les contraintes classiquement imposées par les fluences verbales.

## **2.2. Les différents facteurs influençant les performances dans la population saine**

### 2.2.1. Critères de production sémantique et phonologique

Les auteurs ont depuis longtemps mis en évidence que le niveau de difficulté -et donc de performance- à la tâche de fluence phonologique était intrinsèquement lié à la lettre choisie. En effet, dès 1967, Borkowski, Benton et Spreen ont déterminé trois groupes distincts permettant de classer les lettres de l'alphabet selon leur niveau de difficulté. Également, une méta-analyse en langue anglaise a montré qu'une version du test de fluence verbale COWA (Controlled Oral Word Association) comprenant les lettres F, A et S était moins difficile que la version comprenant les lettres C, F et L (Barry, Bates et Labouvie, 2008).

Il est également à noter que les tâches de fluences sémantiques sont généralement mieux réussies que les tâches phonologiques. Toutefois, ce fait dépend de la catégorie sémantique choisie. Ainsi, le critère « animal » sera fréquemment mieux réussi que le critère « lettre P » mais cette différence n'est pas généralisable à tous les critères. En effet, la réussite à la fluence sémantique est proportionnelle au nombre d'items existant dans la langue et l'hypothèse d'un sur-apprentissage du champ lexical « animaux » n'est pas à exclure (Cardebat, Doyon, Puel, Goulet et Joannette, 1990). D'une manière générale, la production d'items est plus importante en fluence sémantique que phonologique et ce, quels que soient l'âge et le niveau d'études considérés (Ortega et Bésuchet, 2007).

### 2.2.2. Temps de passation

Des études ont permis de mettre en évidence que la production de mots lors d'une tâche de fluence n'était pas uniforme. Crowe (1998) a effectivement montré que le nombre de mots produits était plus important durant les 15 premières secondes et diminuait au fur et à mesure du temps. Sur le plan qualitatif, ces auteurs ont également observé une complexification progressive des mots produits, tant sur la tâche sémantique que phonologique. Les mots plus fréquents et plus typiques sont donc produits en début

de tâche, les plus complexes nécessitant a priori un temps de recherche plus difficile et plus long.

D'autres études, effectuées sur de longues durées, ont montré que la distribution de mots produits dans une tâche de fluence serait caractérisée par des périodes de plusieurs mots successifs et de silences (Bousfield et Sedgewick, 1944). Également, les mots d'un même regroupement sémantique tendraient à être sémantiquement reliés (Gruenewald et Lockhead, 1980). Ainsi, les auteurs distinguent deux processus dans une tâche de fluence : l'initiation d'une recherche de mots appartenant à une sous-catégorie sémantique et la recherche d'une nouvelle catégorie sémantique.

### 2.2.3. Connaissances verbales et niveau d'études

Pour Gierski et Ergis (2004), le niveau d'éducation, et par conséquent les connaissances verbales, jouent nécessairement un rôle important dans la performance à la tâche de fluence verbale. En effet, des connaissances étendues permettent au sujet de sélectionner des mots au sein d'un échantillon plus important. Dans ce sens, Ortega et Bésuchet (2007) ont également montré une augmentation des performances parallèle au niveau d'études.

Dans une étude regroupant des témoins sains stratifiés par âge, sexe et niveau d'éducation, Ruff, Light, Parker et Levin (1997) ont montré que les connaissances verbales étaient parmi les déterminants les plus importants pour la performance à la tâche de fluence verbale. Pour Capitani, Laiacona et Barbarotto (1999), l'imprégnation culturelle, mais aussi les centres d'intérêt et l'évolution dans un contexte professionnel singulier vont influencer sur les résultats de chaque individu. Les différences observées résulteraient donc davantage des expériences autobiographiques vécues par l'examiné et donc de son exposition à une catégorie sémantique particulière.

#### 2.2.4. Sexe des sujets

Concernant l'effet du sexe des sujets sur les fluences verbales, Cardebat *et al.* (1990) ont observé une meilleure performance des femmes à certaines catégories sémantiques telles que « fruits » et « meubles », tandis que des résultats inverses ont été observés pour des catégories sémantiques supposées davantage masculines comme les outils (Capitani *et al.*, 1999). En 2010, Raoux *et al.* constatent également de meilleures performances chez les femmes pour la catégorie « fruits » et « couleurs » et chez les hommes pour la catégorie « animaux » et « villes ». Ces observations concordent avec les résultats obtenus concernant l'influence de l'exposition du sujet à une catégorie sémantique particulière.

Toutefois, d'autres auteurs (Lanting, Haugrud et Crossley, 2009) n'ont mis en évidence aucune différence entre les sexes en ce qui concerne le nombre de mots produits aux tâches de fluences verbales. Ces derniers ont en revanche remarqué que les hommes ont tendance à produire des regroupements de mots (aussi appelés *clusters*) plus conséquents que les femmes, tant en fluence phonologique que sémantique. Ces dernières effectuent quant à elles davantage de bascules (ou *switches*) d'un regroupement à un autre que les hommes, en fluence sémantique uniquement. Ces résultats sont en partie partagés par Weiss *et al.* (2006) qui effectuent les mêmes observations au sujet des *clusters* chez les hommes mais pour qui les femmes effectuent davantage de *switches* en fluence phonologique. Ces auteurs précisent que les hommes et les femmes utilisent des stratégies de traitement différentes afin d'optimiser leurs performances et que les femmes adoptent une stratégie plus efficace pour équilibrer le *switching* et le *clustering* dans la fluence phonologique.

D'autres auteurs ont étudié l'importance de la consigne donnée aux participants lors de la tâche de fluence. Ainsi, des différences significatives entre les sexes ont été observées uniquement lorsque les participants ont reçu l'instruction d'effectuer des changements de regroupements. En effet, une augmentation de la performance globale et du nombre de *switches* a alors été observée chez les femmes à la tâche de fluence sémantique (Scheuringer, Wittig et Pletzer, 2017).

### 2.2.5. Âge des sujets

Au niveau de l'influence de l'âge sur les performances, Desgranges, Eustache et Rioux (1994) ont mis en évidence un déclin de ces dernières avec l'avancée en âge, tant en fluences sémantiques que phonologiques. Raoux *et al.* (2010) observent plus précisément un effet significatif de l'âge sur les performances à partir de 70 ans. Ces résultats ne sont que partiellement en accord avec ceux de Cardebat *et al.* (1990) et de Mathuranath *et al.* (2003), qui retrouvent cette diminution des performances avec l'âge uniquement pour la fluence sémantique.

Également, Ortega et Besuchet (2007) ont observé une influence de l'âge d'un point de vue quantitatif au travers de la diminution du nombre d'items produits mais pas uniquement. En effet, ces auteurs ont également noté une diminution de l'efficacité des stratégies de recherche ainsi qu'une augmentation du nombre d'erreurs commises au fur et à mesure de l'avancée en âge.

### 2.3. Les processus cognitifs impliqués dans les tâches de fluences verbales

Les fluences verbales sont classiquement utilisées afin d'évaluer les fonctions exécutives (Lezak, Howieson, Loring, Hannay et Fischer, 2004). En effet, ces tâches impliquent la mise en place d'une stratégie efficace de recherche de mots sur la base de critères phonologiques ou sémantiques. Dans ce sens, Godefroy et GREFEX (2004) soulignent que la performance en fluence verbale est sous-tendue par la capacité de génération d'informations. Pour Henry et Crawford (2004), la tâche de fluence phonologique est particulièrement considérée comme une mesure de ce fonctionnement exécutif. En effet, la génération de mots sur un critère phonologique nécessite la mise en place de stratégies plus inhabituelles qu'au cours de la fluence sémantique. Cette dernière nécessiterait des stratégies de recherche davantage établies, et un déficit à cette tâche reflèterait plutôt une altération de la mémoire sémantique. Aussi, ces tâches de fluences verbales requièrent des capacités de flexibilité spontanée (Fishman *et al.*, 2018), laquelle concernerait la production d'un flux d'idées ou de réponses suite à une question simple. Ce type de flexibilité nécessite une forme d'agilité de la pensée caractérisée par une

capacité à évoquer des aspects moins familiers de la connaissance au détriment des réponses plus habituelles ou automatiques (Van der Linden, Seron et Meulemans, 2014). Les fluences verbales requièrent également des capacités d'inhibition des items non pertinents ou déjà produits (Bézy *et al.*, 2016). Par ailleurs, selon ces mêmes auteurs, la mémoire de travail est impliquée dans la réussite aux tâches de fluences. En effet, elle permet de maintenir la consigne à l'esprit et de la mettre à jour afin d'éviter les répétitions de mots. Ils précisent également la nécessité d'un processus de production efficient comprenant le buffer phonologique et les processus articulatoires.

Aussi, de nombreuses tâches impliquant les fonctions exécutives s'appuient sur la production du langage (Chomel-Guillaume, Leloup et Bernard, 2010), comme c'est le cas pour les fluences verbales. En effet, celles-ci nécessitent un stock sémantique verbal efficient permettant une représentation du mot en mémoire, mais également un accès efficace à ce stock. Cet accès lexical recouvre l'ensemble des étapes en amont de la planification articulatoire d'un mot et est principalement influencé par l'âge d'acquisition du mot, sa fréquence d'apparition ainsi que par l'effet facilitateur de l'amorçage sémantique (Burgun et Portal, 2013). Les épreuves de dénomination font appel à ces mêmes processus langagiers, pourtant Robinson *et al.* (2012) cités par Van der Linden, Seron et Meulemans (2014) ont montré qu'une altération des performances aux tâches de fluences verbales n'était que peu corrélée à un trouble du langage de type trouble de la dénomination. Seulement 15% de leurs patients avec lésion frontale présentaient des troubles significatifs en dénomination tandis qu'un nombre bien plus élevé manifestaient des déficits en fluences verbales (41% des patients frontaux avaient une fluence phonologique déficitaire).

Aussi, la fluence sémantique est souvent considérée comme une mesure de l'intégrité de la mémoire sémantique (Laisney, 2011), puisque nécessitant un accès au stock lexico-sémantique. Ces épreuves s'avèrent donc particulièrement utiles pour le diagnostic précoce des affections neurodégénératives, telle la maladie d'Alzheimer, où les performances en fluence sémantique sont plus chutées qu'en fluence phonologique, du fait de l'atteinte de la mémoire sémantique (Gierski et Ergis, 2004).

Suite aux observations faites par Bousfield et Sedgewick (1944) et Gruenewald et Lockhead (1980) concernant la dynamique de production des mots, Troyer *et al.* (1997) ont dégagé deux indices stratégiques de recherche pour la production en fluence verbale.

Ces auteurs ont ainsi distingué le *clustering*, aussi appelé regroupement, qui renvoie « à la production de mots appartenant à des sous-catégories sémantiques ou phonémiques » et le *switching* correspondant « à la capacité de passer d'un regroupement à l'autre », de « basculer » dans une nouvelle catégorie (Gierski et Ergis, 2004).

### **3. FLUENCES VERBALES ET AVC**

#### **3.1. Fréquence et profil des troubles**

Les troubles dysexécutifs et le ralentissement de l'action sont les déficits les plus représentés dans la pathologie vasculaire cérébrale (Godefroy *et al.*, 2010, 2017; Tatemitchi *et al.*, 1994). Les troubles du langage surviennent quant à eux dans 25 à 30% des cas (Barbay *et al.*, 2015).

Une atteinte des fluences verbales dans les suites d'un AVC a été rapportée dans de nombreuses études (Babulal, 2016; Brady, Spiro, McGlinchey-Berroth, Milberg et Gaziano, 2001; Leskelä *et al.*, 1999) et ce, même à distance de ce dernier. Toutefois, la fréquence de ces déficits est variable avec une fréquence oscillant entre 33 et 60% selon les études (Godefroy et GREFEX, 2008). Cette variabilité des fréquences de déficit est fréquemment liée au critère de déficit, lui-même très fluctuant selon les études (Godefroy *et al.*, 2014).

En 2015, Barbay *et al.*, utilisant des critères de déficit validés, ont rapporté un déficit chez 26,7% des patients post AVC (évalués à 6 mois) à la tâche de fluence sémantique « animaux » et 30,5% à la tâche de fluence phonologique (lettres P, V et R).

En 2016, une étude incluant 237 patients (57 infarctus cérébraux, 54 hémorragies cérébrales, 80 hémorragies sous-arachnoïdiennes (rupture AcoA2) et 46 thromboses veineuses cérébrales) et visant à explorer plus spécifiquement le profil des troubles exécutifs chez des patients en fonction du type d'AVC a également montré la présence d'un déficit de performances aux tâches de fluences verbales phonologique et sémantique (Roussel et Godefroy, 2016).

Afin de caractériser le trouble dysexécutif, la batterie GREFEX a été utilisée (Godefroy *et al.*, 2008). Les résultats obtenus sur le plan cognitif ont permis de mettre en avant que les deux déficits les plus fréquents étaient le déficit de génération d'information (43%) et le déficit d'initiation verbale (28%), sous-tendus par les deux tâches de fluences verbales « P » et « animaux » de cette batterie.

De manière plus qualitative, des travaux ont montré une atteinte des fluences verbales consécutive à un AVC, en termes de *clusters* et de *switches*. En effet, Sarno, Postman, Cho et Norman (2005) ont montré qu'il existait un déficit des fluences verbales chez les patients, avec une production moindre de *clusters* phonologiques. Ces auteurs ont par ailleurs proposé à ces patients, à distance de leur AVC (10 mois), une rééducation visant à améliorer les performances en fluences verbales. À la fin de la période d'entraînement, une amélioration significative des performances en termes quantitatif et qualitatif a été montrée dans la mesure où les patients effectuaient davantage de *clusters* phonologiques.

Baldo, Shimamura, Delis, Kramer et Kaplan (2001) ont également montré que des patients post AVC avec lésions frontales obtenaient des performances amoindries aux tâches de fluences en lien avec un déficit en *switches*, rejoignant les résultats rapportés par Troyer, Moscovitch, Winocur, Alexander et Stuss (1998) dans cette même population. Plus précisément, les patients ayant une lésion frontale gauche obtenaient des résultats affaiblis comparativement aux patients avec lésion frontale droite.

