



UNIVERSITE PAUL SABATIER – TOULOUSE III

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE RANGUEIL

ENSEIGNEMENT DES TECHNIQUES DE READAPTATION

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

**Effet de la pathologie sur la performance
lexico-sémantique en utilisant Evolex :
le cas des sujets traumatisés crâniens**

Année universitaire 2017-2018

Apolline EMERY

Sous la direction de :

Xavier de BOISSEZON, médecin spécialiste en médecine physique et réadaptation fonctionnelle, PU-PH, Médecine Physique et de Réadaptation, Inserm U825 – Imagerie Cérébrale et Handicap Neurologique

Lola DANET, orthophoniste, PhD, Service Neurologie CHU Purpan, Unité ToNIC
Inserm

Mélanie JUCLA, enseignante-chercheuse, Université Toulouse - Jean Jaurès,
laboratoire Octogone-Lordat

REMERCIEMENTS

Je souhaite avant tout remercier mes maîtres de mémoire, Xavier de Boissezon, Lola Danet et Mélanie Jucla, pour leur soutien et leurs conseils aux différentes étapes de ce travail : lors du recrutement des patients, de l'écriture du manuscrit, des analyses statistiques.

Je suis reconnaissante envers les chercheurs de l'IRIT, Julien Pinquier, Jérôme Farinas et Maxime Le Coz, pour leur aide technique.

Merci également à Anne Béligné et Enzo Clerici pour cette année passée ensemble à travailler sur les données du logiciel Evolex.

J'aimerais exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont pris le temps de réaliser ces tests et merci pour ces beaux échanges.

Merci aux membres du jury pour leur lecture de ce travail.

Un grand merci à mes amies bordelaises et toulousaines rencontrées grâce à cette formation et avec qui j'ai passé d'agréables années étudiantes.

Je souhaite également remercier mes maîtres de stage pour leurs réflexions et le temps qu'ils m'ont consacré durant ces années d'études.

Enfin, un grand merci à mes proches pour leurs sourires, leur soutien, leurs relectures et tous ces moments de bonheur, de bons repas et de partage !

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	2
TABLE DES MATIERES	3
SYNTHESE	6
INTRODUCTION	10
CADRE THEORIQUE	11
1 Les processus lexico-sémantiques et leurs évaluations.....	11
1.1 Accès lexical : modèles théoriques	11
1.2 Réseaux sémantiques.....	12
1.3 Evaluations spécifiques des processus lexico-sémantiques.....	14
2 Le traumatisme crânien	18
2.1 Définition du traumatisme crânien et évaluation de la sévérité	18
2.2 Epidémiologie.....	19
2.3 Types de lésions cérébrales.....	19
2.4 Tableau clinique du sujet traumatisé crânien.....	19
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES	25
1 Objectif de l'étude.....	25
2 Problématique.....	25
3 Hypothèses.....	25
3.1 Hypothèse générale	25
3.2 Hypothèses secondaires.....	25
METHODOLOGIE	28
1 Population	28
1.1 Groupe expérimental (n1).....	28
1.2 Groupe contrôle (n2).....	28
1.3 Appariement des deux groupes : sujets contrôles et sujets traumatisés crâniens.....	29
2 Plan d'étude	30
3 Matériel.....	31
3.1 Notice explicative	31
3.2 Consentement de participation à l'étude Evolex	31
3.3 Anamnèse.....	31
3.4 Tâches contrôles.....	32
3.5 Tâches expérimentales.....	33
4 Procédure.....	34

4.1	Lieux	34
4.2	Ordre de passation du protocole Evolex	34
5	Variables	36
6	Analyses	36
6.1	Analyses statistiques et types de comparaisons selon les hypothèses posées	36
6.2	Etapas conduisant aux analyses statistiques	37
PRESENTATION DES RESULTATS		41
1	Présentation des deux populations et des données exploitables	41
1.1	Répartition et caractéristiques démographiques des deux populations	41
1.2	Caractéristiques neuropsychologiques des sujets traumatisés crâniens	42
1.3	Nombre de données traitées et analysées	42
2	Traumatisme crânien et temps de traitement des processus lexico-sémantiques	44
2.1	Temps de réaction aux tâches de dénomination et de génération	44
2.2	Intervalles de temps inter-réponses aux tâches de fluences	44
3	Traumatisme crânien, organisation du stock lexical et sélection lexicale	45
3.1	Nombre de réponses valides aux trois types de tâches	45
3.2	Fréquence lexicale des réponses valides à la tâche de génération	46
3.3	Relations sémantiques entre le stimulus et la réponse	47
4	Traumatisme crânien et performances exécutives	49
3.1.	Performances aux tests neuropsychologiques	49
4.2	Taux de répétition du stimulus à l'épreuve de génération	51
4.3	Corrélation intra-groupe entre les performances neuropsychologiques et les temps de réaction aux épreuves de dénomination, de génération et de fluences	51
4.4	Corrélation intra-groupe entre les performances neuropsychologiques et les taux de réponses valides aux tâches de dénomination, de génération et de fluences	52
DISCUSSION		55
1	Discussion des résultats et validation des hypothèses	55
1.1	Augmentation du temps de traitement des processus lexico-sémantiques	55
1.2	Atteinte de la sélection lexicale	56
1.3	Atteinte de l'organisation du stock lexical	58
1.4	Préservation du stock lexico-sémantique et déficit du stock lexico-phonologique	60
1.5	Rôle de l'atteinte des fonctions exécutives	60
2	Limites et perspectives	63
2.1	Limites liées à la population	63
2.2	Limites liées à la passation	63
2.3	Limites liées à la correction	64

2.4	Perspectives	64
3	Apports de l'étude pour la pratique orthophonique	65
3.1	Confirmation de l'utilité d'intégrer la génération de mots dans l'évaluation du langage oral.....	65
3.2	Prise en charge du langage oral et des fonctions exécutives.....	66
	CONCLUSION	67
	BIBLIOGRAPHIE.....	68
	ABREVIATIONS	74
	ANNEXES	75
	TABLE DES ILLUSTRATIONS	84
1	Liste des titres des tableaux	84
2	Liste des titres des figures.....	84
	RESUME	85
	ABSTRACT	86

SYNTHESE

Introduction de la problématique

La production de la parole consiste en un enchaînement d'étapes interconnectées. En effet, la sélection d'un mot dans le lexique mental demande de choisir le concept à véhiculer pour ensuite l'encoder sémantiquement et phonologiquement. Un échange continu sur l'information à transmettre existe entre ces deux encodages (Ferrand, 2001). Une fois cette étape terminée, le mot peut alors être articulé. Une sélection lexicale efficace nécessite un lexique mental organisé. La représentation d'un concept serait constituée de plusieurs attributs sémantiques liés les uns aux autres. Autrement dit, il existerait un lien entre les propriétés visuelles, auditives, motrices et proprioceptives d'une représentation sémantique (Carbonnel, Charnallet, & Moreaud, 2010).

Plusieurs tâches langagières permettent d'étudier ces processus lexico-sémantiques. Tout d'abord, la tâche de dénomination d'images va rechercher des déficits de nature lexico-sémantique et/ou lexico-phonologique. La tâche de génération de mots explore également ces deux types de déficits, mais aussi les relations établies entre deux mots et, donc, l'organisation du stock lexical. Les fluences verbales sémantiques et phonologiques, enfin, permettent d'évaluer la préservation du stock lexical et les stratégies de recherche d'un mot en mémoire (Gierski & Ergis, 2004). L'intervention de stratégies de recherche souligne que les fluences verbales ne font pas uniquement appel aux processus lexico-sémantiques. D'autres fonctions sont ici analysées : les fonctions mnésiques, exécutives et attentionnelles.

Notre étude a donc cherché à savoir comment fonctionnaient ces processus lexico-sémantiques quand une pathologie touchait à la fois les fonctions langagières, mnésiques, exécutives et attentionnelles. Le traumatisme crânien peut altérer ces différentes capacités (Cohadon, Castel, Richer, Mazaux, & Loiseau, 2008; Godefroy, 2008; Ponsford & Kinsella, 1992). Notre étude s'est donc tournée vers cette lésion cérébrale pour observer l'effet du traumatisme crânien sur les processus lexico-sémantiques. L'hypothèse principale de ce travail postule que le traumatisme crânien influe sur ces processus. Il engendrerait, en effet, un ralentissement du traitement de l'information, ainsi qu'une perturbation de l'organisation du stock lexical et de la sélection lexicale. Mais, ce ralentissement et cette désorganisation du traitement de l'information seraient engendrés par une réduction des performances exécutives.

Méthodologie

Pour vérifier ces hypothèses, nous avons défini deux groupes d'étude : un groupe expérimental de dix personnes avec un traumatisme crânien et un groupe contrôle de dix sujets sains. Ces deux populations ont été appariées en âge, sexe et niveau d'études.

Après leur avoir posé des questions d'anamnèse, nous leur avons fait passer des tests cognitifs et des tâches langagières. Ces tests cognitifs standards sont la Montreal Cognitive Assessment (MoCA), les empans endroit et envers, le Trail Making Test (TMT) et le test du Stroop. Les tâches langagières, tâches expérimentales, ont été réalisées et enregistrées par ordinateur grâce au logiciel Evolex, logiciel utilisant la reconnaissance vocale et en cours de validation. Evolex propose une tâche de dénomination de 60 images, une tâche de génération de mots comprenant également 60 items, ainsi que deux tâches de fluences verbales sémantiques (fruits, animaux) et deux tâches de fluences verbales phonologiques (mots commençant par [r], par [v]). L'ordre des épreuves a été modifié entre les deux groupes afin de réduire la fatigue mentale des sujets traumatisés crâniens, fatigabilité liée aux efforts fournis pour compenser les troubles cognitifs (Azouvi & Belmont, 2010). Pour cela, nous avons alterné les épreuves en fonction de leur mode de traitement (visuo-verbal ou auditivo-verbal) et de leur complexité. En outre, l'apathie se retrouvant souvent après un traumatisme crânien et pouvant avoir un impact sur les réponses de la population pathologique, nous avons voulu mesurer ce facteur de confusion dans ce groupe grâce à l'échelle de Starkstein.

Puis, les données neuropsychologiques ont été regroupées dans un fichier Excel. Les tests langagiers, quant à eux, ont nécessité une étape de correction via une plateforme web, la reconnaissance vocale du logiciel n'étant pas totalement efficace. Les mots mal retranscrits informatiquement ont donc été modifiés. Les chercheurs de l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, s'occupant de la partie technique du logiciel, ont alors extrait toutes les données. Ensuite, seules les réponses valides et les temps de réaction non aberrants ont été sélectionnés pour réaliser les analyses statistiques. Nous avons comparé les réponses et les temps de réaction aux tests langagiers entre les deux populations (test non paramétrique de Mann-Whitney) afin d'observer l'effet du traumatisme crânien sur les processus lexico-sémantiques. Dans le groupe expérimental, nous avons recherché une corrélation (test de Spearman) des résultats des tests cognitifs avec les réponses et les temps de réaction aux tâches langagières afin d'objectiver un lien entre le traumatisme crânien et le ralentissement et la désorganisation du traitement de l'information.

Résultats

Les sujets traumatisés crâniens ont des temps de réaction et des intervalles de temps inter-réponses plus longs que les sujets contrôles en dénomination et à la fluence des animaux. De plus, ils donnent significativement moins de réponses valides en génération et en fluences sémantiques et produisent plus de mots fréquents en génération. A cette dernière tâche, l'analyse des relations sémantiques entre le stimulus et la réponse met en évidence une homogénéité de la nature des réponses valides entre les deux populations. En revanche, les relations sémantiques entre les stimuli et les réponses invalides sont très différentes d'un groupe à l'autre. Si les erreurs des sujets contrôles sont surtout de nature grammaticale, celles des personnes présentant un traumatisme crânien sont surtout des expressions et des répétitions du stimulus. Cette hétérogénéité des relations sémantiques se retrouve dans l'analyse des réponses invalides en dénomination d'images. A cette tâche, les patients traumatisés crâniens produisent plus de périphrases, d'erreurs phonologiques, d'associés (deux mots dont le lien sémantique ne peut être décrit spécifiquement) et de réponses partie-tout (méronymes, holonymes).

Concernant les performances cognitives, les scores visuo-exécutifs et mnésiques de la MoCA sont significativement plus bas chez les traumatisés crâniens. Ces derniers sont aussi plus lents que les sujets contrôles au TMT. Une corrélation entre ces deux tests nous a d'ailleurs permis de constater que plus les sujets pathologiques ont un score faible à la MoCA, plus la différence de temps entre les planches B et A du TMT est grande. En outre, au sein de la population avec un traumatisme crânien, le score mnésique à la MoCA est significativement corrélé avec le temps de réaction en dénomination. Plus le score mnésique est faible, moins les patients dénomment correctement les images. Une corrélation significative est aussi observée entre la fluence en [r] et le TMT, ainsi qu'avec la MoCA. Dans le premier cas, plus l'écart entre les deux planches du TMT est court, plus celui entre les mots en [r] l'est également. Dans le second cas, plus le score à la MoCA est élevé, moins l'intervalle inter-réponses est long. Les épreuves de la MoCA entraînant cette corrélation sont celles évaluant la mémoire, l'attention et l'abstraction. Enfin, le taux de réponses valides en dénomination d'images est significativement corrélé avec les performances temporelles des tests du Stroop et du TMT. Autrement dit, plus les patients traumatisés crâniens sont rapides au Stroop et au TMT, plus ils donnent de bonnes réponses en dénomination. Le TMT est également corrélé avec les deux fluences verbales sémantiques. Plus l'écart entre les deux planches du TMT est grand, moins les patients produisent des noms de fruits et d'animaux.

Discussion - Conclusion

Le traumatisme crânien a donc un effet sur certains processus lexico-sémantiques. Les résultats montrent effectivement son impact significatif sur le temps de traitement de l'information. Cette influence est également significative sur l'atteinte de la sélection lexicale et de l'organisation du stock lexical. En revanche, les analyses soulignent une préservation des représentations lexico-sémantiques et une altération du stock lexico-phonologique. Enfin, le traumatisme crânien présente une conséquence significative sur l'atteinte des performances exécutives. L'altération de la flexibilité mentale et de l'inhibition notamment influent sur le temps et la qualité de la réponse en dénomination et en fluences.

Néanmoins, plusieurs points demandent de nuancer ces résultats comme l'effectif restreint de notre population, l'apathie présente chez 77,8% des patients, la fatigabilité des patients malgré un ordre de passation modifié. La variabilité de la distance de l'accident d'une personne à l'autre est aussi une limite de notre étude. De plus, les patients n'avaient pas le même âge lors de leur accident et la moitié d'entre eux avait bénéficié ou bénéficiait encore d'une prise en charge orthophonique au moment du test. Or, ce sont des facteurs de récupération selon Cohadon (Cohadon et al., 2008). Enfin, notre travail présente des limites techniques et demande de perfectionner la reconnaissance vocale et l'harmonisation des consignes de passation et de correction.