Comme nous venons de le voir, les déficits de performance aux tâches de fluences verbales sont fréquents après un AVC. Toutefois, ils peuvent coexister avec l'atteinte de nombreux domaines cognitifs et l'origine du déficit n'est pas toujours aisée à déterminer. Quant aux études s'intéressant au profil des troubles à partir de la méthodologie de Troyer, le déficit des *switches* semble être le plus documenté (Ho *et al.*, 2002; Raoux *et al.*, 2008; Tröster, Woods, Fields, Hanisch et Beatty, 2002).

### **3.2. Les déterminants lésionnels des déficits en fluences verbales**

Les différents travaux menés auprès de populations non pathologiques et de patients cérébrolésés ont tenté de distinguer les structures cérébrales distinctes et/ou

communes impliquées lors de l'exécution des tâches de fluences verbales sémantique et phonologique.

D'après une revue de Gierski et Ergis (2004), les différentes études menées à ce sujet ont montré que la performance obtenue à la tâche de fluence phonologique dépendrait davantage du lobe frontal, tandis que les tâches de fluences sémantiques seraient davantage dépendantes du lobe temporal. Plus spécifiquement, la lésion frontale induit une diminution des performances tant à la tâche de fluence phonologique que sémantique en cas de lésion hémisphérique gauche ou bilatérale. Toutefois, l'affaiblissement des performances est plus important à la tâche phonologique que sémantique. Quant aux lésions frontales droites, elles engendrent des résultats plus divergents avec une préservation ou une diminution de la performance en fluence phonologique selon les études considérées, tandis que la fluence sémantique est généralement préservée.

En ce qui concerne la lésion temporale, de meilleures performances ont été observées à la fluence phonologique comparativement aux patients avec lésion frontale, mais les performances à la fluence sémantique étaient déficitaires et comparables dans les deux types de lésion. Martin, Loring, Meador et Lee (1990), cités par Gierski et Ergis (2004), insistent par ailleurs sur l'importance de la latéralité des lésions. En effet, les tâches de fluences phonologique et sémantique sont déficitaires lors d'une lésion temporale droite, mais le sont davantage encore lorsque la lésion est latéralisée à gauche. Par ailleurs, il a été montré que la latéralité lésionnelle temporale était susceptible d'induire un déficit catégorie-spécifique, avec des performances plus déficitaires en fluence sémantique pour la catégorie « animaux » lors d'une lésion gauche, et pour la catégorie « outils » lors d'une lésion droite (Jokeit, Heger, Ebner et Markowitsch, 1998).

Une autre étude (Gleissner et Elger, 2001) s'est intéressée au rôle d'une lésion hippocampique associée à une lésion temporale. Les résultats ont dans un premier temps mis en exergue un déficit des fluences verbales en cas de lésion temporale gauche indépendamment de la lésion hippocampique. Concernant la lésion temporale droite, il semblerait qu'elle engendre des performances déficitaires uniquement lorsqu'elle est associée à une lésion hippocampique. Une réduction plus importante de la fluence sémantique a été également montrée lors de lésions hippocampiques comparativement aux lésions temporales seules.

Des recherches plus récentes réalisées à la fois en neuroimagerie et en neuropsychologie sont parvenues à un consensus selon lequel un réseau cérébral largement distribué est impliqué dans les fluences sémantiques et phonologiques. Ainsi, les régions corticales responsables de la fluence sémantique comprennent plus spécifiquement les cortex temporaux gauches (Baldo, Schwartz, Wilkins et Dronkers, 2006; Birn *et al.*, 2010; Henry et Crawford, 2004; Libon *et al.*, 2009; Troyer *et al.*, 1998) et le gyrus frontal inférieur droit (Dan *et al.*, 2013).

Les régions corticales responsables de la fluence phonologique comprennent le gyrus frontal inférieur gauche (Bookheimer, 2002; Costafreda *et al.*, 2006; Fiez, 1997; Robinson, Shallice, Bozzali et Cipolotti, 2012) et la zone motrice supplémentaire (Cook *et al.*, 2014; Grogan, Green, Ali, Crinion et Price, 2009).

Les régions qui sous-tendent les deux types de fluences verbales sont localisées dans le lobe frontal gauche (Baldo *et al.*, 2001; Robinson *et al.*, 2012), le lobe pariétal et le thalamus (Birn *et al.*, 2010 ; Frith *et al.*, 1995; Stuss *et al.*, 1998; Wagner, Sebastian, Lieb, Tüscher et Tadic, 2014; Whitney *et al.*, 2009).

Plus spécifiquement, les études réalisées chez les patients ayant eu un AVC en utilisant la méthode « voxel-based morphometry » (VBM) (Bates *et al.*, 2003) permettent d'établir une cartographie lésionnelle au niveau du voxel, montrant que les principales régions impliquées sont les régions temporales, l'insula et le putamen gauche pour les deux types de fluences avec une implication plus grande des régions frontales pour les fluences phonologiques (Baldo *et al.*, 2006, Barbay *et al.*, 2015). L'implication des structures cortico-sous-corticales dans les tâches de fluences verbales a également été étudiée par Chouiter *et al.*, (2016), mettant ainsi en évidence le rôle exécutif contributif des ganglions de la base dans les tâches de fluences verbales. À notre connaissance, peu d'études ont spécifiquement étudié les déterminants lésionnels des processus de *cluster* et de *switch* dans la pathologie cérébrovasculaire. Toutefois, Troyer *et al.* (1998) les ont étudiés chez des patients AVC avec lésions prédominantes dans les régions frontales ou postérieures. Ainsi, les processus de *switch* étaient déficitaires uniquement dans les lésions vasculaires frontales, tandis que les *clusters* étaient de taille moindre dans les lésions temporales gauches comparativement aux lésions temporales droites.

# PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES

## **Problématique**

Si le déficit de fluences verbales chez les patients post AVC a montré une congruence quant au déficit observé, le profil de déficit et les régions cérébrales qui le sous-tendent restent hétérogènes et moins documentés.

Dans ce contexte, l'objectif principal de ce travail est de spécifier le profil de déficit des fluences verbales littérales lettre « P » et sémantiques « Animaux » chez des patients ayant subi un AVC six mois auparavant en comparaison à 852 témoins issus de la cohorte GRECogVASC.

L'analyse du profil a été réalisée à partir de deux méthodes :

- La méthode de Troyer *et al.* (1997) s'attachant à une analyse des *clusters* ou regroupements phonologiques dans la fluence « P » et sémantiques dans la fluence « Animaux », ainsi qu'à une analyse des *switches*.
- Une méthode complémentaire, inspirée de Raskin, Sliwinski et Borod (1992), impliquant l'observation de nouveaux indices : l'analyse des *clusters* phonologiques dans la fluence « Animaux » et l'analyse des *clusters* sémantiques dans la fluence « P » ainsi que des *switches*.

Cette analyse du profil sera complétée par une étude de Corrélation Anatomoclinique visant à spécifier les régions cérébrales impliquées dans la production de *clusters* et de *switches*. Cette étude s'intègre dans une étude plus globale GRECogVASC, visant à caractériser les troubles cognitifs post-AVC à partir d'une batterie de référence.

## **Hypothèses**

H1 : Il existe une bonne concordance entre les examinateurs.

H2 : Les patients AVC produisent un nombre de mots moins important dans une tâche de fluence verbale comparativement aux sujets témoins et ce, quel que soit le type de fluence.

H3 : Les patients AVC produisent un nombre de *switches* moins important que les sujets témoins.

H4 : La méthode de calcul des indices stratégiques (*switches* et *clusters*) « Amiens » est davantage prédictive de la pathologie que la méthode de calcul « Troyer ».

H5 : Le déficit des processus de *switching* est relié aux lésions des régions cérébrales antérieures et le déficit des processus de *clustering* aux lésions des régions cérébrales postérieures.

# MÉTHODOLOGIE

## **1. DESCRIPTION DE LA POPULATION**

### **1.1. Étude et population**

#### 1.1.1. Étude

Il s'agit d'une étude rétrospective réalisée à partir des données de patients et de témoins issus de la cohorte GRECogVasc (Groupe de Réflexion pour l'Évaluation COGNitive Vasculaire), (NCT01339195) (Godefroy *et al.*, 2012) incluse au CHU d'Amiens. Cette étude avait reçu l'avis favorable du Comité de Protection des Personnes Nord-Ouest II du 17 août 2010.

#### 1.1.2. Population

Les patients étaient tous issus de la cohorte française GRECOgVASC. Ces derniers devaient être âgés de 40 à 80 ans, francophones et hospitalisés de septembre 2010 à mars 2015 pour la survenue d'un AVC ischémique ou hémorragique de moins de 30 jours confirmé à l'imagerie.

Étaient considérés comme excluants les critères suivants : le retard mental, l'illettrisme, une démence antérieurement diagnostiquée, une autre pathologie neurologique (traumatisme crânien sévère, épilepsie préalable à l'AVC, maladie de Parkinson, affection neurodégénérative, sclérose en plaques, tumeur cérébrale ou radiothérapie cérébrale), une pathologie psychiatrique (schizophrénie, psychose ou troubles psychiatriques passés ayant nécessité un séjour supérieur à deux jours en milieu spécialisé), des comorbidités avec une espérance de vie inférieure à 1 an, des comorbidités retentissant sur la cognition (alcoolisme chronique ou antécédent de sevrage alcoolique, toxicomanie, insuffisance respiratoire, rénale, hépatique, cardiaque, cancer avec syndrome paranéoplasique etc.), des pathologies dont le traitement médicamenteux comporte un risque iatrogène sur le fonctionnement cognitif (sels d'or, D-pénicillamine etc.), un trouble persistant de la vigilance défini par un score à l'item 1a du National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) supérieur ou égal à 1, une contre-indication à l'IRM, la protection d'un patient sous tutelle ou curatelle, la grossesse/l'allaitement, et la non réalisation de l'IRM à 6 mois. L'aphasie ne figurait pas parmi les critères d'exclusion.

Les témoins ont pour leur part été inclus après avoir vérifié l'absence de critères de non inclusion : illetrisme, déficit au Mini-Mental State Examination (MMSE) (Folstein *et al.*, 1975) et antécédent de pathologie cérébrale pouvant interférer avec la cognition. Les données de 896 témoins, exploitables (écriture correcte permettant une lecture fiable des mots produits) pour l'analyse quantitative et qualitative des fluences ont été retenues.

## 1.2. Caractéristiques démographiques

L'échantillon final comprenait 343 patients ayant eu un AVC, dont les principales caractéristiques sont décrites dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 1 : Principales caractéristiques démographiques des patients AVC**

	<b>Patients (N = 343)</b>
Genre : [hommes / femmes]	208 / 135
NSC : [1/2/3]	134 / 144 / 65
Âge moyen (écart type)	63,85 (10,534)
Latéralité : [droite / gauche / ambidextre]	311 / 26 / 6
Score moyen MMSE (écart type)	26,51 (3,24)

*Légende* : NSC 1 : Nombre d'années de scolarité  $\leq 8$  ans, avec ou sans le certificat d'études ; NSC 2 : Nombre d'années de scolarité  $> 8$  ans et  $\leq 11$  ans, avec ou sans diplômes, mais sans le baccalauréat complet ; NSC 3 : Nombre d'années de scolarité  $\geq 12$  ans avec le baccalauréat (ou équivalent dans les autres pays), correspondant généralement à des études supérieures.

L'ensemble des patients ont été inclus quelle que soit leur latéralité manuelle. En effet, après analyse des IRM des patients, il s'est avéré que seulement deux d'entre eux présentaient une latéralité hémisphérique atypique. Celle-ci concernait un sujet gaucher présentant une lésion droite avec des troubles langagiers ainsi qu'un sujet droitier atteint d'une aphasie croisée. Les analyses VLSM (Voxel-based Lesion-Symptom Mapping) réalisées ensuite avec et sans ces sujets, n'ont montré aucune influence de leur latéralité sur les performances.

### 1.3. Caractéristiques neuropsychologiques

Tous les patients ont bénéficié d'une évaluation cognitive à partir de la batterie GRECogVASC (Roussel et Godefroy, 2016) explorant cinq domaines (langage, capacités visuoconstructives, mémoire épisodique, rapidité de l'action et fonctions exécutives) détaillés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 2 : Batterie francophone d'harmonisation GRECogVASC**

<b>Test de repérage</b>	MMSE
<b>Langage</b>	Boston Naming Test Token Test abrégé
<b>Capacités visuo-spatiales et visuo-constructives</b>	Test de barrage d'Albert Copie de la Figure Complexe de Rey
<b>Mémoire épisodique</b>	RL/RI16 items Rappel à 3 minutes de la Figure Complexe de Rey Test des portes de Baddeley
<b>Fonctions exécutives et rapidité de l'action</b>	ISDC (Inventaire du Syndrome Dysexécutif Comportemental) Fluences « P » « Animaux » 2 min Fluences « P, V, R, B, T, L » et « Animaux » 1 min Version GREFEX du TMT (Trail Making Test) Subtest des Codes Version WAIS III Tapping digital et TRS (Temps de Réaction Simple)
<b>Symptomatologie anxio-dépressive / psychiatrique</b>	Echelle d'Anxiété de Goldberg Echelle du CES-DS (Center for Epidemiologic Studies Depression Scale) Inventaire NeuroPsychiatrique

Il existait une atteinte de l'ensemble des cinq domaines chez les patients post-AVC ( $p = 0,0001$ ), comparativement aux sujets témoins. Le profil cognitif était principalement caractérisé par des déficiences significatives ( $p = 0,0001$ ) et comparables pour la rapidité de l'action et les fonctions exécutives, suivies des troubles du langage et enfin d'une altération similaire des capacités visuo-constructives et de la mémoire épisodique (Barbay *et al.*, 2018).

## **2. MATERIEL**

Cette étude a consisté à explorer les performances aux deux tâches de fluences verbales sémantique et littérale incluses dans la batterie GRECogVASC. Il s'agissait de la fluence sémantique « Animaux » et de la fluence littérale lettre « P ». La passation et les consignes utilisées reposaient sur la procédure du GREFEX (Godefroy *et al.*, 2008) et sont décrites ci-dessous.

### **2.1. Description et consignes de passation des tâches de fluence verbales**

#### **2.1.1. La tâche de fluence littérale lettre « P »**

Consignes : « En 2 minutes, vous allez me dire un maximum de mots qui commencent par la lettre que je vais vous donner ? Par exemple, avec la lettre M, vous pouvez me dire : Manger, Maison, Maçon. Attention, vous ne produirez aucun nom propre et aucun mot dérivé : par exemple, avec la lettre M, si vous dites Maçon, vous ne pouvez plus dire Maçonner, Maçonnerie, Maçonnage. Vous ne pouvez pas non plus répéter un mot que vous avez déjà donné... Avez-vous bien compris ? » Lorsque l'examineur est sûr que le sujet a bien compris, il lui dit : « Dites-moi le plus de mots français possible commençant par la lettre P ». Déclencher ensuite le chronomètre. En cas de rupture de règle (par exemple, le sujet donne des mots commençant par une autre lettre), rappeler la consigne : « Attention, vous ne pouvez dire que des mots commençant par la lettre P ».

#### **2.1.2. La tâche de fluence sémantique « Animaux »**

Consignes : « En 2 minutes, vous allez me dire un maximum de mots que vous connaissez dans la catégorie que je vais vous donner, sans vous répéter et sans donner de dérivés. Cette fois-ci, vous ne devez pas vous occuper de la première lettre. Par exemple, pour la catégorie des plantes, vous pouvez me dire : Ortie, Pissenlit, Rose. Si vous me dites Rose, vous ne pouvez pas me dire Rosier, parce que c'est un dérivé de Rose. Avez-

vous bien compris ? ». Lorsque l'examineur est sûr que le sujet a bien compris, il lui dit : « Dites-moi le plus de noms d'animaux que vous connaissez ». Déclencher ensuite le chronomètre. Si le sujet donne des mots appartenant à une autre catégorie sémantique (y compris s'il donne le nom d'un animal mythique – par exemple, Dragon), lui rappeler la consigne : « Attention, vous ne pouvez dire que des noms d'animaux ». Si le sujet revient à la tâche précédente, c'est-à-dire s'il recommence à ne donner que des mots commençant par P (évoquant lexicale formelle), lui rappeler la consigne : « Attention, vous devez donner des noms d'animaux, peu importe la première lettre ».

## **2.2. Analyse quantitative**

L'analyse quantitative est la méthode prédominante en neuropsychologie permettant d'évaluer les performances aux tâches de fluences verbales. Sur la base des indices retenus par le GREFEX (2008), nous avons comptabilisé le nombre total de mots produits par le sujet en une minute, tout en excluant les répétitions, les intrusions, les noms dérivés et les supra-ordonnés (par exemple dans la fluence sémantique, « oiseau » est un supra-ordonné de « colibri »). Ces indices ont été retenus pour la fluence littérale « P » et la fluence sémantique « Animaux ».

## **2.3. Analyse qualitative**

### **2.3.1. Méthode de Troyer *et al.* (1997)**

D'après Troyer *et al.* (1997), la méthode quantitative vue précédemment ne nous donne que peu d'informations quant aux processus cognitifs impliqués lors des tâches de fluences verbales, raison pour laquelle ces auteurs ont introduit une nouvelle façon d'analyser les productions des sujets, qualitative cette fois, dans le but de préciser la nature des déficits observés.

Ces auteurs ont ainsi proposé deux indices permettant de rendre compte des processus cognitifs intervenant lors des tâches de fluence verbale, à savoir :

- Le *cluster*, également appelé « regroupement », renvoyant à la production de mots appartenant à des sous-catégories sémantiques ou phonémiques d'après Gierski et Ergis (2004).
- Le *switch* correspondant à la capacité de passer d'un regroupement à l'autre, de « basculer » dans une nouvelle catégorie, et donc au nombre de transitions entre deux *clusters*.

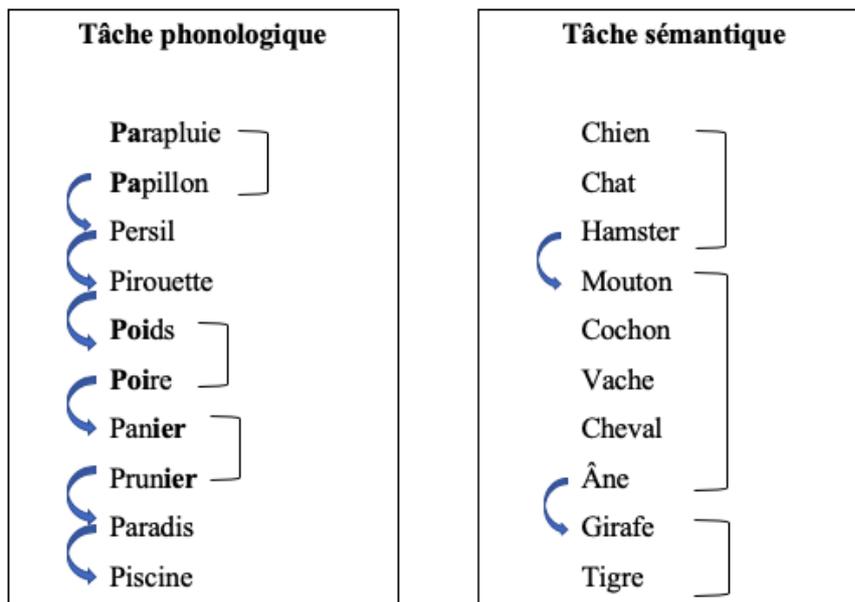
Afin de pouvoir déterminer les *clusters* au sein des tâches de fluences verbales, Troyer *et al.* (1997) ont établi une liste de critères. Ainsi, ces auteurs considèrent que les *clusters* en fluence littérale doivent être constitués d'une succession de mots proches sur un plan phonologique, et ont de ce fait retenu les critères suivants :

- Mots commençant par les deux mêmes premières lettres (ex : **pi**rogue, **pi**stache)
- Mots se distinguant par un son vocalique (ex : **pi**lier, **pa**lier)
- Mots qui riment (ex : piment, **paon**)
- Mots homonymes (lorsque les mots étaient explicitement distingués par le patient ou épelés) (ex : pou, pouls)

Concernant l'adaptation de ces critères à la langue française, nous avons fait le choix de ne pas prendre en considération les accents pour la constitution des *clusters*.

Pour la tâche de fluence sémantique, Troyer *et al.* (1997) ont déterminé la liste de critères suivante :

- Animaux de même environnement / lieu de vie (ex : mouton, âne, porc pour la ferme ; lion, antilope, éléphant pour l'Afrique ; dauphin, calamar, otarie pour le milieu aquatique)
- Animaux à usage humain (de compagnie, de somme, gibier, destinés à la fabrication de fourrure)
- Animaux de même catégorie zoologique (ex : cervidés, crustacés, poissons)



*Figure 1 : Exemples de clusters (accolades) et de switches (flèches) dans les tâches de fluences verbales littérales et sémantiques, Gierski et al. (2004).*

Pour notre analyse, nous avons considéré les critères sémantiques définis par Troyer *et al.* (1997). Toutefois, nous ne pouvons pas ignorer certains regroupements effectués par les sujets, notamment liés à des particularités de la langue française, c'est pourquoi nous y avons ajouté quelques critères, à savoir :

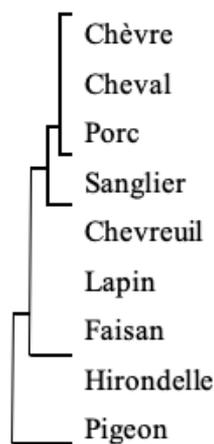
- Animaux associés dans les représentations communes (ex : éléphant, souris ; renard, poule)
- Animaux issus de fables populaires (ex : corbeau, renard ; loup, agneau)
- Animaux issus de chansons (ex : loup, renard, belette)

Une fois les *clusters* déterminés au sein d'une tâche de fluence, nous avons retenu plusieurs indices de performance, à savoir :

- Le nombre de *clusters*, c'est-à-dire le nombre de regroupements de mots liés sémantiquement ou phonologiquement. Aussi, nous n'avons pas comptabilisé les supra-ordonnés dans le calcul de nos *clusters*. À l'inverse, nous avons considéré

les répétitions et les intrusions que nous considérons être indicatrices de stratégies de recherche.

- Le nombre de *switches* correspondant au nombre de passages d'un *cluster* à un autre.
- La taille moyenne des *clusters*, équivalant à la somme de la taille des différents *clusters* rapporté au nombre de *clusters* total produit au cours de la tâche. Aussi, la taille d'un *cluster* correspond à n-1 mots et par conséquent un *cluster* de un mot aura une taille égale à 0. Par ailleurs, lorsqu'un *cluster* en incluait un autre, nous considérons uniquement le plus grand d'entre eux.
- Le nombre de recouvrements entre deux *clusters* au sein d'une même tâche de fluence. Les recouvrements reflètent une stratégie de recherche du sujet consistant à basculer d'un *cluster* à un autre de façon fluide via un ou plusieurs mots de transition.



**Figure 2 : Exemples de recouvrements de clusters, de haut en bas : animaux de la ferme, porcins, gibiers et oiseaux, avec trois recouvrements.**

### 2.3.2. Méthode « Amiens »

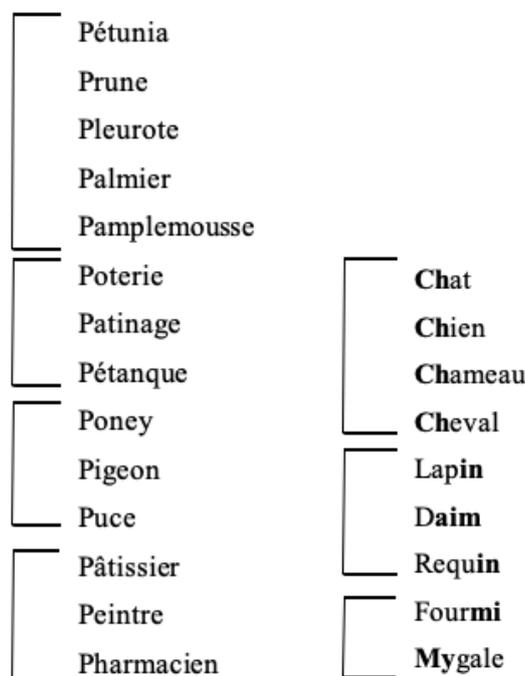
En explorant les données des patients et des témoins, il nous est apparu qu'une partie des sujets utilisait d'autres stratégies que celles proposées par Troyer *et al.* (1997). Par conséquent, nous avons choisi de relever deux autres stratégies employées par les sujets se traduisant par la présence de *clusters* sémantiques dans la fluence littérale et de

façon moindre, de *clusters* phonologiques dans la fluence sémantique, comme l'avaient déjà étudié Raskin *et al.* en 1992. Afin de pouvoir vérifier l'intérêt de cette méthode « Amiens », nous avons défini dix-neuf critères permettant de retenir la présence d'un *cluster* sémantique dans la fluence littérale, à savoir :

Animaux, végétaux, métiers, vêtements, accessoires, parties du corps, monuments/bâtiments, meubles, outils, couleurs, sports, activités, aliments, matériaux/textures, arts, associations d'idées, membres de la famille, verbes (si  $\geq 3$  mots consécutifs) et partie/tout (ex : Porte, Poignée).

Pour retenir la présence d'un *cluster* phonologique dans la fluence sémantique, nous avons retenu comme critères :

- Mots commençant par le même son ou la même lettre, en privilégiant le critère son sur le critère lettre (ex : **chat**, **ch**ameau, corbeau → *cluster* de deux mots; **fennec**, **phasme**, **fourmi** → *cluster* de trois mots)
- Mots qui riment (ex : manchot, corbeau)
- Mot commençant par la dernière syllabe du mot précédent (ex : tapir, **piranha**)



**Figure 3 : à gauche : exemples de clusters sémantiques dans une tâche littérale lettre « P »; à droite : exemples de clusters phonologiques dans une tâche sémantique « Animaux ».**

Enfin, comme dans l'analyse précédente, nous avons comptabilisé :

- Le nombre de *clusters* ;
- Le nombre de *switches* ;
- La taille moyenne des *clusters* ;
- Le nombre de recouvrements entre deux *clusters* au sein d'une même tâche de fluence

### 3. ANALYSE STATISTIQUE

La concordance inter-examineurs pour la détermination des tailles de *clusters* et nombre de *switches* a été examinée selon la méthode des binômes d'examineurs, déterminant en insu les tailles des *clusters* et le nombre de *switches*. Nous avons inclus 366 participants (191 patients et 175 témoins) choisis aléatoirement dans cette analyse qui ont été répartis entre trois binômes. La concordance a été évaluée par le coefficient de corrélation intra-classe.

La majorité des analyses étaient des analyses de comparaison de groupes à partir du test-T de Student (variables continues) ou de Chi2 (autres types de variables). Nous avons également effectué des analyses de variance avec covariable (MANCOVA) avec comme facteur intersujet le groupe (patients vasculaires et sujets témoins) et comme variable intrasujet, les différentes conditions du test des fluences (« P » ; « Animaux »); le type d'indice stratégique (*clusters* ; *switches*), l'âge et le NSC ont été utilisées comme covariables. Les analyses post hoc ont été effectuées par analyse de contraste (facteurs intra).

Des analyses de corrélation de Bravais-Pearson ont été réalisées pour étudier les liens entre le nombre de mots produits dans les deux tâches de fluences verbales et les liens entre les indices calculés selon la méthode « Troyer » et « Amiens ».

Afin d'examiner si l'une des deux méthodes de calcul des indices stratégiques (« Troyer » vs. « Amiens ») était plus prédictive de la pathologie, nous avons effectué deux analyses de régression logistique avec sélection factorielle pas à pas (une pour la fluence « P » et une pour la fluence « Animaux »). Le statut (patient AVC ; témoin) constituait la variable dépendante. Les variables indépendantes incluaient l'âge et le

niveau scolaire entrés systématiquement dans le modèle, et les variables dépendantes soumises à sélection étaient les suivantes : indice *switch* calculé selon la méthode « Troyer », indice *switch* calculé selon la méthode « Amiens », indice taille de *cluster* calculé selon la méthode « Troyer » et indice taille de *cluster* calculé selon la méthode « Amiens ».