Bibliographie

- Azouvi, P., & Belmont, A. (2010). Le handicap invisible : principaux troubles cognitifs et comportementaux après un traumatisme crânien sévère. In *Expertise après traumatisme crânien* (pp. 15–20). Paris Montpellier: Sauramps Médical.
- Carbonnel, S., Charnallet, A., & Moreaud, O. (2010). Organisation des connaissances sémantiques : des modèles classiques aux modèles non abstraits. *Revue de neuropsychologie*, *me 2*(1), 22–30.
- Cohadon, F., Castel, J., Richer, E., Mazaux, J., & Loiseau, H. (2008). *Les traumatisés crâniens : de l'accident à la réinsertion* (3e édition). Rueil-Malmaison: Arnette.
- Ferrand, L. (2001). La production du langage : une vue d'ensemble. *Psychologie Française*, (46), 3–15.
- Gierski, F., & Ergis, A.-M. (2004). Les fluences verbales : aspects théoriques et nouvelles approches. *L'Année psychologique*, *104*(2), 331–359.
- Godefroy, O. (2008). *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques: évaluation en pratique clinique*. Marseille: Solal.
- Ponsford, J., & Kinsella, G. (1992). Attentional deficits following closed-head injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *14*(5), 822–838.

INTRODUCTION

D'après Pinker (cité par Ferrand, 2001), un individu connaît environ 60 000 mots. Cet immense répertoire s'appelle le lexique passif. Néanmoins, selon Levelt, également cité par Ferrand, seulement la moitié serait exploitée par le sujet. L'individu utilise ce lexique actif pour communiquer. Lors d'une conversation, le traitement cognitif permettant d'accéder à un concept entendu et de sélectionner un mot pour y répondre est donc très rapide. Comment fonctionnent ces processus lexico-sémantiques et où cela se joue-t-il dans le cerveau ? La littérature tente de répondre à ces questions en observant notamment les personnes chez qui ces processus dysfonctionnent. Ces études permettent d'établir des modèles des processus langagiers et de leurs relations.

Mais, ces derniers n'agissent pas seuls et font notamment appel aux capacités mnésiques, exécutives et attentionnelles. Pour sélectionner un mot, il est certes nécessaire d'avoir un lexique mental intègre, mais aussi d'avoir mémorisé ce terme et ce qu'il représente, d'inhiber les autres concepts gravitant autour de lui, de maintenir l'information en mémoire, etc. Or, comment les processus lexico-sémantiques fonctionnent-ils quand une pathologie comme le traumatisme crânien entraîne à la fois des troubles langagiers et cognitifs ? Ces mécanismes sont-ils différents entre un groupe de personnes sans altération cérébrale avec un échantillon de patients ayant subi un traumatisme crânien ?

Après avoir rappelé les théories sur l'accès lexical et les réseaux sémantiques, nous développerons les épreuves qui permettent de les évaluer. La présentation des lésions cognitives et langagières suite à un traumatisme crânien et la comparaison des deux groupes de personnes nous permettront d'analyser l'effet du traumatisme crânien sur le stock lexical en lui-même, son organisation et la sélection de l'information. Ce projet s'inscrit dans la validation d'un protocole d'évaluation du langage via un logiciel de reconnaissance vocale appelé Evolex. Il est actuellement en cours de normalisation sur des sujets sains. Il propose trois tâches langagières mesurant la performance lexicale (dénomination d'images, génération de mots, fluences phonologiques et sémantiques) et des tâches évaluant le raisonnement global (MoCA, Trail Making Test, empans endroit et envers, test du Stroop). Ces tâches vont nous permettre d'observer si le traumatisme crânien a un impact sur les performances lexico-sémantiques.

CADRE THEORIQUE

1 Les processus lexico-sémantiques et leurs évaluations

1.1 Accès lexical : modèles théoriques

1.1.1 Etapes de la production de la parole

Trois grandes étapes interviennent dans la production de la parole. L'idée globale du message à transmettre se crée dans la phase de conceptualisation de l'information. Ensuite, dans la phase de lexicalisation du message – ou accès lexical, viennent le choix et l'organisation des mots permettant de transmettre l'information élaborée lors de l'étape de conceptualisation. Cette deuxième phase se compose de deux sous-étapes : une étape de codage sémantique et syntaxique, puis une étape de codage morfo-phonologique. La première consiste à récupérer les lemmes, c'est-à-dire les « *entité[s] abstraite[s] correspondant aux propriétés sémantiques et syntaxiques d'un mot donné* ». La seconde joue un rôle dans le choix des lexèmes, c'est-à-dire les « *entité[s] abstraite[s] correspondant aux propriétés phonologiques d'un mot donné (le nombre de syllabes et la nature des phonèmes)* » (Ferrand, 2001). Si de nombreuses études s'accordent sur ces deux sous-étapes, leur ordre chronologique et l'agencement des liens entre elles suscitent toujours des débats. Enfin, l'articulation du message, phase cognitive et motrice, compose la troisième et dernière étape de la production de la parole. La schématisation de ces étapes par Ferrand est proposée en annexe I.

1.1.2 Enchaînement de ces étapes selon différents modèles

Selon le modèle discret strictement sériel soutenu par Levelt (1991, 1999), la parole est produite grâce à une succession d'étapes, étapes sur lesquelles il est impossible de revenir. Chaque module dépend du bon fonctionnement du précédent, sans lequel il ne peut être activé. Cette nécessité qu'une étape soit finie pour en commencer une autre est remise en question par les modèles en cascade, notamment développés par Humphreys et ses collaborateurs (1988). Dans ce fonctionnement de production de la parole, même si le premier niveau d'encodage n'est pas terminé, le second peut commencer à partir du moment où il considère qu'un traitement peut être effectué. Des traitements entre niveaux se produisent alors parallèlement. Dans les modèles interactifs proposés par Dell (1985, 1986), on retrouve la notion de cascade à laquelle s'ajoute « *une interaction continue [...], un dialogue permanent entre l'étape d'encodage sémantique et l'étape d'encodage*

phonologique » (Ferrand, 2001). Ce modèle repose sur l'effet de biais lexical, les erreurs mixtes et la chronométrie mentale. Le biais lexical consiste en la production d'un mot phonologiquement proche du mot-cible (« *il confie* » pour « *il convie les Français* »). Souvent le sens du mot donné par erreur a un rapport avec le contexte de la phrase. Cette erreur phonologique, qui a donc un lien sémantique avec le mot-cible, suggère « *un recouvrement partiel entre l'étape sémantique précoce et l'étape phonologique tardive de la récupération des mots* » (Ferrand, 2001). Ainsi, si un mot est lié à la fois sémantiquement et phonologiquement au mot-cible, alors « *il va être activé conjointement par les traits sémantiques et les segments phonologiques* » (Ferrand, 2001). Enfin, le modèle en réseaux indépendants de Caramazza (1997) est un modèle en cascade qui, contrairement aux autres, n'intègre pas une étape de récupération de lemmes. Caramazza développe l'idée de liens directs entre les représentations sémantiques et les représentations morpho-phonologiques. De plus, dans cette théorie, « *l'activation en provenance du niveau sémantique se propage simultanément et indépendamment vers les réseaux syntaxique et lexémique* » (Bonin, 2003d).

Les recherches privilégiant actuellement le modèle en cascade avec une interactivité entre les stades phonologique et sémantique (Cutting & Ferreira, 1999; Damian & Martin, 1999; Humphreys, Riddoch, & Quinlan, 1988), nous nous appuyerons dessus pour comparer les processus lexico-sémantiques entre les sujets sans lésions cérébrales et les sujets traumatisés crâniens.

1.2 Réseaux sémantiques

1.2.1 Organisation anatomique et fonctionnelle du langage dans le cerveau

Le traitement cérébral du langage s'effectue grâce à une organisation anatomofonctionnelle en réseaux (Habib, Giraud, Rey, & Robichon, 2003). Plusieurs études soulignent « *l'organisation en réseau des processus sémantiques* » (Habib et al., 2003). Les conclusions de ces travaux sont répertoriées par Habib, Giraud, Rey et Robichon et notées ci-après. Ainsi, Démonet et ses collaborateurs observent par deux fois (en 1992 et en 1994) que les activations sémantiques des mots se situent dans le cortex préfrontal gauche (notamment dans la partie supérieure), le cortex temporal moyen et inférieur gauche et le cortex pariétal inférieur gauche et droit. En 1996, pour Vandenberghe, Price, Wise, Josephs

et Frackowiak, quand on établit un lien entre deux mots parlés, l'activation cérébrale est plutôt temporelle moyenne et frontale inférieure. La même année, l'étude de Martin, Wiggs, Ungerleider et Haxby conclut que le système sémantique se distribuerait à différents endroits dans le cortex cérébral en fonction de la catégorie lexicale des mots. Cette idée rejoint celle sur les « *zones de médiations* » de Damasio (1992). Pour lui, il y a l'aire « *classique* » du langage autour de laquelle gravitent des zones plus spécifiques. Chacune de ces zones correspond à une catégorie de mots et de concepts. Ainsi, la zone de médiation des verbes est plutôt frontale inférieure, celle des noms plutôt temporelle inférieure et celle des couleurs est occipitale inférieure.

1.2.2 *Conceptualisation de l'organisation des connaissances sémantiques*

Plusieurs facteurs participent à l'organisation des mots dans le lexique mental : l'âge d'acquisition, la ressemblance (morphologique, phonologique...), la catégorie grammaticale, la fréquence d'utilisation d'un mot (Bogliotti, 2012). Ce concept de fréquence lexicale est une « *notion statistique du langage [...] correspond[ant] pour un mot donné au nombre d'occurrences de ce mot par rapport à un corpus de mots déterminés* » (Bonin, 2003a). Dans les années 1980, Warrington et Shallice proposent une « *théorie de l'organisation sémantique sensorielle/fonctionnelle* » (Bonin, 2003c). Selon eux, les mots sont rangés dans le système sémantique soit en fonction de leurs traits sensoriels, soit en fonction de leurs traits fonctionnels. Les choses vivantes (animaux, fruits...) sont plus souvent récupérées grâce à leurs informations perceptives et les choses non-vivantes (outils, meubles...) grâce à leurs informations fonctionnelles. A la fin des années 1990, Shelton et Caramazza proposent quant à eux une organisation des connaissances sémantiques en domaines (animaux, végétaux, produits manufacturés), chaque domaine ayant des caractéristiques spécifiques (Bonin, 2003c).

S'inscrivant dans la continuité de la théorie sensori-fonctionnelle, le modèle actuel le plus communément admis veut que la représentation d'un concept soit divisée « *en sous-systèmes interconnectés d'attributs sémantiques* » (Carbonnel et al., 2010), et ce, en fonction du mode d'acquisition du concept. Carbonnel prend l'exemple de la représentation du piano. Elle aurait plusieurs attributs en fonction des caractéristiques visuelles, auditives, motrices et proprioceptives de cet instrument, de son nom, etc. Ces attributs se situeraient dans différentes aires cérébrales : auditives pour le son, langagières pour le nom, etc. Patterson, cité par Carbonnel, ajoute à cette conception l'hypothèse d'un « *hub* » sémantique qui

relierait l'ensemble des propriétés d'une représentation sémantique. La figure 1 reprend d'ailleurs la représentation, réalisée par Carbonnel, des liens entre le hub et les attributs sémantiques. Selon cette théorie, les différents attributs d'un même concept ne seraient pas reliés entre eux directement, mais par le biais du *hub*. De ce fait, « *l'activation d'une unité conceptuelle au sein du hub provoquerait celle de l'ensemble des attributs définissant le concept, permettant ainsi d'évoquer sa signification* » (Carbonnel et al., 2010). D'un point de vue anatomique, ce *hub* se situerait dans les deux lobes temporaux antérieurs. Ce concept actuel étaiera notre réflexion sur l'organisation des connaissances sémantiques suite à un traumatisme crânien.

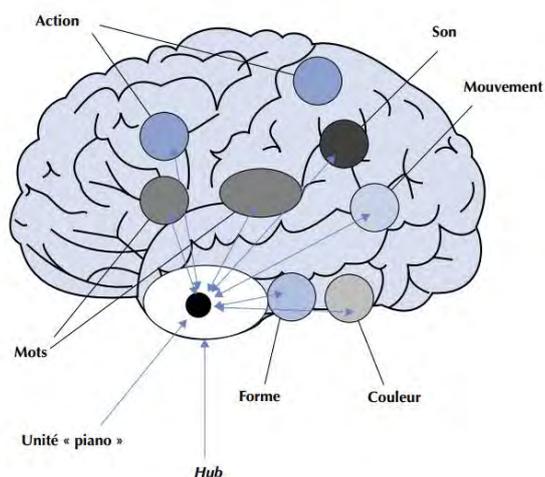


Figure 1. « Représentation distribuée des concepts et « hub » sémantique (inspirée de Patterson) », Carbonnel et al. 2010

1.3 Evaluations spécifiques des processus lexico-sémantiques

1.3.1 Dénomination

La tâche de dénomination consiste pour le sujet à donner le nom du stimulus qui lui est présenté (Bonin, 2003b). Le stimulus peut être auditif, visuel (dessin, photographie), tactile...

Cette tâche est fréquemment utilisée pour évaluer la production orale d'un mot. Le stimulus est généralement visuel. Deux éléments sont pris en compte dans cette évaluation spécifique : la réponse du sujet et le temps de réaction entre la présentation du stimulus et la production du participant. Le temps de réaction se situe en moyenne entre 600 et 1200 ms (Bonin, 2003b). Bonin précise qu'il est admis que les processus lexico-sémantiques de la production verbale ont lieu durant l'intervalle de temps entre le début de la présentation de l'image et la réponse du sujet.

Si le sujet produit des erreurs, cela peut s'expliquer par deux types de défauts : des défauts de nature lexico-sémantique et des défauts de nature lexico-phonologique (Rousseau & Valette-Fruhinsholz, 2010).

Les défauts de nature lexico-sémantique s'expliquent eux-mêmes par deux types d'altérations. L'atteinte peut être un problème d'*accès* aux représentations sémantiques, mais les concepts sont encore préservés. Hormis quelques cas de « *dénomination sans sémantique* » (Bonin, 2003c; Brennen, 1996), si le sujet n'a pas le concept de l'image qui lui est présentée, alors il accèdera difficilement à sa représentation phonologique. La seconde atteinte concerne le *stock* lui-même et, dans ce cas, les représentations sémantiques sont touchées et se dégradent. Dans le premier cas, la nature des erreurs est variable alors que, dans le second cas, l'examineur peut remarquer une constance dans le type d'erreurs produites. En général, dans les problèmes lexico-sémantiques, il est retrouvé un manque du mot, des paraphrasies sémantiques (ou verbales) et des périphrases (Rousseau & Valette-Fruhinsholz, 2010).