Enfin, nous avons examiné les associations entre les quatre indices stratégiques (*clusters* et *switches* de la fluence « P » et de la fluence « Animaux ») et la localisation macroscopique des lésions cérébrales par quatre analyses de régression linéaire avec sélection factorielle pas à pas. Les variables dépendantes étaient (1) *clusters* de la fluence « P », (2) *switches* de la fluence « P », (3) *clusters* de la fluence « Animaux » et (4) *switches* de la fluence « Animaux ». Les variables indépendantes incluaient l'âge et le niveau scolaire entrés systématiquement dans le modèle. Par ailleurs, les variables indépendantes soumises à sélection étaient les localisations suivantes : frontale gauche et droite ; insula gauche et droite ; temporo-pariéto-occipitale gauche et droite ; profonde gauche et droite ; cervelet gauche et droit et enfin, le nombre total de lésions dans ces dix régions.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) (version 18 pour Windows) et le niveau de significativité était de  $p \leq 0.05$ , avec correction pour analyses multiples quand cela était indiqué. Les conditions d'utilisation statistiques ont été vérifiées au préalable (normalité de la distribution etc.) et les tests utilisés sont en adéquation avec ces conditions.

Dans la mesure où la distribution de la taille des *clusters* s'éloignait fortement de la distribution gaussienne (Shapiro-Wilk :  $p = 0.0001$ ), cette variable a été étudiée après transformation logarithmique.

# RÉSULTATS

## 1. RESULTATS DE LA FIABILITE INTER-EXAMINATEURS

La concordance a été examinée grâce à une analyse de corrélation intraclasse incluant les facteurs inter-sujets binômes (non significative et non rapportée par la suite) et comme variables dépendantes les paires des quatre mesures : la taille moyenne des *clusters* (« Animaux » et « P ») et le nombre moyen de *switches* (« Animaux » et « P »).

La mesure de la taille moyenne des *clusters* ainsi que le nombre moyen de *switches* selon les groupes d'examineurs 1 et 2 sont représentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 3 : performances moyennes des sujets en fluences « P » et « Animaux » selon les deux indices, pour les groupes examinateurs 1 et 2, et coefficients de corrélation intraclasse**

<b>Groupe</b> <b>Indice</b>	<b>Examineurs 1</b> <b>Moyenne (ET)</b>	<b>Examineurs 2</b> <b>Moyenne (ET)</b>	<b>Coef. de</b> <b>corrélation</b> <b>intraclasse (p)</b>
<b>Taille moyenne <i>clusters</i></b> <b>« P » (366 paires)</b>	0.537 (0.628)	0.539 (0.628)	0.998 (p = 0.0001)
<b>Taille moyenne <i>clusters</i></b> <b>« Animaux » (365</b> <b>paires)</b>	1.766 (1.039)	1.776 (1.005)	0.946 (p = 0.0001)
<b>Nombre de <i>switches</i></b> <b>« P » (366 paires)</b>	7.631 (3.860)	7.615 (3.849)	0.996 (p = 0.0001)
<b>Nombre de <i>switches</i></b> <b>« Animaux » (365</b> <b>paires)</b>	6.430 (3.092)	6.356 (3.014)	0.965 (p = 0.0001)

*Légende : Coef : coefficient ; ET : écart type*

Ces résultats montrent une excellente concordance quels que soient le type de fluence et l'indice considérés, reflétant la fiabilité du calcul de ces indices.

## 2. RESULTATS DE L'ANALYSE SUR LE NOMBRE DE MOTS CORRECTS PRODUITS AUX DEUX TESTS DE FLUENCES VERBALES

Parmi les 343 données de patients et 896 données de témoins initiales, 50 ont été supprimées du fait d'informations manquantes qui les rendaient inexploitable pour la détermination des *clusters* et des *switches*. Ainsi, 337 données de patients et 852 données de témoins ont finalement été utilisées pour nos analyses.

Les performances moyennes (nombre de mots corrects produits) et les écarts-types obtenus à 1 minute pour les deux tests de fluences pour chacun des deux groupes sont représentés ci-dessous :

*Tableau 4 : performances moyennes des patients AVC et des témoins aux deux tâches de fluences*

<b>Groupe</b>	<b>Patients AVC (N = 337)</b>	<b>Témoins (N = 852)</b>
<b>Type de fluence</b>		
<b>Lettre « P »</b>	9.48 (4.263)	13.76 (4.411)
<b>« Animaux »</b>	14.64 (4.983)	19.74 (4.821)

Les résultats de la MANCOVA avec mesures répétées comprenant comme facteur intra-sujet le type de fluences verbales (« P » ; « Animaux ») et comme facteur inter-sujet le groupe (patient AVC ou témoin), avec le NSC et l'âge en covariables montraient :

- un effet de groupe ( $F = 284.89$  ;  $p < 0.0001$ ) lié à de moins bonnes performances pour les patients AVC ( $12.54 \pm 0.201$ ) comparativement aux sujets témoins ( $16.56 \pm 0.125$ );
- un effet du type de fluence ( $F = 83.215$  ;  $p < 0.0001$ ) lié à de meilleures performances aux fluences « Animaux » comparativement aux fluences « P » et ce, quel que soit le groupe considéré;
- une interaction du groupe et du type de fluence ( $F = 9.130$  ;  $p = 0.003$ ) liée aux moindres performances des patients AVC pour la fluence « P ».

Ces résultats montrent que les patients AVC produisent un nombre de mots inférieur aux sujets témoins dans les tâches de fluences verbales, avec une diminution plus importante en ce qui concerne la fluence littérale lettre « P ».

### 3. RESULTATS DE L'ANALYSE SUR LE NOMBRE DE *SWITCHES* ET LA TAILLE DES *CLUSTERS* POUR LES FLUENCES « P » ET « ANIMAUX » SELON LA METHODE DE TROYER *ET AL.* (1997)

Les performances moyennes (nombre des *switches* et taille moyenne des *clusters*) et les écarts-types obtenus à 1 minute pour les deux tests de fluences pour chacun des deux groupes sont représentés ci-dessous :

**Tableau 5 : taille moyenne des clusters et nombre moyen de switches en fluence « P » et « Animaux » à 1 minute**

Type de fluence	Indices	Patients AVC (N = 337) Moyenne (ET)	Témoins (N = 852) Moyenne (ET)
Fluences « P »	Nombre de <i>switches</i>	6.228 (3.539)	9.122 (3.662)
	Taille moyenne <i>clusters</i>	0.520 (0.666)	0.559 (0.651)
Fluences « Animaux »	Nombre de <i>switches</i>	5.172 (2.819)	7.475 (2.911)
	Taille moyenne <i>clusters</i>	1.938 (1.334)	1.784 (1.278)

Légende : ET : écart type

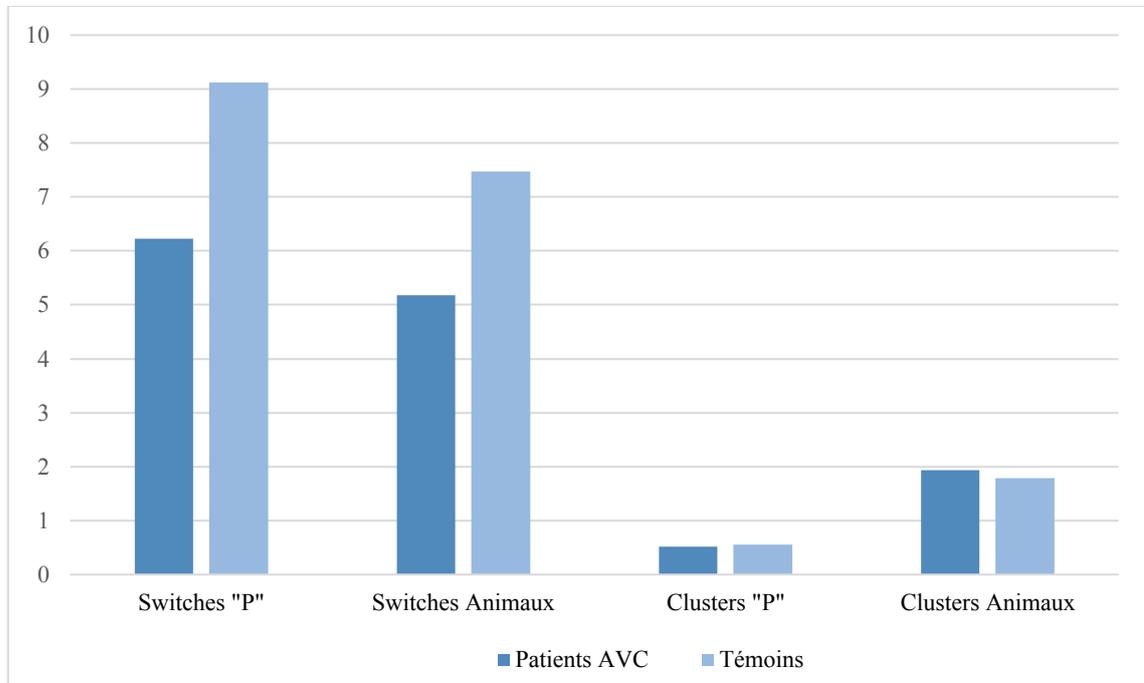
Les résultats de la MANCOVA avec mesures répétées comprenant comme facteurs intra-sujets le type de fluence verbale (« P » ; « Animaux »), le type d'indice stratégique (*clusters* ; *switches*) et comme facteur intergroupe, les patients AVC ou témoins, avec le NSC et l'âge en covariables, montraient :

- Un effet de groupe ( $F = 284.89$  ;  $p < 0.0001$ ) lié à de moins bonnes performances des patients AVC comparativement aux sujets témoins;
- Un effet simple du type de fluence ( $F = 32.497$  ;  $p < 0.0001$ ) lié à de meilleures performances pour les fluences « Animaux » comparativement aux fluences « P » et ce, quel que soit le groupe considéré;
- Un effet du type d'indice ( $F = 15.381$  ;  $p < 0.0001$ ) attendu et lié au nombre inférieur de *switches* par rapport à la taille des *clusters*;
- Une interaction du groupe et du type de fluence ( $F = 7.651$  ;  $p = 0.006$ ) liée aux moins bonnes performances des patients AVC à la fluence « P » ;
- Une interaction du groupe et du type d'indice ( $F = 9.489$  ;  $p = 0.002$ ) liée à une diminution chez les patients prédominant sur l'indice nombre de *switches* ;
- Une interaction du type de fluence et du type d'indice ( $F = 12.127$  ;  $p = 0.001$ ) liée à un profil différent d'indice stratégique selon la fluence ; la fluence « Animaux » étant caractérisée par de grands *clusters* et un faible nombre de *switches*, et la fluence « P » par de faibles *clusters* et un grand nombre de *switches* ;
- Alors que l'interaction entre le groupe, le type de fluence et le type d'indice stratégique n'était pas significative ( $p = 0.131$ ).

L'analyse de l'effet du groupe sur le type d'indice stratégique a été affinée par deux MANCOVA partielles (une pour le nombre de *switches* et la seconde pour la taille des *clusters*) avec comme facteur inter-sujet le groupe (patient AVC ou témoin) et comme facteurs intra-sujet le type de fluence (« P » et « Animaux »).

- 1) Une première analyse a été réalisée sur le nombre de *switches* montrant un effet du groupe ( $F = 2314.4$  ;  $p < 0.0001$ ) lié à un nombre de *switches* moins important chez les patients AVC ( $5.97 \pm 0.138$ ) comparativement aux témoins ( $8.193 \pm 0.86$ ).

- 2) Une deuxième analyse a été réalisée sur la taille des *clusters* montrant l'absence d'effet de groupe ( $F = 0.009$  ;  $p = 0.925$ ) liée à des tailles de *clusters* comparables entre les patients AVC ( $1.229 \pm 1.27$ ) et les témoins ( $1.172 \pm 1.185$ ).



***Graphique 1 : performances moyennes des indices stratégiques chez les patients AVC et les sujets témoins***

Ces résultats montrent principalement que le déficit dans les tâches de fluences verbales chez les patient AVC s'accompagne d'une réduction du nombre de *switches* tandis que la taille moyenne des *clusters* est comparable à celle des témoins. Ils mettent également en évidence une répartition différente des indices stratégiques entre fluence littérale et sémantique avec une « stratégie » favorisant la taille des *clusters* dans la fluence sémantique et le nombre de *switches* dans la fluence littérale.

#### 4. PERTINENCE DES INDICES (« TROYER » / « AMIENS ») SUR LA PERFORMANCES AUX TACHES DE FLUENCES

Plusieurs séries d'analyses ont été réalisées afin d'explorer l'intérêt de la méthode de calcul des indices stratégiques proposée par Troyer *et al.* (1997) ainsi que celle d'Amiens. Rappelons que dans la méthode « Amiens », les deux stratégies correspondent à l'analyse des *clusters* phonologiques et des *switches* au sein de la fluence sémantique « Animaux » et l'analyse des *clusters* sémantiques et des *switches* au sein de la fluence littérale « P ».

Les résultats des analyses de corrélation montraient que :

- Les corrélations entre le nombre de *switches* et la performance en fluences étaient numériquement plus importantes pour la méthode « Amiens » (« P » :  $r = 0.920$ ,  $p = 0.0001$ ; « Animaux » :  $r = 0.913$ ,  $p = 0.0001$ ) que la méthode « Troyer » (« P » :  $r = 0.858$ ,  $p = 0.0001$ ; « Animaux » :  $r = 0.596$ ,  $p = 0.0001$ ).
- Les corrélations entre la taille moyenne des *clusters* et la performance en fluence « P » pour la méthode « Troyer » ( $p = 0.153$ ) et pour la méthode « Amiens » ( $p = 0.052$ ) n'étaient pas significatives.
- La corrélation entre la taille moyenne des *clusters* et la performance en fluence « Animaux » était numériquement plus importante pour la méthode « Amiens » ( $r = -0.229$  ;  $p = 0.0001$ ) que pour la méthode « Troyer » ( $r = 0.214$  ;  $p = 0.0001$ ), la force de corrélation étant reflétée par la valeur absolue du coefficient de corrélation.