Les défauts de nature lexico-phonologique ont également deux explications : une atteinte d'*accès* au stock phonologique et une atteinte du *stock* phonologique lui-même. Dans le cas de l'atteinte d'*accès* au stock phonologique, le problème vient d'un défaut d'*accès* au lexique de sortie (Rousseau & Valette-Fruhinsholz, 2010). Ici, on va retrouver un manque du mot qui se traduit par « *une absence de réponse, des conduites d'approche, des définitions par l'usage ou encore des circonlocutions* ». Quand le lexique phonologique est lui-même atteint, on retrouvera des erreurs phonologiques comme des « *paraphrasies phonémiques proches ou non du mot-cible, des périphrases, des conduites d'approche phonémique* » (Rousseau & Valette-Fruhinsholz, 2010). C'est le phénomène du « mot sur le bout de la langue ». En 1991, Burke (cité par Brown, 2000) note que ce phénomène implique un défaut dans la sélection des mots. Le mot est présent dans le lexique de la personne, mais il est temporairement inaccessible. Ce terme n'est pas inconnu et le phénomène du mot sur le bout de la langue laisse un sentiment de familiarité, de reconnaissance (Brown, 2000). Dans ce phénomène, la représentation sémantique – ou lemme – est disponible, alors que la forme phonologique – ou lexème – fait défaut. Cette manifestation permet à Ferrand d'avancer que l'*accès* au lexique se compose bien de deux étapes et que ces dernières peuvent se distinguer l'une de l'autre (Ferrand, 1994).

1.3.2 Génération

La tâche de génération – ou d'association de mots – consiste pour le sujet à donner le premier mot auquel il pense quand il entend un stimulus (Gaume et al., soumis). Ce dernier peut être présenté oralement par l'examineur.

Selon De La Haye, cette tâche est « *la plus appropriée et la plus utilisée pour mettre en évidence [l'] organisation des connaissances en mémoire et identifier ce qui constitue un « réseau associatif »* » (De La Haye, 2003). Les éléments retenus dans la tâche de génération sont la nature du mot produit et le temps de réaction entre le début du stimulus et la réponse du sujet (Bonin, Méot, Ferrand, & Bugaïska, 2013). Crosson remarque qu'un mot sera plus spontanément sélectionné par l'interface lexico-sémantique s'il est régulièrement produit et/ou rencontré par le sujet ou s'il vient d'être entendu (Crosson, 2013). Autrement dit, plus un mot est fréquent, plus il risque d'être produit par le sujet. Pour la langue française, il est possible de connaître la fréquence lexicale d'un mot grâce à la base informatisée LEXIQUE par exemple (New, Pallier, Ferrand, & Matos, 2001). Cette base de données est accessible sur Internet. Dans la tâche de génération de mots, la fréquence du stimulus influence sa reconnaissance et donc le temps de réaction : plus un mot est fréquent dans la langue, plus le temps pour le reconnaître est court (Frauenfelder & Nguyen, 2003).

Les erreurs produites par le sujet peuvent être les mêmes que celles évoquées pour l'épreuve de dénomination : un manque du mot, des paraphrasies sémantiques et/ou phonémiques, des périphrases, des conduites d'approche phonémiques... Afin de réduire les erreurs liées à la présentation du stimulus, dans le protocole Evolex ces stimuli sont présentés grâce à un outil de synthèse vocale (Gaume et al., soumis). Ainsi, toutes les personnes les entendent de la même manière. Le protocole Evolex permet également de collecter informatiquement la réponse du sujet (grâce au principe de reconnaissance vocale) et de donner automatiquement le temps de réaction entre la présentation du stimulus et la production de la personne.

1.3.3 Fluences verbales

Classiquement, deux types de fluences verbales sont retrouvées (Gierski & Ergis, 2004) : les fluences phonologiques (ou littérales ou évocation lexicale formelle) et les fluences sémantiques (ou catégorielles ou évocation lexicale sémantique). Pour chaque fluence – phonologique comme sémantique, l'examineur demande au sujet de donner le

plus de mots possibles en un temps limité. Ce temps est généralement d'une minute (Bose, Wood, & Kiran, 2017; Rodriguez-Aranda & Martinussen, 2006).

Les tâches de fluences verbales « *permettent d'évaluer de façon rapide l'intégrité du stock lexico-sémantique et les processus stratégiques de récupération des mots en mémoire* » (Gierski & Ergis, 2004). L'examineur répertorie le nombre de réponses données durant le temps imparti, le nombre de répétitions, ainsi que l'intervalle de temps entre chaque mot. Il analyse également l'organisation des groupes de mots entre eux et la manière dont le sujet a procédé pour aller récupérer les mots en mémoire et les produire.

Ces tâches ne rendent donc pas uniquement compte des processus lexico-sémantiques, mais aussi des capacités exécutives du sujet. Les fonctions exécutives sont des « *"fonctions de direction" permettant, lors de la réalisation d'une tâche, la définition d'un but ou des objectifs à atteindre, d'une stratégie pour y parvenir, le contrôle de sa mise en œuvre et des résultats* » (Allain & Le Gall, 2008). Or, les tâches de fluences verbales demandent d'inhiber les mots non pertinents par rapport à la consigne. Si l'inhibition de termes non pertinents ne se fait pas, cela pourrait gêner la sélection et donc la production du mot-cible (Mathey, Postal, 2011, cités par Bertuletti, 2012). Elles vont aussi permettre d'analyser la flexibilité spontanée du sujet, c'est-à-dire sa « *capacité d'alterner entre des sets cognitifs différents* » lors « *d'une production d'un flux d'idées ou de réponses suite à une question simple* » (Godefroy, 2008). La flexibilité mentale joue un rôle dans l'accès lexical dans la mesure où la production d'un mot demande de manipuler et d'activer des représentations sémantiques (Bertuletti, 2012). Enfin, afin de trouver un maximum de mots adéquats à la fluence proposée, le sujet doit planifier une stratégie de recherche (Bogliotti, 2012).

D'un point de vue anatomique, les structures cérébrales impliquées dans ces tâches seraient différentes selon le type de fluences. Gierski et Ergis soulignent « *l'implication du lobe frontal gauche dans la réalisation des tâches de fluences littérales et une implication bilatérale ou frontale droite lors des tâches sémantiques* » (Gierski & Ergis, 2004).

Dans les tâches de fluences verbales, les erreurs peuvent être dues à un processus exécutif défaillant comme un défaut d'inhibition d'items non pertinents, d'alternance entre deux groupes de mots, de mise en place d'une stratégie efficace de recherche en mémoire à long terme. En outre, une organisation défaillante du stock lexical peut entraîner des erreurs ou une réduction du nombre de réponses. Pour reprendre Patterson (cité par Carbonnel et al., 2010), si une unité conceptuelle au sein du « *hub* » n'est pas activée, alors aucun des attributs

caractérisant le concept ne sera activé. Lors d'une fluence verbale sur les animaux par exemple, si le *hub* « animaux sauvages » n'est pas activé, alors le sujet ne dira presque aucun nom d'animaux de cette catégorie. Cela va réduire le nombre de mots total. Enfin, ces tâches de fluences peuvent révéler des problèmes d'encodage sémantique et/ou phonologique. Un défaut d'encodage sémantique pourra conduire à une réduction du nombre de mots aux fluences sémantiques par rapport aux fluences phonologiques. Inversement, un défaut d'encodage phonologique pourra entraîner une réduction du nombre de réponses aux fluences littérales par rapport aux fluences catégorielles.

Dans cette première partie sur les apports théoriques, nous venons de décrire les processus lexico-sémantiques chez le sujet sans lésion cérébrale. Mais, comment ces mécanismes fonctionnent-ils quand le cortex cérébral est atteint ? Dans le but d'éliminer le biais de la dégradation des fonctions cérébrales – comme dans les pathologies neurodégénératives, mais aussi d'étudier le rôle des fonctions exécutives sur le langage, nous avons retenu une pathologie particulière : le traumatisme crânien. Nous allons donc présenter cliniquement cette pathologie. Cela va ensuite nous permettre de mieux comprendre les réponses des sujets traumatisés crâniens aux tâches de dénomination d'images, de génération de mots et de fluences verbales.

2 Le traumatisme crânien

2.1 Définition du traumatisme crânien et évaluation de la sévérité

Généralement, « *on appelle traumatisme crânien tout choc important reçu sur le crâne* » (Brin-Henry, Courier, Lederlé, & Masy, 2014). La définition du traumatisme crânien « *repose [également] sur des critères neurochirurgicaux (score de Glasgow, durée de l'amnésie post-traumatique, lésions intracrâniennes)* » (Gras & Le Meur, 2011).

Une personne peut présenter un traumatisme crânien léger, modéré ou sévère. Cette sévérité est notamment évaluée par le score de Glasgow initial – échelle du niveau de conscience – et la durée de l'amnésie post-traumatique. Les traumatisés crâniens légers représentent 80% de la population ayant un traumatisme crânien, les traumatisés crâniens modérés et graves 10% chacun.

2.2 Epidémiologie

Chaque année en France, 120 000 personnes sont victimes d'un traumatisme crânien (UNAFTC, 2017). Les hommes sont plus à risque que les femmes de subir un traumatisme crânien. Ils sont deux à trois fois plus touchés que les femmes (Pélissier, Mazaux, & Barat, 1991). Un pic important est observé dans la tranche d'âge des 15-25 ans. Ce pic est plus élevé chez les hommes que chez les femmes. Deux autres pics sont relevés : avant 5 ans et après 75 ans (Cohadon et al., 2008). Sont particulièrement touchées les personnes alcoolisées, de nature à prendre des risques et/ou ayant déjà eu un traumatisme crânien (Powell & Gracieux, 2015). Les causes les plus fréquentes sont les accidents de la voie publique (50% des cas), les accidents domestiques et industriels (20-25%), les blessures dues aux sports et loisirs (10-15%) et les agressions (10%) (Powell & Gracieux, 2015).

2.3 Types de lésions cérébrales

Dans un traumatisme crânien, les lésions cérébrales sont essentiellement frontales et temporales (Bruder, Boulard, & Ravussin, 1996). L'aire occipitale peut également être touchée (Bruder et al., 1996) par un mécanisme de contrecoup. L'importance du traumatisme va dépendre du type de blessure (traumatisme crânien ouvert ou fermé), du mécanisme (lésion focale ou diffuse), de la durée et de la force du choc (Bruder et al., 1996; Cohadon et al., 2008; Meulemans T., 2008).

2.4 Tableau clinique du sujet traumatisé crânien

Dans cette partie, seules les fonctions lésées impactant les processus lexico-sémantiques sont développées. Les autres conséquences sont récapitulées dans le tableau 1.

Tableau clinique du sujet traumatisé crânien					
ANOSOGNOSIE	CONSÉQUENCES PHYSIQUES	CONSÉQUENCES COMPORTEMENTALES ET ÉMOTIONNELLES	CONSÉQUENCES COGNITIVES	CONSÉQUENCES SUR LA COMMUNICATION	CONSÉQUENCES INSTRUMENTALES
Conscience des difficultés physiques, motrices [1, 2, 3]	Fatigue, céphalées [4]	Perte des initiatives, apathie [6, 7, 8]	Troubles mnésiques [1, 7, 9, 10]	Expression vague [1]	Atteinte de la voix, de la parole et du langage [1, 7, 16, 17, 18]
Difficultés cognitives, psychiques et comportementales peu ou pas perçues [1, 2, 3]	Difficultés motrices [5]	Hyperactivité globale [5, 6, 7, 8]	Atteinte des fonctions exécutives [1, 6, 7, 11, 12]	Logorrhée [1]	Fonctions visuo-spatiales et visuo-constructives perturbées [5, 6]
	Troubles sensoriels et sensitifs [5]		Troubles de l'attention [13, 14, 15]	Difficultés à organiser le discours [1]	
			Ralentissement de la vitesse de traitement [5, 6, 7, 16]	Difficulté à comprendre l'implicite [1]	
			Fatigue mentale [7]	Difficulté à suivre une conversation à plusieurs [1]	

Tableau 1. Tableau clinique du sujet traumatisé crânien

Sources : [1] Cohadon et al., 2008 ; [2] Laurent-Vannier & Pélissier, 2010 ; [3] Mazaux, Vanier, et al., 1991 ; [4] Meulemans, Azouvi, & Coyette, 2004 ; [5] Powell & Gracieux, 2015 ; [6] Azouvi et al., 2008 ; [7] Azouvi & Belmont, 2010 ; [8] Vallat-Azouvi & Chardin-Lafont, 2012 ; [9] Ben-Yishay & Diller, 1993 ; [10] Vallat-Azouvi & Chardin-Lafont, 2012 ; [11] Allain & Le Gall, 2008 ; [12] Pélissier et al., 1991 ; [13] (Ponsford & Kinsella, 1992) ; [14] Van Zomeren, 1981 ; [15] Leclercq et al., 2000 ; [16] (Godefroy, 2008) ; [17] Barat, Mazaux, Grégoire, Campan, & Moly, 1991 ; [18] Brooks et al., 1986

2.4.1 Conséquences comportementales et émotionnelles

Les modifications du caractère et du comportement sont « une des conséquences les plus fréquentes des traumatismes crâniens sévères » (Azouvi et al., 2008). Entre 50 et 70% des traumatisés crâniens sévères présentent ce type de troubles (Azouvi & Belmont, 2010). Il est possible de remarquer une perte des initiatives, une réduction de la motivation, un émoussement émotionnel, un manque d'intérêt, une apathie (Vallat-Azouvi & Chardin-Lafont, 2012). Ces manifestations pourraient ralentir le temps de sélection d'un mot dans le lexique mental aux épreuves de dénomination et de génération. Les patients peuvent également présenter une irritabilité, une réduction de la tolérance à la frustration, une hyperactivité, une agressivité, une impulsivité, une « désinhibition – impulsivité, dire tout ce qui vient à l'esprit, faible jugement social » (Powell & Gracieux, 2015). Dans une épreuve de dénomination ou de génération, l'hyperactivité et l'impulsivité pourraient entraîner des erreurs dans la sélection sémantique et/ou phonologique car la rapidité primerait sur l'encodage de la bonne information à transmettre.

2.4.2 Conséquences cognitives

La mémoire

Les difficultés mnésiques sont l'une des plaintes cognitives les plus fréquentes des patients et de leur entourage (Azouvi & Belmont, 2010; Cohadon et al., 2008), et ce, même à distance de l'accident (Ben-Yishay & Diller, 1993). Les troubles de la mémoire sont essentiellement liés à des atteintes frontales (surtout dans les fonctions de rappel et de reconnaissance) et temporales. On retrouve surtout des troubles en mémoire de travail, mémoire épisodique et mémoire prospective (Cohadon et al., 2008).

Cohadon et son équipe expliquent que ces troubles de la mémoire épisodique et de la mémoire prospective seraient davantage liés à « *un déficit de mise en action des processus mnésiques, peut-être secondaire aux troubles attentionnels et dysexécutifs, que d'une atteinte des stocks de souvenirs eux-mêmes* ». Azouvi et Belmont vont dans le même sens et ajoutent que « *les déficits mnésiques sont surtout marqués en situation de rappel libre, et sont améliorés par l'indigage sémantique ou par la situation de reconnaissance* ». D'après ces derniers auteurs, la mémoire à long terme est altérée tant sur la modalité verbale que sur la modalité visuelle, « *en rappel comme en reconnaissance* » (Azouvi & Belmont, 2010). Aux épreuves de fluences verbales, les sujets traumatisés crâniens rencontreraient alors des difficultés à mettre en place des stratégies pour rechercher les mots correspondant à la consigne posée. L'indigage contextuel devrait les aider. Par contre, dans une épreuve de dénomination d'images, le stock lexical en lui-même étant préservé d'après Cohadon, l'exactitude des réponses des personnes ayant un traumatisme crânien devrait se rapprocher de la moyenne de celles des sujets sans pathologie. Les patients pourraient donner les noms des stimuli présentés à la tâche de dénomination.

Les troubles de la mémoire de travail, quant à eux, semblent souligner l'altération d'un élément spécifique de cette mémoire de travail : l'administrateur central. Son rôle est de coordonner les informations arrivant de la boucle phonologique et du calepin visuo-spatial. Son travail est donc proche de celui du système de supervision attentionnelle de Norman et Shallice. Les patients vont rencontrer des difficultés « *des oublis à court terme, des difficultés à maintenir des consignes orales ou même des difficultés à mener à terme une action* » (Vallat-Azouvi & Chardin-Lafont, 2012). Dans ce dernier article, les auteurs soulignent que les deux sous-systèmes gérés par l'administrateur central sont préservés. « *En revanche, les aspects plus exécutifs de la mémoire de travail, particulièrement la capacité à maintenir et traiter simultanément des informations, à les contrôler et à les rafraîchir sont*

déficitaires ». Ainsi, en situation de rappel libre, comme dans les fluences, des patients traumatisés crâniens risquent de répéter plus souvent une même réponse que des sujets sains. De plus, dans une tâche de génération, du fait de l'altération de la mémoire de travail, et notamment de l'administrateur central, les personnes ayant un traumatisme crânien répèteraient plus le stimulus que les sujets sains. Cela leur permettrait de mieux le mémoriser pour travailler dessus et trouver le mot qu'il leur évoque.

Les troubles des fonctions exécutives

Les fonctions exécutives sont souvent atteintes après un traumatisme crânien (Azouvi et al., 2008; Azouvi & Belmont, 2010; Cohadon et al., 2008). Les patients rencontrent des difficultés d'anticipation des événements, d'initiation, de contrôle, de planification, d'organisation de stratégies, d'activités, de projets, ainsi que des problèmes de conceptualisation, d'inhibition et de flexibilité mentale (Azouvi et al., 2008; Azouvi & Belmont, 2010; Cohadon et al., 2008; Godefroy, 2008; Pélissier et al., 1991). Or, les tâches de fluences demandent au sujet cette capacité de passer d'un point de vue à un autre, d'une stratégie à une autre afin de dire le plus de noms – de fruits par exemple – présents dans son stock lexical. Il risque d'être bloqué sur une stratégie, comme « les fruits d'été », sans penser aux autres modes de recherche possibles : les couleurs, les confitures, les préférences de chacun, etc. De plus, les stratégies de planification déficitaires (Paniak et al., 2002) amèneraient le sujet traumatisé crânien à prendre plus de temps pour trouver un autre mode de récupération de mots. Le temps entre les groupes de mots serait donc plus long. Enfin, suite à ces problèmes de flexibilité mentale, mais aussi d'inhibition et de mise à jour (Paniak et al., 2002), des persévérations pourraient être observées.

Les troubles de l'attention

Les sujets traumatisés crâniens se plaignent souvent de troubles de l'attention. Ce serait le cas chez 30 à 50% des traumatisés crâniens sévères (Leclercq et al., 2000; Ponsford & Kinsella, 1992; Van Zomeren, 1981). La plupart des études constatent majoritairement un déficit de l'attention divisée (Azouvi & Belmont, 2010; Cohadon et al., 2008; Godefroy, 2008; Powell & Gracieux, 2015). Les traumatisés crâniens arrivent à réaliser deux tâches simultanément quand elles sont simples (dont le stimulus amène une seule réponse) ou quand elles sont complexes mais automatiques. En revanche, cela leur est plus difficile lorsque les

tâches sont complexes (dans lesquelles le sujet doit choisir parmi plusieurs réponses) et non automatiques, ces dernières nécessitant un contrôle exécutif ou demandant une participation importante de la mémoire de travail. Ainsi, le temps de réaction moyen dans la tâche de génération pourrait être plus long que celui de la dénomination. Powell et Gracieux remarquent également un déficit de l'attention soutenue. Cette atteinte pourrait s'observer lors des tâches de fluences verbales de deux minutes.

Ralentissement de la vitesse de traitement

Plusieurs études témoignent de cette lenteur cognitive (Azouvi et al., 2008; Godefroy, 2008; Powell & Gracieux, 2015). Le « *ralentissement est global, touchant toutes les phases du traitement de l'information* » (Azouvi & Belmont, 2010). Le temps de réaction des patients traumatisés crâniens augmenterait par rapport à celui des sujets sains aux épreuves de dénomination et de génération.

La fatigue mentale

La fatigue mentale serait liée aux efforts fournis par le patient pour compenser les troubles cognitifs développés ci-dessus (Azouvi & Belmont, 2010).

2.4.3 *Conséquences instrumentales*

Troubles du langage

D'après de nombreux auteurs, les troubles du langage sont peu fréquents (Barat et al., 1991; Cohadon et al., 2008; Godefroy, 2008). Ils se retrouveraient chez 5 à 7% des traumatisés crâniens. Les aphasies « *s'observent après un traumatisme focal des aires du langage de l'hémisphère gauche* » (Cohadon et al., 2008).

Quand une aphasie est présente, il s'agit le plus souvent d'une aphasie anomique (Azouvi & Belmont, 2010). En dénomination d'images, la sélection lexicale est déficitaire. Les patients ont plus tendance à produire des périphrases, des paraphrasies et des conduites d'approche (Bogliotti, 2012). Cohadon et son équipe retrouvent une « *réduction des productions et [une] perte de la dynamique du langage* » (Cohadon et al., 2008). Cette diminution du nombre de mots pourrait s'observer dans une tâche de fluence verbale. Elle s'expliquerait par ce manque du mot, mais aussi par un défaut d'initiation (Gras & Le Meur,

2011), un ralentissement global et un ralentissement des capacités de traitement de l'information (Azouvi, Tougeron, Jokic, Bussel, & Held, 1991; Vanier & Mazaux, 1991).

De plus, les atteintes des stratégies d'analogies (Bisbau, 2008) et de l'organisation conceptuelle (Mazaux et al., 1991) conduiraient les patients traumatisés crâniens à répondre moins vite que les sujets sains aux épreuves de dénomination et de génération. En génération, la première population proposerait aussi plus de réponses automatiques que la seconde en raison de ses difficultés à organiser spontanément l'information verbale (Levin & Goldstein, 1986). Aux tâches de fluences, les réponses devraient être moins regroupées par catégories que celles des sujets contrôles, l'organisation conceptuelle et les fonctions exécutives étant altérées (Paniak et al., 2002; Vanier & Mazaux, 1991).

Fonctions visuo-spatiales et visuo-constructives

Les personnes avec un traumatisme crânien peuvent rencontrer des difficultés visuo-spatiales (Powell & Gracieux, 2015) et visuo-constructives (Azouvi et al., 2008). Une reconnaissance visuelle altérée, due elle-même à des troubles perceptifs (Bogliotti, 2012) entraînerait alors un déficit d'évocation lexicale en dénomination d'images. Ce défaut de reconnaissance est aussi engendré par des troubles de mémoire à long terme avec du matériel visuel. Le sujet traumatisé crânien pourrait alors confondre un nouveau stimulus avec un stimulus déjà rencontré ou encore ne pas être sûr de sa réponse (Vanier & Mazaux, 1991).

2.4.4 Facteurs de récupération

Généralement, la récupération est rapide les premiers temps, puis elle ralentit, et, enfin, elle stagne. Cette stagnation, comparée à la courbe d'un sujet sain, va permettre de constater l'importance des séquelles. Quatre facteurs influencent la récupération : l'importance des lésions ; l'âge du sujet au moment de l'accident (« principe de Keynard ») ; les facteurs génétiques ; la prise en charge (Cohadon et al., 2008).

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

1 Objectif de l'étude

Cette étude cherche à déterminer la spécificité des processus lexico-sémantiques chez une population présentant un traumatisme crânien, en comparant un groupe de sujets traumatisés crâniens avec un groupe de sujets sains contrôles. Ces individus sont appariés en âge, sexe et niveau d'études.

2 Problématique

Le traumatisme crânien a-t-il un effet sur les processus lexico-sémantiques ?

Autrement dit, comment la sélection lexicale et l'organisation du lexique se comportent-ils en condition de traumatisme crânien d'après ce que l'on sait des atteintes neuropsychologiques ?

3 Hypothèses

3.1 Hypothèse générale

Nous posons l'hypothèse que le traumatisme crânien a un impact sur les processus lexico-sémantiques. Comme le suggèrent les hypothèses secondaires, certains d'entre eux sont alors perturbés.

3.2 Hypothèses secondaires

3.2.1 Hypothèse secondaire 1

Le traumatisme crânien augmente le temps de traitement des processus lexico-sémantiques.

Pour tester cette hypothèse, nous avons comparé entre la population des traumatisés crâniens et la population contrôle :

- les temps de réaction (enregistrés via le logiciel Evolex) en dénomination et en génération ;
- les intervalles de temps inter-réponses (enregistrés via le logiciel Evolex) en fluences.

Nous nous attendons à ce que le temps de réaction aux tâches de génération et de dénomination, ainsi que l'intervalle de temps inter-réponses aux tâches de fluences verbales soient plus longs chez les sujets traumatisés crâniens que chez les sujets contrôles.

3.2.2 *Hypothèse secondaire 2*

Le traumatisme crânien perturbe l'organisation du stock lexical et la sélection lexicale.

Pour tester cette hypothèse, nous avons comparé entre les deux populations :

- le nombre de réponses valides en dénomination, génération et fluences verbales ;
- les types de relations sémantiques entre les stimuli et les réponses valides et invalides en génération, ainsi qu'avec les réponses invalides en dénomination ;
- la médiane de la fréquence lexicale des mots à la tâche de génération.

Nous nous attendons à ce que le nombre de réponses valides des sujets traumatisés crâniens se rapproche de celui de la population contrôle en dénomination. Néanmoins, on devrait observer une diminution du nombre de mots donnés aux épreuves de génération et de fluences chez les sujets ayant subi un traumatisme crânien par rapport aux sujets sains. De plus, nous nous attendons à ce qu'en génération, comparativement aux sujets contrôles, les sujets traumatisés crâniens donnent plus souvent des mots fréquents et des expressions.

3.2.3 *Hypothèse secondaire 3*

Le traumatisme crânien entraîne une réduction des performances exécutives, diminution elle-même à l'origine d'un ralentissement du traitement de l'information et d'une organisation et sélection lexicales perturbées.

Pour tester cette hypothèse, nous avons comparé entre les deux populations :

- les résultats aux tests du bilan neuropsychologique (Montreal Cognitive Assessment, Trail Making Test, Stroop) ;
- le nombre de répétitions des stimuli à l'épreuve de génération.

Nous avons ensuite recherché l'existence de corrélations chez les patients traumatisés crâniens :

- entre les résultats aux tâches exécutives et le temps de réaction aux tâches de dénomination, de génération et de fluences ;
- entre les résultats aux tâches exécutives et le nombre de réponses valides à ces trois mêmes tâches.

Nous nous attendons à ce que la performance exécutive des sujets traumatisés crâniens soit diminuée par rapport à celle des sujets contrôles et que les sujets traumatisés crâniens répètent plus de stimuli à la tâche de génération. Nous nous attendons également à ce que les résultats des patients aux tâches de dénomination, de génération et de fluences soient corrélés avec leurs performances exécutives.

METHODOLOGIE

1 Population

1.1 Groupe expérimental (n1)

1.1.1 Critères d'inclusion

- Patients traumatisés crâniens (TC), quelles que soient la sévérité et la distance du traumatisme.
- Patients âgés entre 18 et plus de 80 ans.
- Ils sont divisés selon leur niveau d'études : niveau 1 (jusqu'à la 3^{ème} et le brevet inclus, soit entre 5 et 9 ans d'études à partir du CP), niveau 2 (jusqu'au BEP/CAP/BAC, soit entre 9 et 12 ans d'études à partir du CP), niveau 3 (niveau post-bac, soit plus de 12 ans d'études à partir du CP).

1.1.2 Critères de non inclusion

- Sujets de moins de 18 ans.

1.1.3 Déroulement du recrutement

De décembre 2017 à mars 2018, nous avons évalué dix patients traumatisés crâniens. Ces derniers étaient alors suivis par Madame Lola Danet et Monsieur Xavier de Boissezon, exerçant respectivement à l'hôpital Pierre Paul Riquet et à l'hôpital Rangueil de Toulouse. Nous leur avons fait passer le protocole Evolex, protocole détaillé dans la partie « matériel ». L'annexe II présente l'historique du logiciel Evolex.

1.2 Groupe contrôle (n2)

Dans cette étude, les sujets contrôles (SC) sont des sujets sains. On entend par sujet sain toute personne ne présentant aucune maladie pouvant altérer les fonctions langagières, mnésiques ou exécutives.

1.2.1 Critères d'inclusion

- Les sujets de l'étude ont entre 18 et plus de 80 ans.

- Patients issus d'un des trois niveaux d'études développés plus haut.

1.2.2 Critères de non inclusion

- Sujets de moins de 18 ans.
- Pathologie neurologique.
- Prise de médicaments pouvant entraîner des troubles cognitifs.

1.2.3 Déroulement du recrutement

Entre octobre et décembre 2016, un premier groupe de sujets sains a passé le protocole Evolex. Cela a été réalisé par huit étudiants de quatrième année d'orthophonie de Toulouse dans le cadre de notre stage recherche. Un deuxième groupe de sujets sains a été testé entre septembre et décembre 2017 par les nouveaux étudiants de quatrième année d'orthophonie dans le même cadre scolaire. En juin 2017, avec une nouvelle version du logiciel, quatre étudiantes stagiaires de Master 1 biosanté ont proposé le même protocole à d'autres sujets sains. Dans le cadre de cette étude, les personnes atteintes d'un traumatisme crânien ont également réalisé les tests langagiers avec cette version d'Evolex.

1.3 Appariement des deux groupes : sujets contrôles et sujets traumatisés crâniens

1.3.1 Procédure et critères d'appariement

Pour les analyses, nous avons apparié les sujets traumatisés crâniens avec les sujets contrôles en fonction de l'âge, du sexe (hormis pour un sujet où cela n'a pas été possible) et du niveau d'études. Le critère de latéralité n'a pas pu être pris en compte pour les deux sujets gauchers traumatisés crâniens car aucun sujet contrôle ne coïncidait. Nous avons préféré privilégier les trois premiers critères d'appariement. Nous avons sélectionné trois sujets contrôles ayant passé la même version d'Evolex que les sujets traumatisés crâniens. Les sept autres ont été sélectionnés parmi les tests effectués avec la version précédente afin qu'ils coïncident bien en âge, en sexe et en niveau d'études avec la population des traumatisés crâniens.