**Les résultats de l'analyse montrent que la majorité des corrélations entre les indices *switches* et *clusters* et le nombre de mots produits dans les tests de fluences verbales étaient numériquement supérieures pour la méthode « Amiens » comparativement à la méthode « Troyer ».**

L'analyse de régression logistique avec sélection factorielle pas à pas soumettant les deux méthodes de calcul des indices a montré les résultats suivants :

Pour la fluence « P », la régression logistique a sélectionné les deux indices calculés selon la méthode « Amiens » : (1) le nombre de *switches* « Amiens » (OR = 0.774 [IC95 : 0.742-0.807] ; p = 0.0001) et (2) la taille moyenne de *clusters* « Amiens » (OR = 0.958 [IC95 : 0.943-0.974] ; p = 0.0001)

Pour la fluence « Animaux », la régression logistique a sélectionné : (1) le nombre de *switches* « Amiens » (OR = 0.812 [IC95 : 0.784-0.84] ; p = 0.0001) et (2) la taille moyenne de *clusters* « Troyer » (OR = 1.019 [IC95 : 1.01-1.028] ; p = 0.0001).

**Ces résultats montrent que les indices de calcul de *clusters* et de *switches* réalisés selon la méthode « Amiens » sont associés plus étroitement avec le statut patient pour la fluence littérale et de façon plus hétérogène pour la fluence sémantique.**

## **5. RELATION ENTRE LES PERFORMANCES AUX TESTS DE FLUENCES VERBALES ET LA LOCALISATION CEREBRALE MACROSCOPIQUE**

Les résultats de l'analyse de régression linéaire avec sélection factorielle pas à pas pour la fluence « P » montraient :

- Pour le nombre de mots produits : le nombre de lésions ( $R_2 = 0.055$  ; p = 0.0001) et la localisation profonde droite ( $R_2 = 0.023$  ; p = 0.001) ( $R_2$  du modèle : 0.571, p = 0.0001)
- Pour le nombre de *switches* : le nombre total de lésions ( $R_2 = 0.046$  ; p = 0.0001) et la localisation profonde droite ( $R_2 = 0.023$  ; p = 0.002) ( $R_2$  du modèle : 0.489, p < 0.0001)
- Aucun lien significatif n'a été retrouvé avec la taille moyenne des *clusters*

Les résultats de l'analyse de régression linéaire avec sélection factorielle pas à pas pour la fluence « Animaux » montraient :

- Pour le nombre de mots produits : la localisation frontale gauche ( $R^2 = 0.019$  ;  $p = 0.003$ ) ( $R^2$  du modèle : 0.505,  $p < 0.0001$ )
- Pour le nombre de *switches* : la localisation frontale gauche ( $R^2 = 0.013$  ;  $p = 0.018$ ) ( $R^2$  du modèle : 0.473,  $p < 0.0001$ )
- Pour la taille des *clusters* : localisation temporo-pariéto-occipitale gauche ( $R^2 = 0.019$  ;  $p = 0.012$ ) et la localisation frontale droite ( $R^2 = 0.014$  ;  $p = 0.028$ ) ( $R^2$  du modèle : 0.211,  $p < 0.0001$ )

**Ces résultats montrent que les performances aux tests de fluences verbales sont affectées par des localisations lésionnelles différentes selon le type de fluence. Ainsi, pour la fluence « P », le nombre de lésions et la lésion profonde droite sont les plus influents, tant en production que pour le nombre de *switches* (qui reflète la stratégie prédominante dans la fluence littérale). Pour la fluence « Animaux », il s'agit de la localisation frontale gauche, tant pour la production que pour le nombre de *switches*, tandis que les localisations temporo-pariéto-occipitale gauche et frontale droite sont associées à la taille des *clusters*.**

# DISCUSSION

## 1. RAPPEL DES OBJECTIFS

Les tâches de fluences verbales, couramment utilisées dans le domaine de la neuropsychologie, sont fréquemment déficitaires chez les patients ayant été victimes d'un AVC. Si plusieurs travaux utilisant la méthode de Troyer *et al.* (1997) ont tenté de qualifier le déficit en terme d'appauvrissement des regroupements sémantiques (diminution de la taille des *clusters*) ou de difficultés lors du changement de regroupement (diminution du nombre de *switches*), les résultats demeurent hétérogènes. Enfin, les substrats neuronaux qui sous-tendent ces déficits restent encore aujourd'hui débattus. Suite à ces constats, nous avons souhaité connaître plus précisément la nature des déficits à ces tâches et ce, au travers d'analyses qualitatives approfondies.

Dans ce contexte, le principal objectif de cette étude consistait à réexaminer le déficit de performance aux tâches de fluences verbales chez des patients ayant subi un accident vasculaire cérébral, dans le but de spécifier la nature des déficits à partir de la méthode de Troyer *et al.* (1997).

Les objectifs secondaires de ce travail étaient de ré-analyser ces déficits à partir d'une méthode adaptée de celle de Raskin *et al.* (1992), consistant à rechercher à l'inverse de Troyer *et al.* (1997), les regroupements phonologiques dans la fluence sémantique et les regroupements sémantiques dans la fluence littérale, et cela afin d'étudier les liens entre ces méthodes et la performance en fluence verbale. Enfin, le dernier objectif de ce travail consistait à étudier les liens entre les déficits en fluences verbales et les lésions cérébrales en lien avec l'AVC.

## 2. ANALYSE DES RESULTATS

Les principaux résultats issus de ce travail ont montré :

- Qu'il existait une bonne concordance inter-examineurs ;
- Que les patients AVC produisent moins de mots que les sujets témoins dans les tâches de fluences verbales ;
- Que ces déficits s'accompagnent d'une réduction du nombre de *switches*, tandis que la taille moyenne des *clusters* demeure comparable à celle des témoins ;

- Que la répartition des indices stratégiques entre la fluence littérale et la fluence sémantique diffère avec une stratégie favorisant la taille des *clusters* dans la fluence sémantique et le nombre de *switches* dans la fluence littérale ;
- Que globalement, les indices stratégiques « Amiens » sont davantage corrélés aux performances en fluences verbales et associés à la présence d'un déficit ;
- Que les performances aux tests de fluences verbales sont affectées par des localisations lésionnelles différentes selon le type de fluence.

### **2.1. Concordance inter-examineurs**

L'analyse de la fiabilité inter-examineurs effectuée sur l'analyse adaptée de Troyer *et al.* (1997) a montré une très bonne concordance et ce, quels que soient le type de fluence (sémantique ou littérale) et l'indice considérés. Ces résultats nous permettent de confirmer que les mesures des *clusters* et des *switches* sont reproductibles quel que soit l'examineur qui les effectue. L'analyse des fluences selon la méthode de Troyer *et al.* (1997) est donc fidèle.

### **2.2. Effet de la pathologie vasculaire cérébrale sur le nombre de mots produits en fluences verbales**

En ce qui concerne l'analyse quantitative portant sur le nombre de mots produits, nous avons avancé que les patients AVC produisaient un nombre de mots inférieur aux sujets témoins et ce, quel que soit le type de fluence.

**L'hypothèse 1 est entièrement confirmée.** En effet, l'analyse statistique a mis en évidence des différences de performances significatives entre les patients AVC et les sujets témoins, tant en fluence littérale lettre « P » que sémantique « Animaux ». Ces résultats sont conformes aux résultats obtenus dans la littérature concernant l'altération des tâches de fluences verbales en post-AVC (Babulal, 2016; Brady, Spiro, McGlinchey-Berroth, Milberg et Gaziano, 2001; Leskelä *et al.*, 1999 ; Roussel *et al.*, 2016). Par ailleurs, l'interaction statistique du groupe et du type de fluence a fait ressortir une diminution plus importante des performances des sujets AVC pour la fluence littérale

comparativement à la fluence sémantique. Étant donné que la fluence littérale est classiquement reconnue comme étant une mesure du fonctionnement exécutif du sujet et que le déficit exécutif est l'une des principales atteintes cognitives après un AVC (Barbay *et al.*, 2018 ; Godefroy *et al.*, 2010), les résultats obtenus semblent cohérents.

### **2.3. Effet de la pathologie vasculaire cérébrale sur les indices de Troyer *et al.* (1997)**

Concernant l'analyse des indices stratégiques issus de la méthode de Troyer *et al.* (1997), nous avons émis l'hypothèse que les patients AVC effectuaient un nombre de *switches* inférieur à celui des sujets témoins.

**L'hypothèse 2 est également confirmée.** En effet, les résultats obtenus ont montré que les patients AVC effectuaient en moyenne moins de *switches* comparativement aux témoins, tant en fluence sémantique que littérale, conformément aux résultats obtenus par Ho *et al.*, 2002; Raoux *et al.*, 2008; Tröster, Woods, Fields, Hanisch et Beatty, 2002. La taille moyenne des *clusters* était en revanche équivalente entre les deux groupes. Cette observation concernant le nombre de *switches* peut être expliquée par le fait que les patients AVC sont moins enclins à basculer d'une catégorie à l'autre au cours de la tâche, du fait de la fréquente atteinte exécutive (Troyer *et al.*, 1997). Également, il est envisageable que les patients, effectuant peu de *switches*, aient davantage tendance à puiser dans le *cluster* dans lequel ils se situent et obtiennent ainsi une taille moyenne de *cluster* similaire à celle des témoins malgré un nombre de mots généré moindre.

D'autre part, nos résultats ont mis en évidence que la répartition des indices stratégiques *clusters* et *switches* au sein de la tâche de fluence était différente selon la nature de la tâche. Il est apparu une stratégie favorisant le nombre de *switches* dans la fluence littérale ainsi qu'une taille de *clusters* privilégiée dans la fluence sémantique. En effet, nous retrouvons un nombre de *switches* supérieur en fluence « P » comparativement à la fluence « Animaux » malgré un nombre moyen de mots produits inférieur, ainsi qu'une taille moyenne de *clusters* supérieure en fluence « Animaux » comparativement à la fluence « P ». Par ailleurs, cette répartition des indices est retrouvée tant chez les

patients que chez les témoins, suggérant que la fluence sémantique requiert davantage une efficacité de la mémoire sémantique tandis que la fluence littérale nécessiterait davantage des capacités de flexibilité afin d'optimiser la performance globale.

#### **2.4. Pertinence des indices stratégiques (« Troyer » et « Amiens ») pour prédire la performance aux tâches de fluences verbales**

À propos de la pertinence de l'analyse des indices « Troyer » et « Amiens », nous avons fait l'hypothèse que la méthode de calcul des indices stratégiques (*switches* et *clusters*) « Amiens » était plus discriminante de la pathologie que la méthode de calcul « Troyer ». Pour rappel, la méthode « Amiens » inspirée de Raskin *et al.* (1992) consistait à considérer, à l'inverse de Troyer *et al.* (1997), les *clusters* sémantiques dans la fluence littérale et les *clusters* phonologiques dans la fluence sémantique.

**L'hypothèse 3 a été partiellement confirmée.** En effet, les résultats de l'analyse ont montré que pour la fluence littérale, les indices *clusters* et *switches* Amiens étaient plus étroitement associés au statut « patient » que les indices de Troyer. Nous pouvons donc en conclure que les indices stratégiques Amiens sont davantage prédictifs de la pathologie pour ce type de fluence. Concernant la fluence sémantique, les indices *switches* Amiens et *clusters* Troyer étaient les plus associés au profil pathologique. Cela revient à dire que l'analyse du nombre de *switches* et de la taille des *clusters* sémantiques dans la fluence littérale ainsi que l'analyse des *switches* phonologiques et des *clusters* sémantiques dans la fluence sémantique semblent être les indices stratégiques les plus prédictifs de la pathologie AVC.

Au vu de ces résultats, nous pouvons nous demander si utiliser d'une part la méthode de Troyer afin d'évaluer qualitativement la fluence sémantique et de l'autre la méthode « Amiens » pour évaluer la fluence littérale ne constituerait pas une analyse optimisée de ces tâches. En effet, sélectionner les indices stratégiques les plus fortement associés à la pathologie AVC reviendrait à mieux discriminer ces profils en regard des sujets sains.

## 2.5. Liens entre la localisation lésionnelle cérébrale et les déficits de performance en fluences verbales

Enfin, concernant les relations entre les performances aux tâches de fluences verbales et la localisation lésionnelle cérébrale, nous avons avancé que le déficit de *switching* serait lié aux lésions des régions cérébrales antérieures tandis que le déficit de *clustering* serait lié aux lésions postérieures.

**L'hypothèse 4 est partiellement confirmée.** Les résultats obtenus font ressortir des localisations lésionnelles différentes selon la nature de la tâche. Pour la fluence littérale « P », le nombre de lésions ainsi que la lésion profonde droite sont les plus déterminants, tant en production que pour le nombre de *switches*, reflétant la stratégie prédominante dans la fluence littérale. Concernant les *clusters*, rien n'est ressorti pour cette tâche de fluence.

En revanche, pour la fluence sémantique « Animaux », la lésion frontale gauche est ressortie à la fois pour la production et le nombre de *switches*, tandis que les lésions temporo-pariéto-occipitale gauche et frontale droite sont associées à la taille des *clusters*.

Ces résultats ne concordent qu'en partie avec les données retrouvées dans la littérature. Pour Gierski et Ergis (2004), la lésion frontale droite influence davantage la performance à la fluence phonologique comparativement à la fluence sémantique. Pourtant, nous retrouvons un effet inverse avec un effet sur la taille des *clusters* uniquement pour la fluence sémantique. En revanche, nos résultats corroborent entièrement les résultats selon lesquels les régions impliquées dans la fluence sémantique comprennent la région temporale gauche (Baldo *et al.*, 2006; Birn *et al.*, 2010 ; Henry et Crawford, 2004; Libon *et al.*, 2009; Troyer *et al.*, 1998). En effet, nous retrouvons un effet lésionnel de cette région sur la taille des *clusters* en fluence sémantique, qui semble constituer le processus stratégique le plus prégnant dans ce type de fluence. Aussi, Dan *et al.* (2013) observent une implication du gyrus frontal inférieur droit dans la fluence sémantique, résultat que nous obtenons également avec un effet de cette région cérébrale sur la taille des *clusters*. Par ailleurs, nous avons remarqué un effet de la lésion frontale gauche sur la production globale et le nombre de *switches*. Cet effet du lobe frontal gauche sur les deux types de fluences avait été décrit par Baldo *et al.* (2001).

Bien que nos analyses n'aient pas fait ressortir d'effet de la lésion cérébrale antérieure sur le *switching* en fluence littérale, ils confortent tout de même l'idée selon laquelle ces processus stratégiques sont sous-tendus par un réseau cérébral étendu incluant les régions frontales pour le *switching* et des régions plus postérieures pour le *clustering*, conformément aux observations de Troyer *et al.* (1998).