2 Plan d'étude

Il s'agit d'une étude cas-témoins. Elle cherche à évaluer l'effet d'une pathologie (le traumatisme crânien) sur la performance lexico-sémantique. Elle s'appuie, pour cela, sur une comparaison inter-groupes : performances des sujets traumatisés crâniens (groupe expérimental) versus performances des sujets sains (groupe contrôle). De plus, pour tenter de savoir si l'effet du traumatisme crânien sur la performance lexico-sémantique est dû aux troubles exécutifs, l'étude s'appuie sur une comparaison intra-groupe : la performance des sujets traumatisés crâniens entre eux. Ces sujets sont les dix personnes du groupe expérimental.

L'examineur rencontre le sujet pendant une à deux heures, le temps de réaliser le protocole Evolex. La passation se déroulait soit à domicile (pour les personnes du groupe contrôle), soit à l'hôpital (pour les patients traumatisés crâniens). Toutes ces étapes seront développées dans les parties « matériel » et « procédure », mais la figure 2 permet d'avoir un aperçu global du déroulement de l'étude dans le temps.

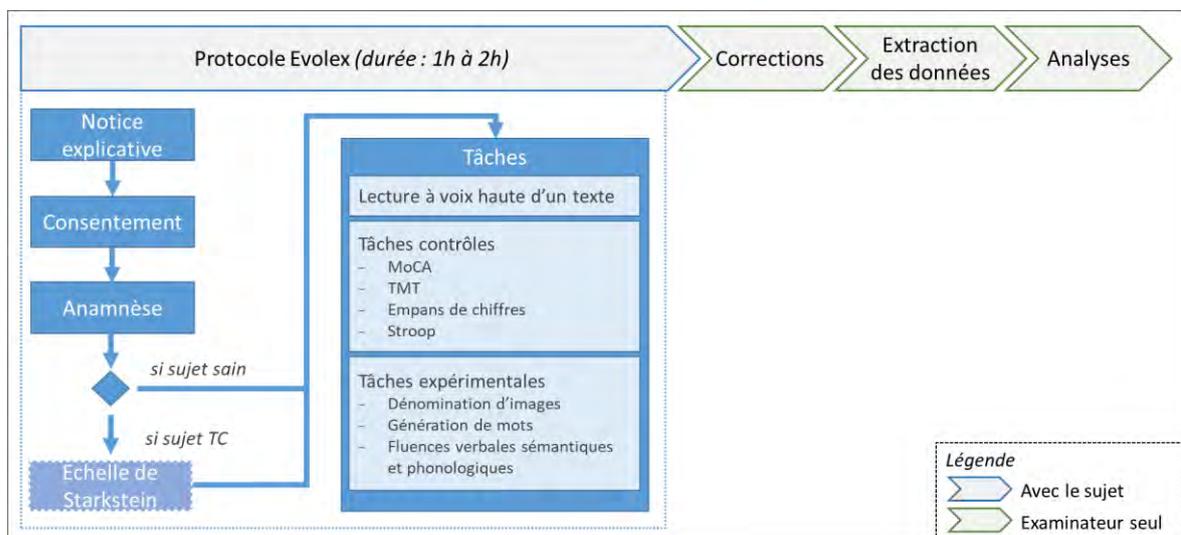


Figure 2. Déroulement de l'étude

3 Matériel

Le protocole Evolex comprend plusieurs parties : une notice explicative, un consentement de participation à l'étude Evolex, une anamnèse, quatre tâches contrôles et quatre tâches expérimentales (développées par l'équipe Evolex).

3.1 Notice explicative

Cette notice explicative détaille l'objectif de l'étude, la durée de la passation et les droits du sujet.

3.2 Consentement de participation à l'étude Evolex

Celui-ci est daté et signé par le participant et l'investigateur. Il précise le cadre de l'étude, son contenu, l'anonymisation des données, le caractère gratuit de la participation du sujet, la liberté du participant d'arrêter ou de refuser une épreuve et la responsabilité des organisateurs de la recherche.

3.3 Anamnèse

Elle permet de répertorier des informations sur :

- La réalisation du test : la date d'évaluation ; le nom et le prénom du sujet ; le nom et le prénom de l'examineur.
- Le sujet dans sa globalité : son sexe ; sa profession ; sa date de naissance et son âge ; son niveau d'études (l'âge qu'il avait à la fin de sa scolarité et le diplôme le plus élevé qu'il a obtenu) ; sa langue maternelle ; sa prévalence manuelle
- La santé de la personne : des possibles problèmes de vision et/ou d'audition et, si tel est le cas, s'ils sont corrigés ou pas ; un suivi en orthophonie et, si tel est le cas, quand et pour quelle(s) raison(s) ; des possibles problèmes de santé récents ou des médicaments pouvant altérer les tests ; un traitement en cours pour des troubles d'ordre psychiatrique (dépression, anxiété ou autre).

3.4 Tâches contrôles

Les tâches contrôles analysent le raisonnement cognitif et les fonctions exécutives des sujets. Elles sont regroupées et expliquées dans le tableau 2.

	MoCA, Montreal Cognitive Assessment, version 7.1 – version originale	TMT (Trail Making Test) A et B	Émpans endroit et envers	Stroop
Ce que testent ces tâches	Elle donne une vision d'ensemble des fonctions cognitives du sujet (capacités visuo-spatiales, fonctions exécutives, langage, mémoire, attention, abstraction, rappel, orientation). Elle est utilisée comme un test de dépistage des troubles cognitifs.	Il « <i>évalue la rapidité perceptivo-cognitivo-motrice et en partie B, les capacités de flexibilité mentale</i> » (Meulemans T., 2008).	L'empan endroit évalue l'attention et l'empan envers la mémoire de travail.	Il teste « <i>les capacités d'inhibition de processus automatiques</i> » (Meulemans T., 2008).
Sources	(Nasreddine et al., 2005)	Grefex (Groupe de Réflexion sur l'Évaluation des Fonctions Exécutives) qui a récupéré cette épreuve de celle du Army Individual Test (1944)	MEM-III (Echelle Clinique de la Mémoire)	Grefex (date de 1935)

Tableau 2. Tableau récapitulatif des tâches contrôles

Les performances des sujets aux tâches contrôles seront comparées à leurs performances aux tâches expérimentales. Les tâches expérimentales sont des tâches langagières et sont détaillées dans le tableau 3.

3.5 Tâches expérimentales

	Génération de mots	Dénomination d'images	Fluences sémantiques (fruits, animaux)	Fluences phonologiques (mots commençant par [r], par [v])
Consignes	« Vous allez entendre un mot. Vous donnerez à voix haute le premier mot auquel ce terme vous fait penser. Ne donnez que des noms, pas des noms propres (comme des noms de villes, de pays, des prénoms). »	« Vous allez voir des images apparaître à l'écran les unes après les autres. Quand une image apparaît, dites ce que vous voyez et ainsi de suite. »	« Pendant 2 minutes, vous allez me donner à voix haute autant de noms de fruits / d'animaux que vous connaissez. »	« Pendant 2 minutes, vous allez me donner à voix haute autant de mots commençant par [r] / [v] que vous connaissez. »
Déroulement	Cette tâche comprend 60 items et est enregistrée. Le sujet entend le mot. Une fois sa réponse donnée, l'examineur appuie sur une touche de l'ordinateur pour passer au mot suivant. Il n'y a pas de limite de temps. Le sujet s'entraîne sur deux exemples avant l'épreuve.	Avant le test, le sujet s'entraîne sur deux exemples. Cette tâche comprend 60 items et est enregistrée. 30 d'entre eux se trouvent et dans la tâche de génération et dans la tâche de dénomination. Le sujet voit une image à l'écran et la dénomme. L'examineur appuie alors sur une touche de l'ordinateur pour passer à l'image suivante. Il n'y a pas de limite de temps et le sujet s'entraîne sur six exemples avant l'épreuve.	Chaque épreuve de fluence dure 2 minutes. Le sujet est enregistré sur toute la durée de l'épreuve.	
Critères linguistiques	L'examineur regarde le lien sémantique entre le stimulus et la réponse, le temps de latence et la fréquence lexicale de la réponse.	L'examineur observe la validité de la réponse et le temps de latence.	L'examineur observe la nature des mot-réponses, les intervalles de temps entre eux, les persévérations, le nombre de catégories sémantiques.	

Tableau 3. Tableau récapitulatif des tâches expérimentales

4 Procédure

4.1 Lieux

Les passations auprès des sujets sains se sont généralement déroulées au domicile de la personne testée ou de l'examineur. Elles se sont déroulées entre le mois d'octobre 2016 et le mois de décembre 2017. De décembre 2017 au mois de mars 2018, nous avons proposé ce même protocole Evolex à des patients de Madame Lola Danet à l'hôpital Pierre Paul Riquet et de Monsieur Xavier de Boissezon à l'hôpital Rangueil. Pour ce faire, nous avons envoyé aux cadres supérieures de santé et à la coordinatrice générale des soins du CHU de Toulouse une « demande d'investigation empirique dans les hôpitaux de Toulouse, dans le cadre de la réalisation des mémoires de fin d'études (formation paramédicale initiale et professionnels de santé en formation universitaire) ». Une fois leur accord validé, nous avons pu commencer à proposer les tests aux patients. La passation sur ce groupe de patients a été choisie dans le but de réaliser une validation externe du protocole Evolex.

4.2 Ordre de passation du protocole Evolex

Après avoir lu la notice explicative, signé le consentement de participation à l'étude Evolex et répondu aux questions de l'anamnèse, les sujets sains ont passé toutes les tâches contrôles, puis toutes les tâches expérimentales. Pour les tâches de génération et de dénomination, une personne sur deux effectuait la dénomination avant la génération, et inversement. Cela permet d'observer, dans le cadre d'un autre mémoire, si l'ordre de ces tâches influe sur les réponses données par la suite. Concernant les sujets traumatisés crâniens, une donnée nous a semblé importante à prendre en compte : ces derniers sont plus fatigables que les sujets sains. Cette fatigue mentale serait liée aux efforts fournis pour compenser les troubles cognitifs (Azouvi & Belmont, 2010). L'ordre de passation a donc été modifié afin d'alléger cet effort mental plus important. Nous avons essayé d'alterner la complexité des tâches (tâches simples/tâches complexes) et le mode de traitement qu'elles nécessitent (traitement visuo-verbal/auditivo-verbal). Cette réflexion a conduit à la réalisation du tableau « répartition des épreuves selon leur complexité et leur mode de traitement », tableau inséré en annexe III. De plus, il nous a semblé judicieux de proposer à ces patients une échelle d'apathie : l'échelle de Starkstein (Meyer, 2013). Effectivement, comme cela a été présenté plus haut, une altération de la motivation peut être observée suite à un traumatisme crânien (Vallat-Azouvi & Chardin-Lafont, 2012). Enfin, pour alléger la

charge mentale des patients, la lecture à voix haute du texte « La bise et le soleil » - contribuant à l'amélioration de la reconnaissance vocale du logiciel – a finalement été enlevée après la première passation. Après la correction des tests, un compte-rendu pouvait être transmis aux patients traumatisés crâniens qui le souhaitaient. Un exemple de compte-rendu est présenté en annexe IV. Dans un but de standardisation, les patients de chaque groupe ont passé les épreuves dans le même ordre, ordre développé dans le tableau 4.

	Sujets contrôles	Sujets traumatisés crâniens
1	Notice explicative	Notice explicative
2	Consentement de participation	Consentement de participation
3	Anamnèse	Anamnèse
4	Montreal Cognitive Assessment (MoCA)	Echelle de Starkstein
5	TMT A et B	TMT A et B
6	Lecture à voix haute du texte « La bise et le soleil » : elle favorise l'apprentissage de la reconnaissance vocale du logiciel	Génération de mots
7	Empans endroit et envers	MoCA
8	Stroop	Fluence phonologique : mots commençant par [v]
9	Fluence sémantique : animaux	Dénomination d'images
10	Fluence sémantique : fruits	Fluence sémantique : fruits
11	Fluence phonologique : mots commençant par [r]	Empans endroit
12	Fluence phonologique : mots commençant par [v]	Fluence phonologique : mots commençant par [r]
13	Dénomination d'images	Stroop
14	Génération de mots	Empans envers
15		Fluence sémantique : animaux

Tableau 4. Ordre de passation du protocole Evolex selon les groupes

5 Variables

Dans cette étude, nous avons une variable indépendante : le traumatisme crânien.

Nous avons retenus sept variables dépendantes :

- cinq variables quantitatives continues
 - o les temps de réaction aux épreuves de dénomination et de génération
 - o l'intervalle de temps entre chaque mot produit aux épreuves de fluences, intervalle appelé intervalle de temps inter-réponses
 - o le nombre de mots donnés à chaque épreuve de fluence
 - o le nombre de réponses valides aux épreuves de dénomination et de génération
 - o les résultats aux épreuves du bilan neuropsychologique : MoCA, TMT et Stroop
- deux variables qualitatives
 - o la relation sémantique établie entre le stimulus et la réponse du sujet à l'épreuve de génération
 - o la fréquence lexicale de la réponse à l'épreuve de génération.

Nous avons ajouté une variable de confusion – ou d'interaction (Organisation Mondiale de la Santé, 2003) : la présence ou non d'une apathie.

Enfin, cette étude comporte trois variables de fond (Organisation Mondiale de la Santé, 2003) : l'âge, le sexe et le niveau d'études.

6 Analyses

6.1 Analyses statistiques et types de comparaisons selon les hypothèses posées

Pour toutes les analyses statistiques, nous avons procédé à une comparaison inter-groupes (entre sujets sains et sujets traumatisés crâniens) ainsi qu'à une corrélation des résultats neuropsychologiques et langagiers dans la population ayant un traumatisme crânien.

6.1.1 Analyses statistiques pour les trois hypothèses

Il s'agit d'une analyse quantitative.

La normalité (test de Shapiro-Wilk) et l'égalité des variances (test de Levene) ont été vérifiées. Les résultats étant significatifs pour la majorité des données, on ne pouvait pas faire de test paramétrique. Nous avons donc utilisé le test non-paramétrique unilatéral de Mann-Whitney pour infirmer ou confirmer ces deux hypothèses.

Pour rechercher l'existence de corrélations entre les résultats des patients traumatisés crâniens nous avons utilisé la corrélation de Spearman (Rhô de Spearman).

6.1.2 Analyses statistiques pour l'hypothèse secondaire 3 sur les relations sémantiques

Il s'agit d'une analyse qualitative. Nous avons utilisé le test du Chi-2.

6.2 Etapes conduisant aux analyses statistiques

Cette partie présente la phase d'analyses préparatoires aux analyses qui permettront de répondre aux hypothèses de l'étude.

6.2.1 Correction des données

Une fois les tests réalisés auprès des sujets sur le logiciel Evolex, il a fallu corriger les tâches expérimentales (dénomination, génération et fluences) via une plateforme sécurisée sur Internet (Samoplay). La figure 3 ci-dessous montre ce que l'examineur voit quand il ouvre cette plateforme. Il s'est agi de corriger les données mal transcrites par la reconnaissance vocale du logiciel. De plus, il a fallu replacer les boîtes de mots au bon endroit sur le signal sonore afin de pouvoir calculer, lors des analyses statistiques, le temps de réaction entre la présentation du stimulus et la réponse du sujet.