Quoi qu'il en soit, ces résultats s'inscrivent dans une approche connexionniste, considérant l'existence d'une « *organisation cérébrale en réseaux parallèles, cortico-sous-corticaux, distribués à large-échelle, interconnectés, et capables de se compenser [...]. En d'autres termes, une fonction n'est pas sous-tendue par une région corticale précise, mais par la mise en synchronie de plusieurs aires délocalisées via la connectivité sous-corticale.* » (Duffau, 2014, p. 58). En effet, en ce qui concerne le traitement du langage, Duffau, Moritz-Gasser et Mandonnet (2014) ont décrit un modèle « hodotopique » et dynamique (par opposition à un modèle localisationniste et rigide) mettant en évidence le recrutement de zones cortico-sous-corticales formant de vastes réseaux interconnectés, parallèles et distribués. Les fluences verbales impliquent donc l'efficacité de plusieurs fonctions de nature exécutive, langagière et mnésique, chacune sous-tendue par plusieurs régions cérébrales. Cette approche rend compte de la complexité de cette tâche et de la difficulté à circonscrire les régions qui la sous-tendent.

### 3. LIMITES

Toutefois, plusieurs critiques peuvent être faites à notre étude. Premièrement, la méthode de Troyer *et al.* (1997) a été élaborée en langue anglaise et n'était donc pas entièrement transposable au français. Le principal obstacle rencontré était l'absence d'accents en langue anglaise, raison pour laquelle nous avons fait le choix de ne pas les prendre en considération et d'opter pour une stratégie orthographique plutôt que phonologique. En effet, pour Troyer *et al.* (1997), un *cluster* phonologique doit comporter des mots successifs commençant par les deux mêmes premières lettres. Or, si nous avons fait le choix d'adopter une stratégie phonologique en considérant les sons plutôt que les lettres, les résultats obtenus auraient probablement été différents.

Aussi, dans la fluence littérale, il était fréquent de retrouver des mots homophones successifs. Il est possible qu'ils aient été précisés par le sujet lors de l'entretien mais il est

envisageable qu'il ait s'agit d'une libre interprétation de l'examineur. Puisque les *clusters* se forment sur la base des deux mêmes premières lettres, nous ne pouvions pas savoir avec certitude quelles étaient les intentions de l'examiné lorsque nous lisions par exemple les mots « pain » puis « pin » ou bien « porc », « port » et « pore ». Ainsi, nous n'avons pas nécessairement constitué les mêmes *clusters* que si les mots avaient été proposés dans un ordre différent.

Concernant les critères sémantiques, nous avons dû les adapter afin qu'ils correspondent davantage à la culture française. Nous avons par exemple ajouté les critères « animaux associés dans les chansons », « animaux associés dans les fables » ainsi que « animaux associés dans les représentations communes ». Cette dernière catégorie comprenait des mots classiquement associés dans notre langue, tels que « éléphant – souris » ou encore « renard – poule », fréquemment retrouvés dans les tâches de fluence, et qui n'apparaissaient pas chez Troyer *et al.* (1997).

Au fil de nos analyses, nous avons également remarqué que certains sujets effectuaient des regroupements d'animaux selon leur apparence, leur forme globale (ex : serpent, limace, ver de terre). En effet, ces animaux ne partagent pas de critère commun selon Troyer *et al.* (1997), toutefois il nous aurait paru intéressant de pouvoir rendre compte de ce type de *clusters*.

Au niveau méthodologique, des critiques ont été faites par rapport au calcul de l'indice stratégique *switch*. En effet, si l'on considère deux productions de même taille moyenne de *cluster* mais avec un nombre de mots différent, le nombre de *switches* sera obligatoirement différent lui aussi. En effet, ces deux indices sont interdépendants, un nombre élevé de *clusters* engendrant nécessairement un nombre élevé de *switches*. Cela peut laisser à croire qu'il ne s'agit pas d'un indice pertinent à relever. Pour cette raison, Tröster *et al.* (1998) ont proposé de corriger le nombre de *switches* obtenu par le nombre total de mots produits. Toutefois, le calcul de ce ratio ne permettait plus de mettre en évidence de différences au niveau du *switching* entre les deux populations pathologiques étudiées. Aussi, pour Angela Troyer (2000), le nombre de *switches* brut est un indice indispensable permettant d'objectiver précisément le nombre de fois où le sujet est capable de générer un nouveau groupe de réponses. De plus, elle considère que le score corrigé selon Tröster *et al.* (1998) ne fournit pas d'informations significatives. En effet, Angela Troyer (2000) le compare à l'utilisation d'un pourcentage de mots générés

corrects en lieu et place du nombre brut de mots produits qui, selon elle, ne reflète pas la complexité des processus.

Concernant plus spécifiquement notre méthode d'analyse, nous avons regretté de ne pas avoir recensé le nombre de répétitions de mots ainsi que d'intrusions pour chaque sujet. En effet, nous avons uniquement considéré ces indices dans nos analyses qualitatives. Toutefois, relever précisément ces indices aurait pu nous renseigner sur d'éventuels troubles cognitifs, comme suggéré par Auriacombe *et al.* (2006) dans une étude s'attachant aux répétitions et aux intrusions comme possibles indicateurs d'une Maladie d'Alzheimer.

Enfin, la principale limite à laquelle nous avons été confrontés était l'illisibilité de certaines écritures d'examineurs. En effet, les analyses ont été effectuées sur des tâches manuscrites réalisées par un nombre important de professionnels pour lesquels il était parfois très laborieux de déchiffrer les écritures. Ainsi, plusieurs dossiers ont dû être exclus de notre étude. Par ailleurs, et malgré de nombreuses concertations, il est probable que ces soucis de lisibilité aient pu fausser la lecture de certains mots et donc, modifier la constitution de nos *clusters*. Également, certains examinateurs notifiaient par un chiffre ou un symbole que le sujet avait effectué une répétition mais sans en préciser l'endroit. Angela Troyer (2010) insiste sur l'importance de noter scrupuleusement l'ensemble des productions dans l'ordre dans lequel elles sont générées afin de permettre un juste calcul des *switches* et des *clusters*. C'est pourquoi ces manquements ont pu être dommageable en regard de notre analyse.

#### **4. INTERETS DE L'ETUDE**

L'intérêt principal de notre étude réside en l'ampleur de notre population. En effet, nous avons repris, analysé et reporté les données de 337 patients ayant eu un AVC, constituant ainsi un échantillon représentatif. De plus, ces données ont été mises en regard d'un très grand échantillon de sujets-témoins, nous permettant ainsi de distinguer plus aisément les processus relevant de la pathologie de ceux relevant du fonctionnement normal.

L'originalité majeure de ce travail est d'avoir effectué une double-analyse des fluences comprenant de nouveaux indices, dans le but de refléter les différents modes de fonctionnement stratégique des sujets. Cette connaissance des processus préférentiellement mis en jeu chez les sujets peut constituer un atout majeur lors de la rééducation post-AVC afin d'orienter notre prise en charge vers les stratégies compensatoires les plus adaptées au fonctionnement de notre patient.

## 5. PERSPECTIVES D'ETUDE

Cette étude a permis de mettre en évidence des processus stratégiques différents mis en place dans les tâches de fluences selon les sujets. En effet, qu'il s'agisse de constituer des *clusters* sémantiques ou phonologiques dans les deux types de fluence ou encore de basculer très fréquemment d'un *cluster* à un autre, la variété des profils rencontrés est très importante. Cette étude mériterait d'être poursuivie afin de chercher à déterminer si des sujets sont susceptibles d'utiliser différentes stratégies au sein même de la tâche de fluence, en passant d'une analyse phonologique à sémantique ou inversement. En effet, nous avons analysé ces tâches selon deux méthodes mais sans rechercher ce type de comportement qui consisterait à les combiner pour accroître l'efficacité globale.

De plus, au cours de ce travail nous avons relevé les recouvrements réalisés au sein des tâches de fluences. Il serait intéressant de les analyser afin de mettre en évidence des profils de sujets qui utiliseraient une stratégie consistant à utiliser le dernier mot produit pour atteindre un nouveau *cluster*. Effectivement, il est probable que basculer d'un *cluster* à un autre en utilisant un mot pivot soit une stratégie efficace. Le sujet, recherchant un nouveau regroupement à partir de ce dernier mot perdrait éventuellement moins de temps que s'il recherchait un nouveau *cluster* sans lien avec le précédent.

Par ailleurs, cette double analyse qualitative nous a parfois permis de mettre en évidence des *clusters* à la fois sémantique et phonologique (ex : « Pigeon, Pie, Piranha » constitue à la fois un *cluster* phonologique /pi/ et un *cluster* sémantique « Animaux » au sein de la tâche littérale lettre « P »). Bien que nous puissions considérer ce phénomène relativement rare comme résultant du hasard, il est envisageable qu'il s'agisse d'une stratégie des sujets consistant à orienter leur recherche. En effet, organiser sa recherche de mots en commençant par la syllabe [pi] parmi la catégorie sémantique « Animaux »

peut s'avérer être une stratégie. Toutefois il est possible qu'une stratégie très spécifique comme celle-ci nécessite des connaissances verbales étendues, conformément aux observations faites par Gierski et Ergis (2004) au sujet de l'influence des connaissances sur la performance en fluences verbales.

# CONCLUSION

L'objectif de ce mémoire était de réexaminer les performances de tâches de fluences verbales sémantique et littérale (à partir des indices de Troyer *et al.* (1997) et de nouveaux indices « Amiens » adaptés de Raskin *et al.* (1992)) chez des patients ayant eu un accident vasculaire cérébral et de réexaminer les régions cérébrales qui sous-tendent ce déficit.

Nos résultats ont montré que seul l'indice stratégique *switch* subissait un effet de la pathologie, contrairement à ce à quoi nous nous attendions. D'autre part, les calculs des *clusters* et des *switches* selon la méthode « Amiens » étaient davantage corrélés à la performance en fluence littérale que la méthode « Troyer », tandis que les résultats étaient partagés pour la fluence sémantique. En effet, les deux indices les plus corrélés à la performance pour cette dernière étaient le *switch* calculé selon « Amiens » et la taille des *clusters* selon « Troyer ». Les indices issus de la méthode « Amiens » semblent donc être des indices globalement plus fiables dans la pathologie post AVC que ceux de Troyer *et al.* (1997). Toutefois, ces résultats doivent être confirmés dans une analyse de validation croisée et doivent être explorés dans d'autres pathologies.

Enfin, notre analyse s'intéressant aux effets de la localisation lésionnelle sur les performances en fluences n'a pas montré de résultats probants au niveau de la fluence littérale où aucune région cérébrale n'est ressortie de manière franche. En revanche, le déficit en fluence sémantique est associé aux régions frontales gauches (pour le déficit global et le déficit de *switches*) et aux régions frontale droite et temporo-pariéto-occipitale gauche (pour la taille moyenne des *clusters*). Ces derniers résultats sont cohérents avec les études indiquant que le processus de *clustering* est au moins en partie lié aux régions temporales, siège de la mémoire sémantique et que le *switching* l'est à la région frontale, responsable de la flexibilité mentale.

Cette étude mériterait d'être poursuivie afin d'observer plus spécifiquement les stratégies mises en place par les sujets à un niveau individuel, comme l'utilisation préférentielle de recouvrements entre les *clusters* ou l'emploi d'une stratégie de recherche combinée (sémantique et phonologique) au sein d'une même production. Aussi, une étude visant à mettre en regard les performances des patients AVC aux tâches de fluences verbales de celles obtenues en dénomination serait pertinente afin de tenter de mettre en évidence le degré d'implication du langage et des fonctions exécutives dans les fluences verbales.

# RÉFÉRENCES

- Alamowitch, S., et Capron, J. (2018). Angiopathie amyloïde cérébrale sporadique. *Pratique Neurologique-FMC*, 9(2), 122-131.
- Babulal, G. M. (2016). Associations between stroke lesion location and verbal fluency tests in a sub-acute stroke population. *Neurological Disorders and Therapeutics*, 1(1), 1-5. <https://doi.org/10.15761/NDT.1000101>
- Baldo, J. V., Schwartz, S., Wilkins, D., et Dronkers, N. F. (2006). Role of frontal versus temporal cortex in verbal fluency as revealed by voxel-based lesion symptom mapping. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12(6), 896-900. <https://doi.org/10.1017/S1355617706061078>
- Baldo, J. V., Shimamura, A. P., Delis, D. C., Kramer, J., et Kaplan, E. (2001). Verbal and design fluency in patients with frontal lobe lesions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7(5), 586-596. <https://doi.org/10.1017/s1355617701755063>
- Barbay, M., Bryer, C., Daouk, J., Roussel, M., et Godefroy, O. (2015). Déterminants lésionnels des troubles des tests de fluence verbale post accident vasculaire cérébral selon la méthode «voxel-based lesion-symptom mapping (VLSM)». L'étude GRECog-Vasc. *Revue Neurologique*, 171, 25-28. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2015.01.050>
- Barbay, M., Diouf, M., Roussel, M., Godefroy, O., et GRECogVASC study group (2018). Systematic review and meta-analysis of prevalence in post-stroke neurocognitive disorders in hospital-based studies. *Dementia and geriatric cognitive disorders*, 46(5-6), 322-334. <https://doi.org/10.1159/000492920>
- Barbay, M., Taillia, H., Nédélec-Ciceri, C., Bompaire, F., Bonnin, C., Varvat, J., ...Roussel, M. (2018). Prevalence of poststroke neurocognitive disorders using National Institute of Neurological Disorders and Stroke-Canadian Stroke Network, VASCOG criteria (Vascular Behavioral and Cognitive Disorders), and optimized criteria of cognitive deficit. *Stroke*, 49(5), 1141-1147. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.018889>
- Barry, D., Bates, M. E., et Labouvie, E. (2008). FAS and CFL forms of verbal fluency differ in difficulty: a meta-analytic study. *Applied neuropsychology*, 15(2), 97-106. <https://doi.org/10.1080/09084280802083863>
- Bates, E., Wilson, S. M., Saygin, A. P., Dick, F., Sereno, M. I., Knight, R. T., et Dronkers, N. F. (2003). Voxel-based lesion-symptom mapping. *Nature neuroscience*, 6(5), 448-450. <https://doi.org/10.1038/nn1050>