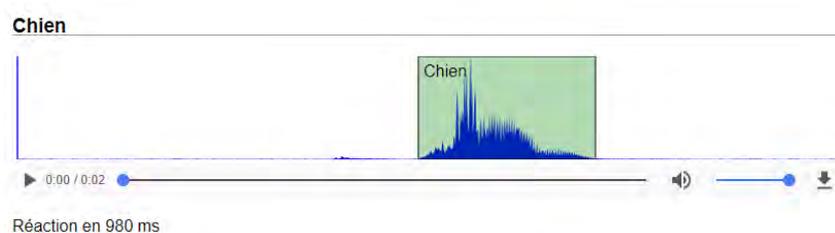


Figure 3. Visualisation de la réponse d'un sujet en dénomination sur la plateforme web Samoplay

La correction des données a également compris la cotation des quatre tâches contrôles du bilan neuropsychologique que sont la MoCA, le TMT, les empans et le Stroop. Les scores ont ensuite été reportés dans un tableau Excel comprenant les données neuropsychologiques de tous les sujets.

Dès que cette première phase de correction a été terminée, les données ont pu être extraites de la plateforme Samoplay par les chercheurs de l'IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse). De cette extraction, nous n'avons alors gardé par passation qu'une seule correction effectuée (parmi les 2 ou 3) et nous avons enlevé les doublons pour une même réponse. Il a ensuite fallu sélectionner les données exploitables.

6.2.2 Sélection des données exploitables

Tout d'abord, parmi les données extraites par l'IRIT pour les tâches de dénomination et de génération, certaines étaient invalides. Une réponse était considérée comme valide si le sujet avait donné un nom et un seul nom, et que ce mot était en adéquation avec le stimulus. Toutes les données invalides ont donc été identifiées et séparées des réponses valides. Pour les tâches de fluences, toutes les réponses des sujets de l'étude étaient valides. Puis, parmi les réponses valides, nous avons supprimé toutes celles dont les temps de réaction étaient aberrants. Pour chaque sujet, un temps de réaction était jugé aberrant dès qu'il se situait en dehors de la moyenne $\pm 2,5$ écart-type. Enfin, les analyses statistiques ont été réalisées sur les données restantes après tous ces traitements des tâches expérimentales.

Concernant les épreuves du bilan neuropsychologique, nous avons retenu la MoCA, le Stroop et le Trail Making Test. Pour ces deux derniers tests, le nombre d'erreurs plafonnant chez les sujets contrôles, seuls les résultats temporels ont été retenus. Les tests des empans n'ont pas été conservés car trois sujets traumatisés crâniens n'ont pas pu les réaliser en raison d'une trop grande fatigabilité.

6.2.3 Recherche de la fréquence des mots pour la tâche de génération

Pour savoir si un mot est plus ou moins fréquent dans la langue française, la liste des réponses données en génération a été copiée dans le site Internet « lexique.org ». Ce dernier donne alors un chiffre plus ou moins important selon la fréquence du mot employé. Nous avons ensuite répertorié ces données dans un tableau récapitulatif des variables à analyser.

6.2.4 Réalisation de tableaux Excel en vue des analyses statistiques

Nous avons commencé par créer des tableaux Excel par épreuve afin de calculer et de sélectionner les données souhaitées pour chaque épreuve. Dans un seul tableau, nous avons ensuite combiné ces données, données qui correspondaient aux variables étudiées. Pour l'épreuve du Stroop, seuls sept sujets traumatisés crâniens sur les dix ont été retenus car trois d'entre eux n'ont pas pu effectuer cette épreuve en raison d'une trop grande fatigabilité. Un tableau ne prenant en compte que les données des sujets traumatisés crâniens a également été réalisé afin de faire les analyses de corrélations sur cette population.

Pour l'analyse qualitative des relations sémantiques entre le stimulus et la réponse à la tâche de génération, deux tableaux ont été créés : un pour les réponses valides et un pour les réponses invalides. Pour déterminer les catégories de mots, nous nous sommes notamment appuyés sur les travaux de Gaume et de ses collaborateurs (Gaume et al., soumis). Pour les réponses valides, nous avons commencé par retenir dix critères : les syntagmatiques (sac...à dos), les génériques, les réponses partie-tout (comprenant les holonymes et le méronymes), les co-hyponymes, les synonymes, les hyponymes, les associés (deux mots sémantiquement proches dans un large contexte, « acteur » pour « film »), les réponses phonologiques, les réponses morphologiques, les autres réponses. Cela nous a permis de visualiser la répartition de tous les types de catégories. Néanmoins, certaines classes étant trop réduites pour faire un Chi-2, nous en avons regroupé. Il restait alors six rubriques : les syntagmatiques, les génériques, les associés, les réponses partie-tout, les réponses morpho-phonologiques et les réponses regroupant les co-hyponymes, les hyponymes et les synonymes.

Pour les réponses invalides, nous avons également procédé en deux étapes. Dans un premier temps, les réponses ont été réparties en quinze catégories afin d'observer en détails la répartition des natures des relations sémantiques. Ces classes sont : les abréviations, les adverbes, les adjectifs, les pronoms, les verbes, les déterminants, les expressions, les incompris (quand le stimulus n'a pas été compris ou mal compris), les néologismes, les noms propres, les réponses « NSP » (le sujet a entendu le stimulus, mais a signifié qu'il ne savait pas répondre), les onomatopées, les « plusieurs réponses » (le sujet a donné plusieurs réponses au lieu d'une), les réponses « stimulus » (le sujet répète le stimulus, mais ne donne pas de réponse), les « stimulus et réponses » (le sujet répète le stimulus et donne une réponse). Afin de réaliser le test du Chi-2, nous avons ensuite rassemblé ces critères pour n'en garder plus que sept. Les adjectifs, les verbes, les expressions et les noms propres n'ont

pas été modifiés. Les réponses « NSP » ont été associées aux incompris, les répétitions du stimulus aux réponses « stimulus et réponses ». Dans le groupe « autres », nous avons rassemblé les abréviations, les adverbes, les pronoms, les déterminants, les néologismes, les onomatopées et les fois où le sujet a donné plusieurs réponses.

Pour l'analyse des relations sémantiques entre les stimuli et les réponses invalides en dénomination, nous avons gardé les mêmes catégories que dans les deux tableaux – réponses valides et invalides – de la tâche de génération. Nous avons ajouté quelques critères. La rubrique « tronqué » a été ajoutée en raison de plusieurs réponses coupées chez les sujets sains suite à des problèmes d'enregistrement. Nous avons aussi enrichi la nature des relations sémantique avec le critère « confusion visuelle » lorsque le sujet distinguait mal la photographie présentée. Enfin, la classe « phonologie » réunit les confusions phonémiques, les ébauches orales et les stratégies de recherche phonémiques.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec les logiciels JASP (JASP Team, 2018) et Excel.

PRESENTATION DES RESULTATS

Pour rappel, nous avons émis l'hypothèse que le traumatisme crânien avait un impact sur les processus lexico-sémantiques. Nous nous attendions alors à retrouver une augmentation du temps de réaction, une atteinte de la sélection lexicale et de l'organisation du stock lexical avec une préservation du stock lexical. Nous nous attendions également à ce que ces troubles soient corrélés avec l'atteinte des fonctions exécutives. Pour vérifier ces hypothèses, nous avons comparé entre les deux populations – sujets sains et sujets traumatisés crâniens – les temps de réaction, le nombre de réponses valides et la nature des réponses aux tâches expérimentales. Nous avons également comparé les performances exécutives entre ces deux groupes. Enfin, parmi les dix patients traumatisés crâniens, nous avons corrélé les résultats des tâches contrôles avec les temps de réaction et le nombre de réponses valides aux tâches expérimentales.

1 Présentation des deux populations et des données exploitées

1.1 Répartition et caractéristiques démographiques des deux populations

Comme le présente la figure 4, tous les sujets traumatisés crâniens ont été retenus pour l'étude, soit 10 au total. Parmi l'ensemble de la population contrôle répertoriée entre juin et décembre 2017 et dont les données étaient exploitables, soit 93 sujets, 10 ont été sélectionnés en fonction de leur âge, de leur sexe (sauf pour une personne) et de leur niveau d'études.

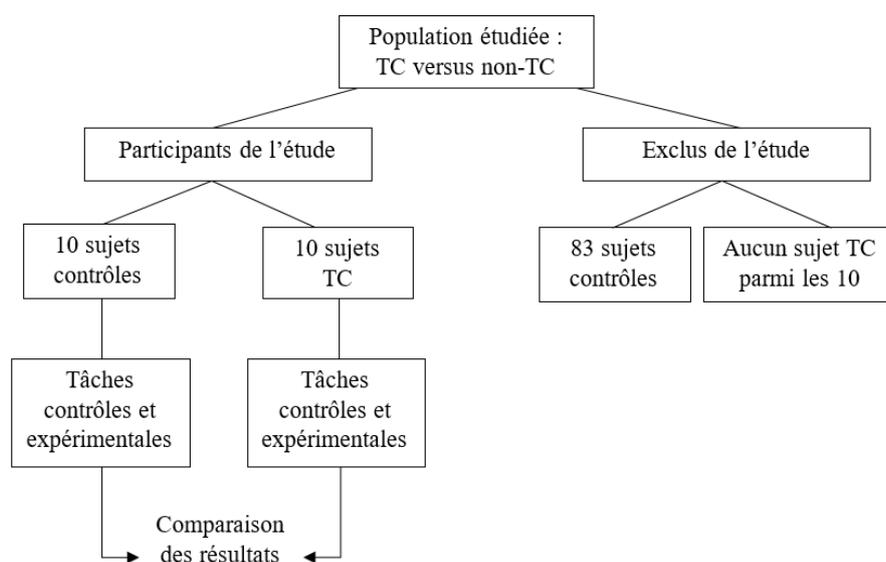


Figure 4. Répartition des sujets retenus pour l'étude

La cohorte présente donc 20 sujets en tout, 10 sujets traumatisés crâniens et 10 sujets contrôles. Le tableau 6 récapitule les données démographiques des deux populations.

		Groupe (N=20)	
		TC (n1 = 10)	SC (n2 = 10)
Age	Moyenne	44,4	43,3
	Médiane	44	44,5
	Minimum - Maximum	[25-69]	[21-70]
Sexe	Hommes	9	8
	Femmes	1	2
Niveau d'études	1	0	0
	2	2	2
	3	8	8

Tableau 5. Données démographiques des sujets contrôles (SC) et des sujets traumatisés crâniens (TC)

1.2 Caractéristiques neuropsychologiques des sujets traumatisés crâniens

Sévérité de la lésion : ce sont tous des patients traumatisés crâniens graves

Distance de l'accident au moment du test : la moyenne est de 4,3 ans, la médiane de 3,5 ans et l'intervalle entre la distance minimale et la distance maximale est [1 an – 8 ans].

Nature de l'accident : six personnes ont eu traumatisme crânien suite à un accident de la voie publique, trois suite à une chute et une suite à une agression.

Prise en charge orthophonique antérieure ou en cours : la moitié a bénéficié ou bénéficiait encore d'une prise en charge orthophonique au moment de l'étude, l'autre moitié n'y a pas eu recours.

Apathie : à l'échelle d'apathie de Starkstein, parmi neuf sujets traumatisés crâniens sept sont considérés comme apathiques, soit 77,8%. Une personne n'a pas pu réaliser ce test.

1.3 Nombre de données traitées et analysées

L'épreuve de génération comprenant 60 items, nous devions travailler sur 1200 valeurs pour les 20 personnes de l'étude. Suite à des problèmes d'enregistrement et d'extraction, ce chiffre est passé à 1185. Parmi ces 1185 valeurs, nous avons supprimé les données invalides. Une fois les données invalides supprimées, il en restait 853. Sur ce dernier

nombre, nous avons ensuite supprimé les temps de réaction aberrants. Les analyses statistiques pour la tâche de génération ont finalement été réalisées sur 824 données.

La même sélection a été effectuée pour la tâche de dénomination. Cette épreuve comprenant également 60 stimuli pour chacun des 20 sujets de l'étude, nous devions travailler sur 1200 valeurs. Ce nombre a été réduit à 1161 en raison de problèmes d'enregistrement et d'extraction des données. Une fois les données invalides supprimées, il restait 959 valeurs. Parmi ces dernières, toutes celles avec des temps de réaction aberrants ont été supprimées. Les analyses statistiques pour la tâche de dénomination ont donc été traitées sur 934 données.

Pour les fluences, parmi les données valides, nous avons enlevé les temps de réaction aberrants pour chaque fluence de chaque sujet. Les nombres de données sur lesquelles nous avons travaillé pour les quatre fluences sont répertoriés dans le tableau 5. Les données inscrites en gras sont les données sur lesquelles les analyses statistiques ont été effectuées.

Epreuves	Nombre d'items au départ	Nombre d'items valides	Nombres d'items sans TR aberrants
Génération	1185	853	824
Dénomination	1161	959	934
Fluence animaux	640	640	592
Fluence fruits	415	415	387
Fluence [r]	456	456	421
Fluence [v]	376	376	347

Tableau 6. Tableau récapitulatif du nombre de données traitées et analysées

2 Traumatisme crânien et temps de traitement des processus lexico-sémantiques

Ces analyses vont nous permettre d'observer si le traumatisme crânien a un effet sur le temps de traitement de l'information à transmettre.

2.1 Temps de réaction aux tâches de dénomination et de génération

Lorsqu'on compare les temps de réaction (TR) entre les patients traumatisés crâniens (TC) et les sujets contrôles (SC) à ces deux tâches, on remarque un effet significatif du traumatisme crânien sur le temps de réaction en dénomination ($p=0.005$), mais pas en génération ($p=0.156$). La figure 5 rend compte visuellement de cette significativité en dénomination, contrairement à la tâche de génération.

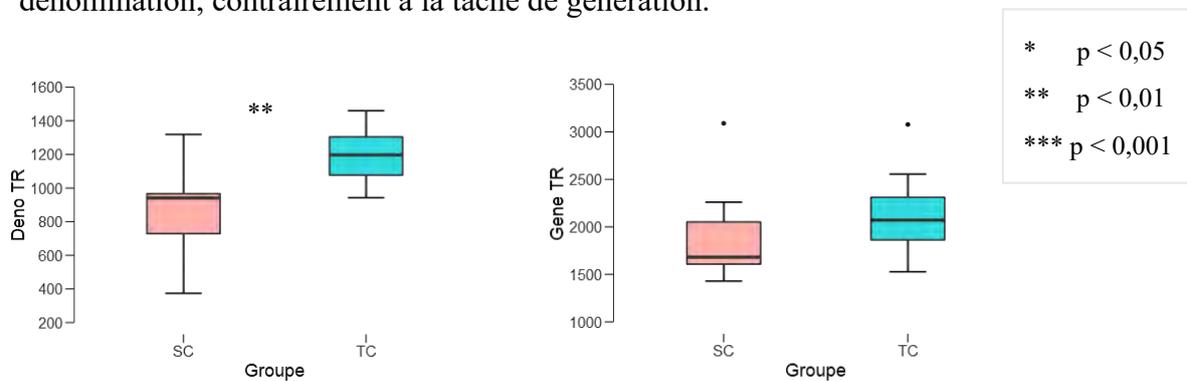


Figure 5. Comparaison du temps de réaction aux tâches de dénomination (Deno) et de génération (Gene) selon le groupe (TC ou SC)

2.2 Intervalles de temps inter-réponses aux tâches de fluences

Seule la fluence des animaux montre un effet significatif du traumatisme crânien sur l'intervalle de temps inter-réponses ($p=0.035$).