- Béjot, Y., et Rouaud, O. (2016). Épidémiologie des accidents vasculaires cérébraux. Dans M. Roussel et O. Godefroy, *La batterie GRECOGVASC: Évaluation et diagnostic des troubles neurocognitifs vasculaires avec ou sans contexte d'accident vasculaire cérébral* (p.1-9). De Boeck Supérieur.
- Bézy, C., Renard, A., et Pariente, J. (2016). *GRÉMOTS: évaluation du langage dans les pathologies neurodégénératives*. De Boeck Supérieur.
- Birn, R. M., Kenworthy, L., Case, L., Caravella, R., Jones, T. B., Bandettini, P. A., et Martin, A. (2010). Neural systems supporting lexical search guided by letter and semantic category cues: a self-paced overt response fMRI study of verbal fluency. *Neuroimage*, 49(1), 1099-1107. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.07.036>
- Bookheimer, S. (2002). Functional MRI of language: new approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. *Annual review of neuroscience*, 25(1), 151-188. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.25.112701.142946>
- Borkowski, J. G., Benton, A. L., et Spreen, O. (1967). Word fluency and brain damage. *Neuropsychologia*, 5(2), 135-140. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(67\)90015-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(67)90015-2)
- Bousfield, W. A., et Sedgewick, C. H. W. (1944). An analysis of sequences of restricted associative responses. *The Journal of General Psychology*, 30(2), 149-165. <https://doi.org/10.1080/00221309.1944.10544467>
- Boussier, M. G., et Mas, J. L. (2009). Introduction. Dans J. M. Léger et J. L. Mas (Eds.), *Accidents vasculaires cérébraux* (p. 1-6). Doin éditeurs.
- Brady, C. B., Spiro III, A., McGlinchey-Berroth, R., Milberg, W., et Gaziano, J. M. (2001). Stroke risk predicts verbal fluency decline in healthy older men: evidence from the normative aging study. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 56(6), 340-346. <https://doi.org/10.1093/geronb/56.6.P340>
- Burgun, J., et Portal, M. (2013). *Étude des performances à l'épreuve de fluence verbale des patients atteints de sclérose latérale amyotrophique* (mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste, Université Claude Bernard Lyon 1, France).
- Calvet, D., Oppenheim, C., et Mas, J. L. (2009). Accidents ischémiques transitoires. Dans J. M. Léger & J. L. Mas (Eds.), *Accidents vasculaires cérébraux* (p. 193-194). Doin éditeurs.

- Capitani, E., Laiacona, M., et Barbarotto, R. (1999). Gender affects word retrieval of certain categories in semantic fluency tasks. *Cortex*, 35(2), 273-278. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70800-1](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70800-1)
- Cardebat, D., Doyon, B., Puel, M., Goulet, P., et Joanette, Y. (1990). Evocation lexicale formelle et sémantique chez des sujets normaux. Performances et dynamiques de production en fonction du sexe, de l'âge et du niveau d'étude. *Acta neurologica belgica*, 90(4), 207-217.
- Chomel-Guillaume, S., Leloup, G., et Bernard, I. (2020). Les aphasies. *Evaluation et rééducation*. Elsevier Masson.
- Chouiter, L., Holmberg, J., Manuel, A. L., Colombo, F., Clarke, S., Annoni, J. M., et Spierer, L. (2016). Partly segregated cortico-subcortical pathways support phonologic and semantic verbal fluency: a lesion study. *Neuroscience*, 329, 275-283. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.05.029>
- Cook, P. A., McMillan, C. T., Avants, B. B., Peelle, J. E., Gee, J. C., et Grossman, M. (2014). Relating brain anatomy and cognitive ability using a multivariate multimodal framework. *NeuroImage*, 99, 477-486. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.008>
- Cordonnier, C. (2009). Hémorragies cérébrales et intraventriculaires. Dans J. M. Léger et J. L. Mas (Eds.), *Accidents vasculaires cérébraux* (pp. 205-206). Doin éditeurs.
- Costafreda, S. G., Fu, C. H., Lee, L., Everitt, B., Brammer, M. J., et David, A. S. (2006). A systematic review and quantitative appraisal of fMRI studies of verbal fluency: role of the left inferior frontal gyrus. *Human brain mapping*, 27(10), 799-810. <https://doi.org/10.1002/hbm.20221>
- 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*, 20(3), 391-401. <https://doi.org/10.1076/jcen.20.3.391.810>
- Dan, H., Dan, I., Sano, T., Kyutoku, Y., Oguro, K., Yokota, H., ...Watanabe, E. (2013). Language-specific cortical activation patterns for verbal fluency tasks in Japanese as assessed by multichannel functional near-infrared spectroscopy. *Brain and language*, 126(2), 208-216. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.05.007>

- Desgranges, B., Eustache, F., et Rioux, P. (1994). Effets de l'âge et du niveau d'étude sur différents sous-systèmes mnésiques. *L'année psychologique*, 94(3), 345-367. <https://doi.org/10.3406/psy.1994.28768>
- Downes, J. J., Sharp, H. M., Costall, B. M., Sagar, H. J., et Howe, J. (1993). Alternating fluency in Parkinson's disease: An evaluation of the attentional control theory of cognitive impairment. *Brain*, 116(4), 887-902. <https://doi.org/10.1093/brain/116.4.887>
- Dritschel, B. H., Williams, J. M. G., Baddeley, A. D., et Nimmo-Smith, I. (1992). Autobiographical fluency: A method for the study of personal memory. *Memory & cognition*, 20(2), 133-140. <https://doi.org/10.3758/BF03197162>
- Dubas, F. (2003). Pathologie des petites artères et hémorragies cérébrales. *Journal of neuroradiology*, 30(5), 298-302.
- Duffau, H. (2014). Essor de la neurochirurgie fonctionnelle: le connectome cérébrale revisité. *e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie*, 3(1), 57-61.
- Duffau, H., Moritz-Gasser, S., et Mandonnet, E. (2014). A re-examination of neural basis of language processing: proposal of a dynamic hodotopical model from data provided by brain stimulation mapping during picture naming. *Brain and language*, 131, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.05.011>
- Fiez, J. A. (1997). Phonology, semantics, and the role of the left inferior prefrontal cortex. *Human brain mapping*, 5(2), 79-83. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0193\(1997\)5:2<79::AID-HBM1>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0193(1997)5:2<79::AID-HBM1>3.0.CO;2-J)
- Fishman, K. N., Ashbaugh, A. R., Lanctôt, K. L., Cayley, M. L., Herrmann, N., Murray, B. J., ...Swartz, R. H. (2018). Apathy, not depressive symptoms, as a predictor of semantic and phonemic fluency task performance in stroke and transient ischemic attack. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 40(5), 449-461. <https://doi.org/10.1080/13803395.2017.1371282>
- Folstein, M.F., Folstein S.E., et 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, 189-198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)

- Frith, C. D., Friston, K. J., Herold, S., Silbersweig, D., Fletcher, P., Cahill, C., ...Liddle, P. F. (1995). Regional brain activity in chronic schizophrenic patients during the performance of a verbal fluency task. *The British Journal of Psychiatry*, *167*(3), 343-349. <https://doi.org/10.1192/bjp.167.3.343>
- Gierski, F., et Ergis, A. M. (2004). Les fluences verbales: aspects théoriques et nouvelles approches. *L'année psychologique*, *104*(2), 331-359. <https://doi.org/10.3406/psy.2004.29670>
- Gleissner, U., et Elger, C. E. (2001). The hippocampal contribution to verbal fluency in patients with temporal lobe epilepsy. *Cortex*, *37*(1), 55-63. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70557-4](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70557-4)
- Godefroy, O., Azouvi, P., Robert, P., Roussel, M., LeGall, D., Meulemans, T., et Behalf of the Groupe de Réflexion sur l'Evaluation des Fonctions Exécutives Study Group. (2010). Dysexecutive syndrome: diagnostic criteria and validation study. *Annals of neurology*, *68*(6), 855-864. <https://doi.org/10.1002/ana.22117>
- Godefroy, O., Barbay, M., et Roussel, M. (2018). Les troubles neurocognitifs post-AVC légers et majeurs: du diagnostic à la prise en charge. *Pratique Neurologique-FMC*, *9*(2), 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.praneu.2018.02.004>
- Godefroy, O., Barbay, M., Toba, M. N., et Roussel, M. (2017). Troubles dysexécutifs et ralentissement de l'action dans la pathologie vasculaire cérébrale. Dans M. Roussel, O. Godefroy et X. de Boissezon (dir.), *Troubles neurocognitifs vasculaires et post-AVC : De l'évaluation à la prise en charge*, (p.179-187). De Boeck Supérieur.
- Godefroy, O., Diouf, M., Bigand, C., et Roussel, M. (2014). Troubles neurocognitifs d'intensité légère ou performances normales basses ?. *Revue de neuropsychologie*, *6*(3), 159-162. <https://doi.org/10.3917/rne.063.0159>
- Godefroy, O. et GREFEX (2004). Syndromes frontaux et dysexécutifs. *Revue neurologique*, *160*(10), 899-909. [https://doi.org/10.1016/S0035-3787\(04\)71071-1](https://doi.org/10.1016/S0035-3787(04)71071-1)
- Godefroy, O. et GREFEX (2008). *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques : Evaluation en pratique clinique*. De Boeck Supérieur.
- Godefroy, O., Leclercq, C., Roussel, M., Moroni, C., Quaglino, V., Beaunieux, H., ...Varvat, J. (2012). French adaptation of the vascular cognitive impairment harmonization standards:

- the GRECOG-VASC study. *International Journal of Stroke*, 7(4), 362-363. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2012.00794.x>
- Godefroy, O., Martinaud, O., Narme, P., Joseph, P. A., Mosca, C., Lhommée, E., ... Verny, M. (2018). Dysexecutive disorders and their diagnosis: A position paper. *Cortex*, 109, 322-335. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.09.026>
- Greene, J. D., Hodges, J. R., et Baddeley, A. D. (1995). Autobiographical memory and executive function in early dementia of Alzheimer type. *Neuropsychologia*, 33(12), 1647-1670. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00046-1](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00046-1)
- Grogan, A., Green, D. W., Ali, N., Crinion, J. T., et Price, C. J. (2009). Structural correlates of semantic and phonemic fluency ability in first and second languages. *Cerebral cortex*, 19(11), 2690-2698. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp023>
- Gruenewald, P. J., et Lockhead, G. R. (1980). The free recall of category examples. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6(3), 225. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.6.3.225>
- Henry, J. D., et Crawford, J. R. (2004). A meta-analytic review of verbal fluency performance following focal cortical lesions. *Neuropsychology*, 18(2), 284. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.18.2.284>
- Henry, J. D., et Phillips, L. H. (2006). Covariates of production and perseveration on tests of phonemic, semantic and alternating fluency in normal aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 13(3-4), 529-551. <https://doi.org/10.1080/138255890969537>
- Ho, A. K., Sahakian, B. J., Robbins, T. W., Barker, R. A., Rosser, A. E., et Hodges, J. R. (2002). Verbal fluency in Huntington's disease: a longitudinal analysis of phonemic and semantic clustering and switching. *Neuropsychologia*, 40(8), 1277-1284. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(01\)00217-2](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00217-2)
- Jokeit, H., Heger, R., Ebner, A., et Markowitsch, H. J. (1998). Hemispheric asymmetries in category-specific word retrieval. *Neuroreport*, 9(10), 2371-2373. <https://doi.org/10.1097/00001756-199807130-00040>
- Laisney, M. (2011). L'évaluation et l'organisation de la mémoire sémantique. *Revue de neuropsychologie*, 3(3), 176-180. <https://doi.org/10.3917/rne.033.0176>

- Lanting, S., Haugrud, N., et 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.  
<https://doi.org/10.1017/S1355617709090237>
- Levine, D. A., Wadley, V. G., Langa, K. M., Unverzagt, F. W., Kabeto, M. U., Giordani, B., ...Galecki, A. T. (2018). Risk factors for poststroke cognitive decline: the REGARDS Study (Reasons for Geographic and Racial Differences in Stroke). *Stroke*, 49(4), 987-994. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.018529>
- Leskelä, M., Hietanen, M., Kalska, H., Ylikoski, R., Pohjasvaara, T., Mäntylä, R., et Erkinjuntti, T. (1999). Executive functions and speed of mental processing in elderly patients with frontal or nonfrontal ischemic stroke. *European Journal of Neurology*, 6(6), 653-661.  
<https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.1999.660653.x>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Hannay, H. J., et Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed.). Oxford University Press.
- Libon, D. J., McMillan, C., Gunawardena, D., Powers, C., Massimo, L., Khan, A., ...Moore, P. (2009). Neurocognitive contributions to verbal fluency deficits in frontotemporal lobar degeneration. *Neurology*, 73(7), 535-542.  
<https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181b2a4f5>
- Lo, J. W., Crawford, J. D., Desmond, D. W., Godefroy, O., Jokinen, H., Mahinrad, S., ...Staals, J. (2019). Profile of and risk factors for poststroke cognitive impairment in diverse ethnoregional groups. *Neurology*, 93(24), 2257-2271.
- Mathuranath, P. S., George, A., Cherian, P. J., Alexander, A. L., Sarma, S. G., et Sarma, P. S. (2003). Effects of age, education and gender on verbal fluency. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 25(8), 1057-1064.  
<https://doi.org/10.1076/jcen.25.8.1057.16736>
- Mitrushina, M., Boone, K. B., Razani, J., et D'Elia, L. F. (2005). *Handbook of normative data for neuropsychological assessment*. Oxford University Press.
- Nasr, N. (2017). Accidents ischémiques transitoires et accidents vasculaires cérébraux mineurs. *Pratique Neurologique-FMC*, 8(2), 86-90.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.praneu.2017.01.025>

- Ortega, J., et Remond-Besuchet, C. (2007). Fluence verbale : de 60 à 89 ans une épreuve standardisée en fonction du niveau d'études. *Glossa*, 101, 42-61.
- Piatt, A. L., Fields, J. A., Paolo, A. M., Koller, W. C., et Tröster, A. I. (1999). Lexical, semantic, and action verbal fluency in Parkinson's disease with and without dementia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 21(4), 435-443. <https://doi.org/10.1076/jcen.21.4.435.885>
- Piatt, A. L., Fields, J. A., Paolo, A. M., et Tröster, A. I. (2004). Action verbal fluency normative data for the elderly. *Brain and Language*, 89(3), 580-583. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2004.02.003>
- Piolino, P. (2008). A la recherche du self: théorie et pratique de la mémoire autobiographique dans la maladie d'Alzheimer. *L'Encéphale*, 34, 77-88. [https://doi.org/10.1016/S0013-7006\(08\)73285-8](https://doi.org/10.1016/S0013-7006(08)73285-8)
- Puy, L., et Cordonnier, C. (2019, mise à jour 13 mai). Accident vasculaire cérébral (AVC). Récupéré le 5 février 2020 du site de l'INSERM : <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/accident-vasculaire-cerebral-avc>
- Raoux, N., Amieva, H., Le Goff, M., Auriacombe, S., Carcaillon, L., Letenneur, L., et Dartigues, J. F. (2008). Clustering and switching processes in semantic verbal fluency in the course of Alzheimer's disease subjects: Results from the PAQUID longitudinal study. *Cortex*, 44(9), 1188-1196. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2007.08.019>
- Raoux, N., Le Goff, M., Auriacombe, S., Dartigues, J. F., et Amieva, H. (2010). Fluences verbales sémantiques et littérales: normes en population générale chez des sujets âgés de 70 ans et plus issus de la cohorte PAQUID. *Revue Neurologique*, 166, 594-605. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2010.01.012>
- Raskin, S. A., Sliwinski, M., et Borod, J. C. (1992). Clustering strategies on tasks of verbal fluency in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 30(1), 95-99. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(92\)90018-H](https://doi.org/10.1016/0028-3932(92)90018-H)
- Reiner, P., Crassard, I., et Lukaszewicz, A. C. (2013). Thrombose veineuse cérébrale. *Réanimation*, 22(6), 624-633. <https://doi.org/10.1007/s13546-013-0726-3>
- Robinson, G., Shallice, T., Bozzali, M., et Cipolotti, L. (2012). The differing roles of the frontal cortex in fluency tests. *Brain*, 135(7), 2202-2214. <https://doi.org/10.1093/brain/aws142>

- Roussel, M., et Godefroy, O. (2016). *La batterie GRECOGVASC : Evaluation et diagnostic des troubles neurocognitifs vasculaires avec ou sans contexte d'accident vasculaire cérébral*. De Boeck Supérieur.
- Ruff, R. M., Light, R. H., Parker, S. B., et Levin, H. S. (1997). The psychological construct of word fluency. *Brain and language*, 57(3), 394-405. <https://doi.org/10.1006/brln.1997.1755>
- Sarno, M. T., Postman, W. A., Cho, Y. S., et Norman, R. G. (2005). Evolution of phonemic word fluency performance in post-stroke aphasia. *Journal of communication disorders*, 38(2), 83-107. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2004.05.001>
- Scheuringer, A., Wittig, R., et Pletzer, B. (2017). Sex differences in verbal fluency: the role of strategies and instructions. *Cognitive processing*, 18(4), 407-417. <https://doi.org/10.1007/s10339-017-0801-1>
- Stuss, D. T., Alexander, M. P., Hamer, L., Palumbo, C., Dempster, R., Binns, M., ...Izukawa, D. (1998). The effects of focal anterior and posterior brain lesions on verbal fluency. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4(3), 265-278. <https://doi.org/10.1017/S1355617798002653>
- Sun, J. H., Tan, L., et Yu, J. T. (2014). Post-stroke cognitive impairment: epidemiology, mechanisms and management. *Annals of translational medicine*, 2(8). <https://doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2014.08.05>
- Tatemichi, T. K., Desmond, D. W., Stern, Y., Paik, M., Sano, M., et Bagiella, E. (1994). Cognitive impairment after stroke: frequency, patterns, and relationship to functional abilities. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 57(2), 202-207. <https://doi.org/10.1136/jnnp.57.2.202>
- Tremblay, C., Blais, J., Lachance, J., Ptito, A., Monchi, O., et Monetta, L. (2010). Évocation lexicale libre chez les patients atteints de la maladie de Parkinson: une analyse quantitative et qualitative des mots produits. *Revue de neuropsychologie*, 2(4), 273-282. <https://doi.org/10.3917/rne.024.0273>
- Tröster, A. I., Fields, J. A., Testa, J. A., Paul, R. H., Blanco, C. R., Hames, K. A., ...Beatty, W. W. (1998). Cortical and subcortical influences on clustering and switching in the performance of verbal fluency tasks. *Neuropsychologia*, 36(4), 295-304. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00153-X](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00153-X)

- Tröster, A. I., Woods, S. P., Fields, J. A., Hanisch, C., et Beatty, W. W. (2002). Declines in switching underlie verbal fluency changes after unilateral pallidal surgery in Parkinson's disease. *Brain and cognition*, *50*(2), 207-217. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(02\)00504-3](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(02)00504-3)
- Troyer, A. K. (2000). Normative data for clustering and switching on verbal fluency tasks. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, *22*(3), 370-378. [https://doi.org/10.1076/1380-3395\(200006\)22:3;1-V;FT370](https://doi.org/10.1076/1380-3395(200006)22:3;1-V;FT370)
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., et Winocur, G. (1997). Clustering and switching as two components of verbal fluency: evidence from younger and older healthy adults. *Neuropsychology*, *11*(1), 138-146. <https://doi.org/10.1037//0894-4105.11.1.138>
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., Winocur, G., Alexander, M. P., et Stuss, D. O. N. (1998). Clustering and switching on verbal fluency: The effects of focal frontal-and temporal-lobe lesions. *Neuropsychologia*, *36*(6), 499-504. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00152-8)
- Van der Linden, M., Seron, X., et Meulemans, T. (2014). L'évaluation des fonctions exécutives. Dans X. Seron et M. Van der Linden (Eds.), *Traité de Neuropsychologie Clinique de l'Adulte* (deuxième édition), (vol. 1), (p. 461-497). Paris : De Boeck Supérieur.
- Viader, F., Lambert, J., de la Sayette, V., Eustache, F., Morin, P., Morin, I. et Lechevalier, B. (2010). Aphasie. *EMC – Neurologie*, *7*(1), 1-35. [https://doi.org/10.1016/S0246-0378\(09\)51369-3](https://doi.org/10.1016/S0246-0378(09)51369-3)
- Wagner, S., Sebastian, A., Lieb, K., Tüscher, O., et Tadić, A. (2014). A coordinate-based ALE functional MRI meta-analysis of brain activation during verbal fluency tasks in healthy control subjects. *BMC Neuroscience*, *15*(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2202-15-19>
- Weiss, E. M., Ragland, J. D., Bressinger, C. M., Bilker, W. B., Deisenhammer, E. A., et Delazer, M. (2006). Sex differences in clustering and switching in verbal fluency tasks. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *12*(4), 502-509. <https://doi.org/10.1017/s1355617706060656>
- Whitney, C., Weis, S., Krings, T., Huber, W., Grossman, M., et Kircher, T. (2009). Task-dependent modulations of prefrontal and hippocampal activity during intrinsic word production. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*(4), 697-712. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21056>

# ANNEXES

### **Annexe 1 : Évolution des tâches de fluences verbales phonologiques**

<b>Auteurs</b>	<b>Modalités de la tâche</b>
Thurstone & Thurstone (1962), Pendleton et al (1982), Heaton et al (1991), Lezak et al (2004)	Mots en S (5m) et mots de quatre lettres en C (4m), à l'écrit
Bechtoldt et al (1962), Borkowski et al (1967), Benton et al (1967), Tombaugh et al (1999)	F, A, S à l'oral
Benton & Hamsher (1978), Benton et al (1994)	F, A, S + C, F, L ou P, R, W à l'oral (appelé test COWA (Controlled Oral Word Association Test))
Cavalli et al (1981)	P, F, L à l'oral
Nielsen et al (1989)	S, N, F à l'oral
Cardebat et al (1990)	P, R, V à l'oral
Ganguli et al (1991, 1993, 1996), Barr & Brandt (1996), Goldman et al (1998), Coffey et al (2001)	S, P à l'oral
Lannoo and Vingerhoets (1997)	N, A, K à l'oral
Lopez-Carlos et al (2003)	P, M, R à l'oral

## Annexe 2 : Évolution des tâches de fluences verbales sémantiques

Auteurs	Modalités de la tâche
Newcombe (1969)	Couleurs et espèces d'oiseaux en fluence alternée
Isaacs & Kennie (1973)	Couleurs, animaux, fruits et villes en alternance par tranche de 10 items
Rosen (1980), Morris et al (1989), Selnes et al (1991), Ganguli et al (1991, 1993), Monsch et al (1992), Ylikoski et al (1993), Simkins-Bullock et al (1994), Kozora & Cullum (1995), Barr & Brandt (1996), Beatty et al (1997), Crossley et al (1997), Kempler et al (1998), Epker et al (1999), Tombaugh et al (1999), Troyer (2000), Fama et al (2000), Acevedo et al (2000), Brady et al (2001), Rosselli et al (2002), Giovannetti et al (2003), Lopez-Carlos et al (2003), König et al (2018)	Noms d'animaux
Fuld (1981)	Noms propres de personnes de même sexe que le candidat, nourriture, légumes, choses qui rendent les gens heureux, choses qui rendent les gens tristes
Weingartner et al (1984)	Moyens de transport, parties d'une voiture
Villardita et al (1985)	Noms propres de personnes, aliments et animaux en alternance pendant 1m
Huff et al (1986)	Outils et vêtements
Monsch et al (1992), Randolph et al (1993), Simkins-Bullock et al (1994), Acevedo et al (2000), Miller (2003)	Fruits et légumes, nourriture, choses que les gens boivent
Monsch et al (1992), Kozora & Cullum (1995)	Prénoms
Monsch et al (1992), Kozora & Cullum (1995), Barr & Brandt (1996), Troyer (2000)	Articles trouvés dans un supermarché
Kozora & Cullum (1995)	États des États-Unis
Fama et al (2000)	Objets inanimés

# FIGURES

Figure 1 : Exemples de <i>clusters</i> (accolades) et de <i>switches</i> (flèches) dans les tâches de fluences verbales littérales et sémantiques, d'après Gierski <i>et al.</i> (2004).....	35
Figure 2 : Exemples de recouvrements de <i>clusters</i> , de haut en bas : animaux de la ferme, porcins, gibiers et oiseaux, avec trois recouvrements.....	37
Figure 3 : À gauche : exemples de <i>clusters</i> sémantiques dans une tâche littérale « P »; à droite : exemples de <i>clusters</i> phonologiques dans une tâche sémantique « animaux ».....	38

# GRAPHIQUE

Graphique 1 : Performances moyennes des indices stratégiques chez les patients AVC et les sujets témoins.....	46
---	----

# TABLEAUX

Tableau 1 : Principales caractéristiques démographiques des patients AVC.....	30
Tableau 2 : Batterie francophone d'harmonisation GRECogVASC.....	31
Tableau 3 : Performances moyennes des sujets en fluences « P » et « animaux » selon les deux indices, pour les groupes examinateurs 1 et 2 et coefficients de corrélation intraclasse.....	42
Tableau 4 : Performances moyennes des patients AVC et des témoins aux deux tâches de fluences.....	43
Tableau 5 : Taille moyenne des <i>clusters</i> et nombre moyen de <i>switches</i> en fluence « P » et « animaux » à 1 minute.....	44

## RÉSUMÉ

**Titre :** Profils de déficits des fluences verbales après un accident vasculaire cérébral. *Analyse quantitative et qualitative.*

Les AVC sont fréquemment associés à des troubles dysexécutifs et langagiers pouvant se traduire par une altération des performances aux tâches de fluences verbales. Toutefois la littérature n'est pas unanime quant aux profils de déficits rencontrés et aux régions cérébrales qui les sous-tendent. Ce mémoire se propose d'étudier les performances de patients AVC (N= 337) issus de la cohorte GRECogVASC à partir des tâches de fluences phonologique « P » et sémantique « Animaux », en comparaison à des sujets contrôles (N=852) de cette même cohorte. Une analyse quantitative et une analyse qualitative d'après Troyer *et al.* (1997) et selon une méthode « Amiens » adaptée de Raskin *et al.* (1992) ont été réalisées. L'analyse de comparaison a montré une diminution de la production de mots dans les deux fluences avec un déclin supérieur pour la fluence « P » et l'étude des profils a mis en avant une diminution du nombre de *switches* chez les patients. La comparaison des méthodes d'analyse qualitatives a montré une corrélation plus élevée entre les indices stratégiques « Amiens » et la performance. Aussi, la méthode « Amiens » était la plus prédictive de la pathologie pour la fluence «P». Enfin, des liens entre le déficit en fluence « Animaux » et les lésions des régions frontale gauche (en production globale et nombre de *switches*), temporo-pariéto-occipitale gauche et frontale droite (en taille de *clusters*) sont ressortis.

**Mots clés :** fluences verbales, accident vasculaire cérébral, étude rétrospective, switch, cluster, GRECogVASC, GREFEX

## ABSTRACT

**Title :** Profiles of verbal fluency deficits after stroke. *Quantitative and qualitative analysis.*

Strokes are frequently associated with dysexecutive and language impairments that can result in impaired performance on fluency tasks. However, the literature is not unanimous as to the profiles of the deficits encountered and the brain regions underlying them. This dissertation proposes to study the performance of stroke patients (N=337) from the GRECogVASC cohort using phonological fluency task "P" and semantic fluency task "Animal", compared to control subjects (N=852) from the same cohort. A quantitative analysis and a qualitative analysis according to Troyer *et al.* (1997) and using an "Amiens" method adapted from Raskin *et al.* (1992) were performed. The comparison analysis showed a decrease in word production in both fluency tasks with a greater decline for the "P" fluency and the profile study highlighted a decrease in the number of *switches* in the patients. Comparison of qualitative analysis methods showed a higher correlation between the "Amiens" strategic indices and performance. Also, the "Amiens" method was the most predictive of pathology for fluence "P". Finally, links between "Animal" fluency deficits and lesions of the left frontal (in overall production and number of *switches*), left temporal-parieto-occipital and right frontal regions (in *cluster* size) were found.

**Keywords:** verbal fluency, stroke, switch, cluster, retrospective study, GRECogVASC, GREFEX

**Nombre de pages du mémoire :** 72

**Nombre de références bibliographiques :** 93