L'absence d'impact du traumatisme crânien sur la fluence des fruits et sur les deux fluences phonologiques est néanmoins à nuancer. En effet, les patients produisant en moyenne plus de noms d'animaux (moyenne : 32 mots) que de noms de fruits (moyenne : 20 mots), de mots en [r] (moyenne : 22 mots) ou en [v] (moyenne : 19 mots), la médiane est calculée sur plus de valeurs. La médiane des noms d'animaux est peut-être donc moins sujette à des variations interindividuelles contrairement aux médianes des trois autres fluences.

3 Traumatisme crânien, organisation du stock lexical et sélection lexicale

Les résultats des analyses vont ici vérifier l'hypothèse selon laquelle le traumatisme crânien a une influence sur l'organisation du stock lexical et sur la sélection lexicale.

3.1 Nombre de réponses valides aux trois types de tâches

Il y a un effet du traumatisme crânien sur le nombre de réponses valides lorsqu'on compare les deux populations de l'étude.

3.1.1 Nombre de réponses valides à la tâche de génération

L'effet du traumatisme crânien est significatif sur le nombre de réponses valides à l'épreuve de génération ($p=0.045$). A cette tâche de langage, la pathologie a donc un effet significatif sur le nombre de réponses valides, mais pas sur le temps de réaction. Autrement dit, pour la tâche de génération, les patients traumatisés crâniens privilégient la vitesse à la validité de la réponse.

3.1.2 Nombre de réponses valides à la tâche de dénomination

Pour la tâche de dénomination, les sujets traumatisés crâniens donnent moins de réponses valides que les sujets contrôles. Pour autant, l'effet de la pathologie sur le nombre de bonnes réponses est seulement marginal ($p=0.057$). Si on compare le taux de réponses valides avec les temps de réaction à cette tâche de dénomination d'images, on remarque que les sujets pathologiques favorisent, ici, la qualité de la réponse au profit du temps.

3.1.3 Nombre de réponses valides aux tâches de fluences verbales

L'effet du traumatisme crânien sur le nombre de réponses valides est significatif pour les épreuves de fluences de fruits ($p=0.019$) et d'animaux ($p=0.030$). Les résultats montrent une tendance pour la fluence des mots en [r] ($p=0.075$). Enfin, ils ne laissent pas apparaître d'effet du traumatisme crânien sur le taux de réponses valides pour la fluence des mots en [v] ($p=0.177$). Le traumatisme crânien a donc un effet sur les fluences sémantiques, mais pas ou peu marqué sur les fluences phonologiques.

Afin d'observer plus globalement l'effet du traumatisme crânien sur le nombre de réponses selon le type de fluences verbales, nous avons regroupé les deux fluences sémantiques et les deux fluences phonologiques. Il en ressort un effet très significatif de la pathologie sur les fluences sémantiques ($p=0.002$) et un effet significatif sur les fluences phonologiques ($p=0.043$). Pour les fluences sémantiques, la p-value est à nuancer car on remarque dans la figure 6 que le maximum et la moyenne sont élevés en raison notamment de deux sujets contrôles très performants. Si on enlève ces deux sujets et que l'on regarde le haut des boîtes à moustache, les sujets produisent entre 40 et 50 mots dans les deux populations.

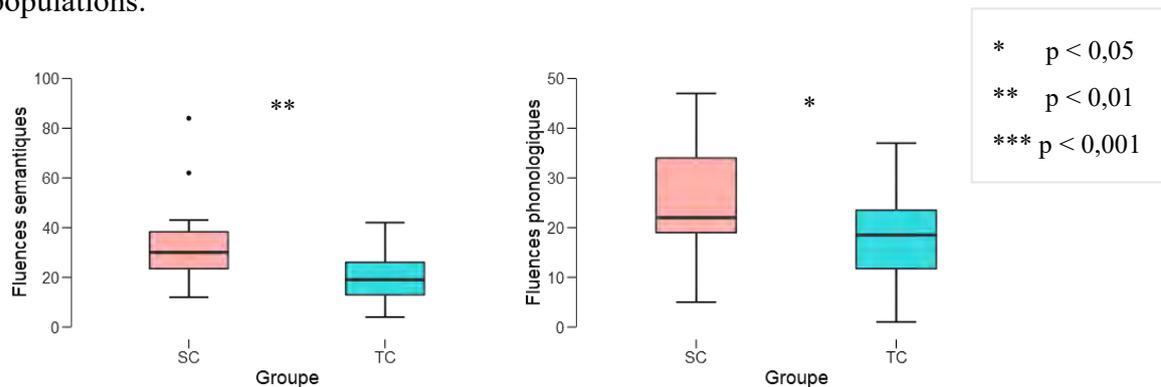


Figure 6. Comparaison du nombre de réponses valides dans les deux groupes selon les types de fluences

3.2 Fréquence lexicale des réponses valides à la tâche de génération

Les sujets traumatisés crâniens donnent des mots plus fréquents que les sujets contrôles à la tâche de génération. L'effet de la pathologie sur la fréquence lexicale (FR) des réponses est significatif ($p=0.028$). Comme le soulignent les boîtes à moustache de la figure 7, cet effet sur la fréquence lexicale est vraiment marqué chez tous les traumatisés crâniens.

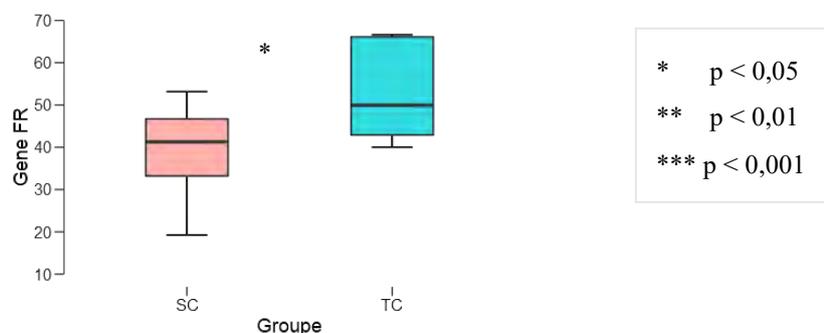


Figure 7. Comparaison de la fréquence lexicale des réponses valides selon le groupe à la tâche de génération de mots

La quasi-totalité des fréquences lexicales se situe entre le deuxième quartile et le troisième quartile. La fréquence lexicale des réponses des sujets sains est moins élevée. Les réponses sont des mots moins fréquents et leur étendue est plus importante. Ce résultat souligne une atteinte de la sélection lexicale chez les sujets traumatisés crâniens. Face à une diversité de mots présents dans leur stock lexical, ces derniers ont tendance à privilégier des mots fréquemment utilisés dans la langue française.

3.3 Relations sémantiques entre le stimulus et la réponse

3.3.1 Relations sémantiques des réponses valides à la tâche de génération

Le test du Chi-2 ne montre pas d'effet significatif du traumatisme crânien sur la nature des réponses valides. Les deux populations répondent en utilisant chacune les six catégories de mots retenus. La répartition de ces catégories est même relativement homogène entre les sujets contrôles et les sujets traumatisés crâniens. Ces derniers produisent juste un peu plus d'associés et un peu moins de co-hyponymes, hyponymes et synonymes que les sujets sains, comme en atteste la figure 8.

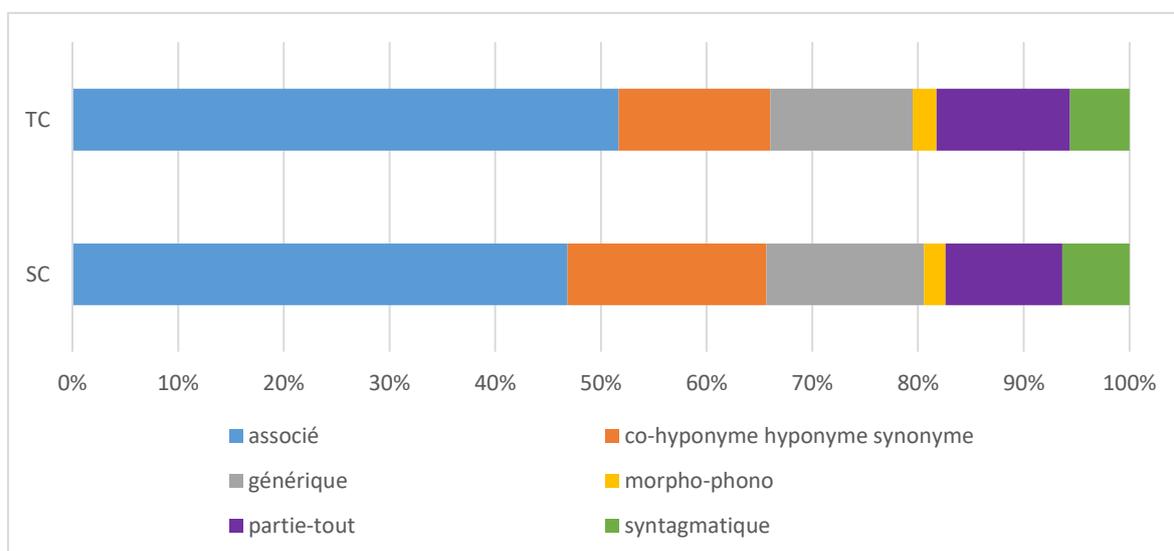


Figure 8. Répartition de la nature des réponses valides en génération

Une explication possible à cette homogénéité serait que certains items appellent plus un type de relation sémantique qu'un autre. Ainsi, même si les sujets traumatisés crâniens produisent significativement moins de réponses valides que les sujets contrôles, les relations sémantiques de leurs réponses valides se rapprochent de celles des sujets sains.

3.3.2 Relations sémantiques des réponses invalides à la tâche de génération

En génération, presque toutes les catégories de réponses invalides sont retrouvées dans les deux populations. En revanche, contrairement aux réponses valides, on observe ici une plus grande hétérogénéité dans la répartition de la nature des réponses invalides. Le traumatisme crânien a d'ailleurs un effet significatif sur la répartition de la nature des réponses invalides en génération ($p < 0.001$). La figure 9 en rend compte. Les sujets contrôles se trompent plus dans la nature grammaticale de la réponse – ils donnent des adjectifs et des verbes au lieu de donner des noms – que les sujets pathologiques. Ces derniers donnent plus d'expressions et rencontrent des difficultés à se limiter à un seul mot de réponse. L'utilisation de périphrases – dans les expressions – souligne le phénomène du « mot sur le bout de la langue » que rencontrent les sujets traumatisés crâniens. Ils définissent le concept qu'ils cherchent à exprimer, ils en donnent les attributs, mais ne retrouvent pas sa représentation phonologique. De plus, comme il a été dit plus haut, ils répètent plusieurs fois le stimulus afin d'en favoriser l'accès et le traitement dans le lexique mental.

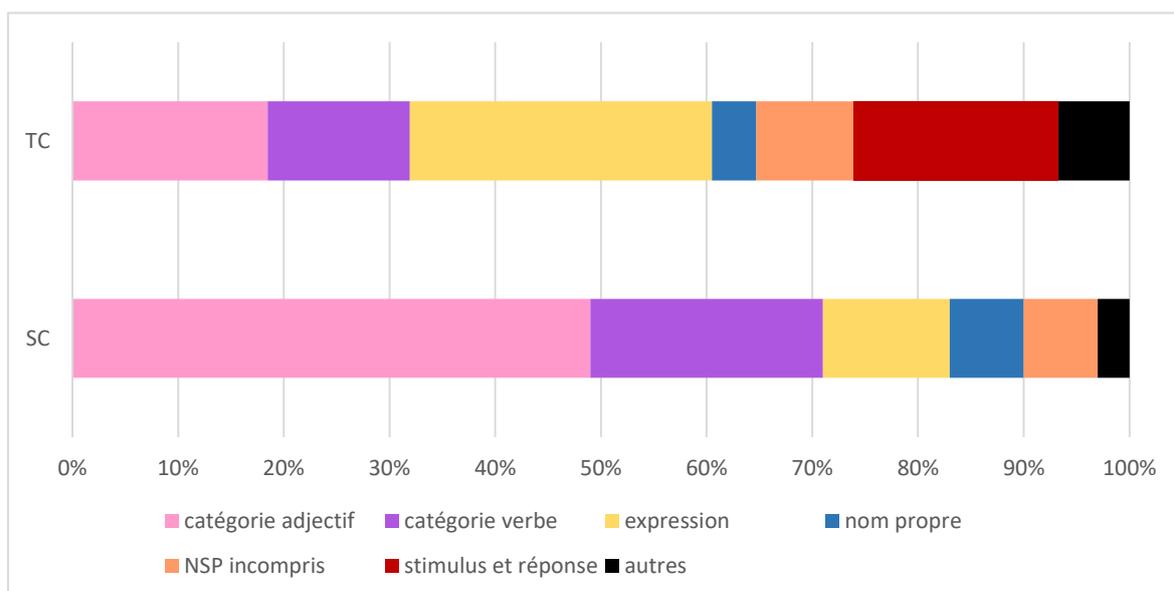


Figure 9. Répartition de la nature des réponses invalides en génération

3.3.3 Relations sémantiques des réponses invalides à l'épreuve de dénomination

Le traumatisme crânien a une conséquence significative sur les relations sémantiques des réponses invalides à l'épreuve de dénomination ($p < 0.001$). Toutefois, on remarque dans la figure 10 que plus de 60% des erreurs des sujets contrôles s'expliquent par un problème d'enregistrement. Les sujets dont les réponses sont coupées n'ont pas bénéficié de la même version d'Evolex que les sujets traumatisés crâniens. Cela explique probablement qu'il n'y

ait pas d'erreurs de ce type dans la population présentant un traumatisme crânien. Les relations sémantiques stimulus-réponses des productions de ce dernier groupe se distinguent notamment par des associés, des réponses partie-tout, des périphrases et des erreurs phonologiques. Les erreurs phonologiques regroupent ici les confusions phonémiques, les stratégies de recherche phonémique et les ébauches orales.

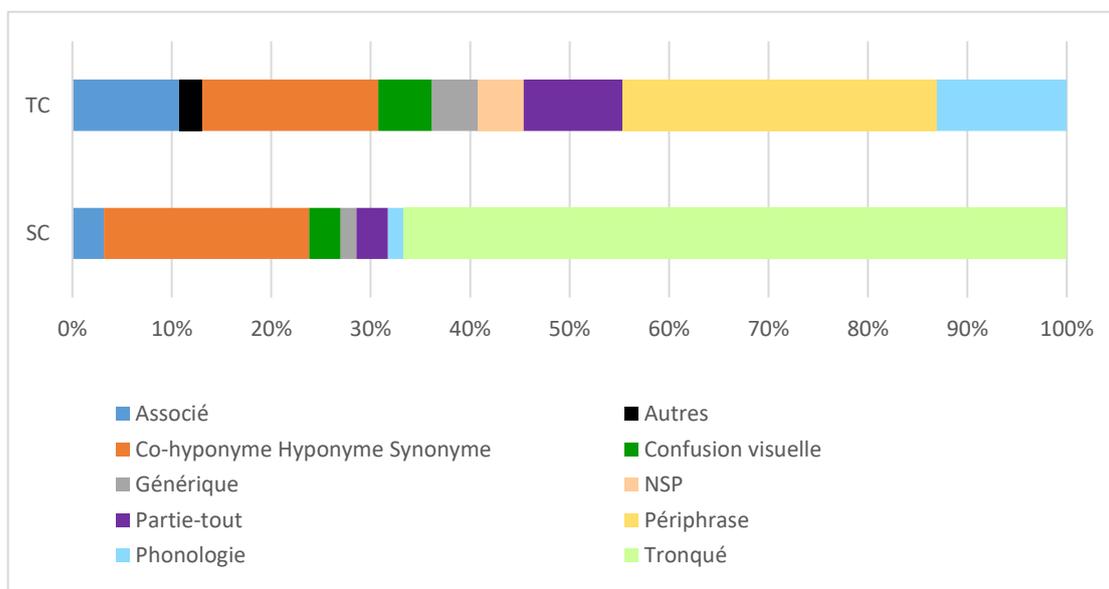


Figure 10. Répartition de la nature des réponses invalides en dénomination

4 Traumatisme crânien et performances exécutives

Ces analyses vont nous permettre d'étudier l'effet du traumatisme crânien sur les performances cognitives et exécutives. Elles vont également servir à vérifier si l'atteinte des fonctions exécutives a des répercussions sur les tâches expérimentales.

3.1. Performances aux tests neuropsychologiques

4.1.1 Performances cognitives globales

Les résultats statistiques montrent un effet significatif du traumatisme crânien sur les scores au test de la MoCA ($p=0.030$). Si on compare chaque domaine de ce test de screening cognitif entre les deux populations, seuls deux d'entre eux dépendent significativement de la pathologie : les tâches visuo-exécutives ($p=0.015$) et mnésiques ($p=0.018$). Comme l'ont déjà souligné plusieurs auteurs, ce sont deux fonctions souvent altérées suite à un traumatisme crânien.

4.1.2 Performances aux épreuves faisant intervenir la flexibilité mentale

Il y a également une influence significative du traumatisme crânien sur la différence de temps entre les planches B et A du Trail Making Test ($p=0.035$). Par rapport aux sujets contrôles, les personnes ayant un traumatisme crânien sont plus lentes au Trail Making Test en raison d'un défaut de flexibilité mentale. La difficulté à alterner deux consignes (relier alternativement des chiffres et des lettres, et ce, dans l'ordre croissant) ralentit la vitesse d'exécution de la tâche et donc le résultat final.

Dans notre population, il n'y a pas d'effet de la pathologie sur la performance temporelle de la condition inhibition contrôlée au test du Stroop. Plus précisément, les sujets traumatisés crâniens lisent les planches « dénomination » et « interférence » moins vite que les sujets sains. Néanmoins, ce n'est pas le temps total de lecture, mais le résultat du temps de lecture à la planche « dénomination » soustrait au temps de lecture de la planche « interférence » qui permet de savoir si le test du Stroop est réussi. Or, la différence de temps entre ces deux planches étant similaire dans les deux populations, les analyses ne font pas ressortir une influence du traumatisme crânien sur la performance temporelle au test du Stroop.

4.1.3 Ralentissement du traitement de l'information et performances cognitives

Le ralentissement du traitement de l'information est par ailleurs corrélé avec les performances cognitives. Parmi les sujets traumatisés crâniens, les analyses statistiques soulignent une corrélation négative entre le score à la MoCA et la différence de temps entre les parties A et B du Trail Making Test ($p=0.005$). La différence de temps entre les planches A et B est calculée en soustrayant le temps de réalisation de la planche A au temps de réalisation de la planche B. Autrement dit, comme le suggère la figure 11, plus le score des patients traumatisés crâniens à la MoCA est bon, plus la différence de temps entre la planche B et la planche A est faible. L'atteinte cognitive dans le traumatisme crânien est donc corrélée avec la rapidité de traitement de l'information.

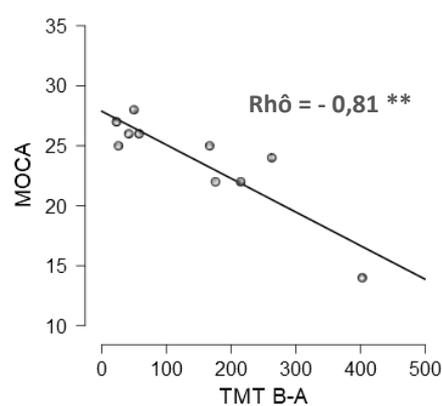


Figure 11. Corrélation entre le score à la MoCA et la différence de temps (en ms) au TMT chez les patients traumatisés crâniens

4.2 Taux de répétition du stimulus à l'épreuve de génération

Les analyses statistiques concernant cette hypothèse n'ont pas pu être réalisées. En effet, les consignes de correction n'étant pas harmonisées concernant les répétitions des stimuli, certains examinateurs les ont notées et d'autres non. Une analyse statistique sur les répétitions relevées serait trop partielle étant donnée la taille déjà restreinte de l'échantillon. Néanmoins, d'après le schéma précédent sur la répartition de la nature des réponses invalides, on remarque que la répétition du stimulus est présente chez les sujets traumatisés crâniens et absente chez les sujets sains.

4.3 Corrélation intra-groupe entre les performances neuropsychologiques et les temps de réaction aux épreuves de dénomination, de génération et de fluences

4.3.1 Dénomination et génération

Chez les personnes présentant un traumatisme crânien, les analyses statistiques ne soulignent pas de corrélation entre les performances neuropsychologiques (MoCA, TMT, Stroop) et les temps de réaction enregistrés aux tâches de dénomination et de génération.

La MoCA étant composée de plusieurs domaines, nous avons précisé la recherche d'une corrélation entre les temps de réaction et chacune des sous-épreuves de ce test. Si aucun lien significatif ne ressort entre les épreuves de la MoCA et les temps de réaction à l'épreuve de génération, il y en a un pour l'épreuve de dénomination. Les temps de réaction en dénomination sont corrélés négativement avec le score aux tâches mnésiques de la MoCA ($p=0.045$). La figure 12 le montre : plus le score mnésique à la MoCA est faible, plus le temps de réaction en dénomination d'images est long. Dans cette tâche, les troubles mnésiques en mémoire de travail et la mise en place de stratégies pour aller retrouver le bon mot dans le stock lexical entraînent un temps de réaction plus long dans la population avec un traumatisme crânien que dans la population sans pathologie.

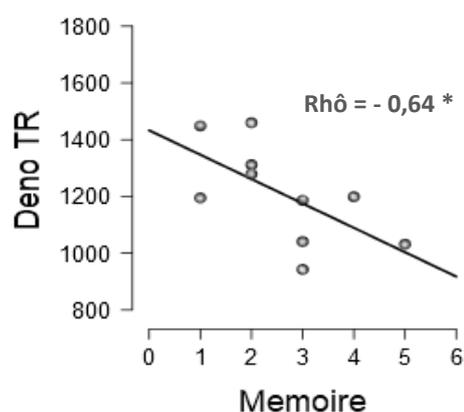


Figure 12. Corrélation entre le score mnésique à la MoCA et le temps de réaction (en ms) à l'épreuve de dénomination d'images chez les sujets traumatisés crâniens

4.3.2 *Fluences*

La différence de temps au Stroop entre la planche « interférence » et la planche « dénomination » n'est pas corrélée avec les intervalles de temps inter-réponses des fluences.

En revanche, la différence de temps au TMT entre les planches B et A présente une corrélation significative et positive avec l'intervalle de temps inter-réponses aux fluences en [r] ($p=0.012$). On remarque également une corrélation marginale positive avec la fluence des fruits ($p=0.073$). Autrement dit, plus les sujets traumatisés crâniens réalisent les deux planches du TMT en un temps similaire, plus l'écart temporel entre les mots est court aux fluences en [r] et aux fluences de fruits. Moins la flexibilité mentale des sujets traumatisés crâniens est altérée, plus ils sont capables de changer rapidement de stratégie pour sélectionner des mots commençant par [r] et des noms de fruits.

Enfin, pour la MoCA, seule une corrélation significative est observée avec la fluence en [r] ($p<0.001$). Cette corrélation est négative : plus le score à la MoCA est élevé, plus le temps entre les mots en [r] est court. Plus précisément, les épreuves de la MoCA corrélées avec l'intervalle de temps inter-réponses de cette fluence phonologique sont : la mémoire ($p=0.040$), l'attention ($p=0.001$) et l'abstraction ($p=0.044$).

4.4 Corrélation intra-groupe entre les performances neuropsychologiques et les taux de réponses valides aux tâches de dénomination, de génération et de fluences

4.4.1 *Dénomination*

Les analyses statistiques mettent en évidence une corrélation entre le nombre de réponses valides à l'épreuve de dénomination et deux épreuves neuropsychologiques. La figure 13 souligne que le taux de bonnes réponses (BR) en dénomination est significativement corrélé à la différence de temps entre la planche « interférence » et la planche « dénomination » à l'épreuve du Stroop ($p=0.016$). Autrement dit, plus les sujets traumatisés crâniens sont rapides au Stroop, plus ils donnent de bonnes réponses en dénomination. De même, plus la différence de temps entre les planches B et A du Trail Making Test est faible, plus le taux de bonnes réponses est élevé. En effet, le taux de réponses valides en dénomination d'images est significativement corrélé avec la différence de temps entre les formes B et A du Trail Making Test ($p=0.005$). De bonnes capacités d'inhibition et

de flexibilité mentale semblent donc nécessaires pour la sélection lexicale à la tâche de dénomination.

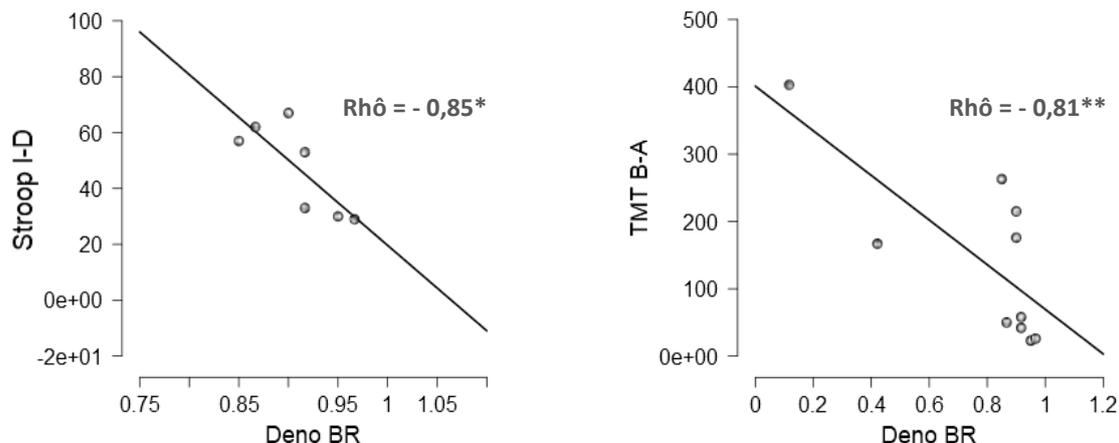


Figure 13. Corrélations entre le taux de réponses valides (en pourcentages) en dénomination et les temps (en ms) au Stroop et au Trail Making Test chez les sujets traumatisés crâniens

Après avoir comparé le nombre de bonnes réponses en dénomination avec les différentes épreuves de la MoCA, aucune corrélation ne ressort.

4.4.2 Fluences

Pour le nombre de réponses valides, le Stroop n'est corrélé avec aucune des quatre fluences.

Par contre, le Trail Making Test est corrélé négativement avec les deux fluences sémantiques : animaux ($p=0.05$) et fruits ($p=0.031$). Les deux graphiques de la figure 14 montrent que plus la différence de temps est grande entre les deux planches du TMT, moins les patients traumatisés crâniens donnent de réponses. Par conséquent, aux tâches de fluences sémantiques, la sélection lexicale semble dépendante d'une flexibilité mentale efficace.

Une fois de plus, les résultats soulèvent une différence entre les deux types de fluences verbales puisque les fluences phonologiques ne sont pas corrélées avec ce test.

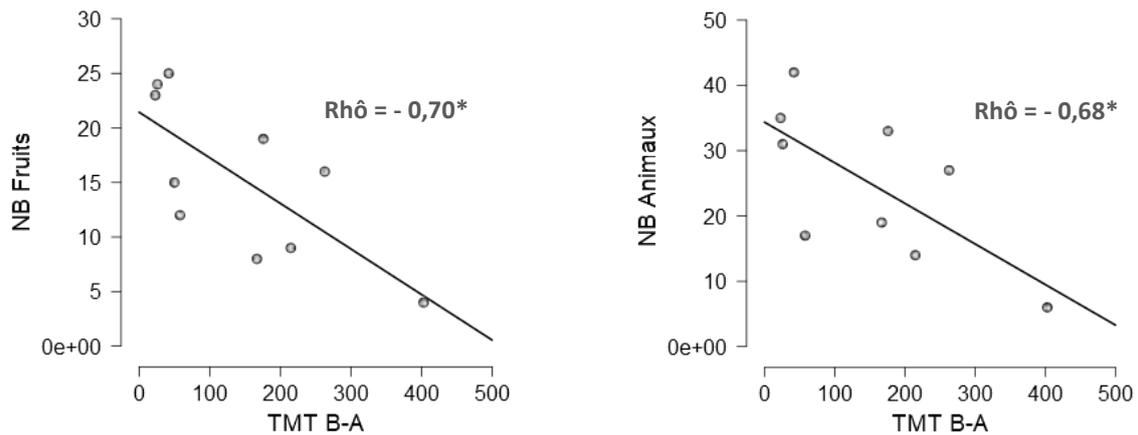


Figure 14. Corrélations entre le nombre de réponses valides (NB) aux fluences sémantiques et le temps (en ms) au Trail Making Test chez les sujets traumatisés crâniens

La corrélation de la MoCA avec la fluence des animaux montre une tendance ($p=0.088$). Une recherche plus approfondie note qu'un domaine de la MoCA est corrélé avec le nombre de réponses valides à cette fluence : le langage ($p=0.021$). Ce test demande notamment de dénommer trois animaux. Les catégories mnésiques ($p=0.083$) et attentionnelles ($p=0.080$) ne montrent qu'une tendance. Cela permet néanmoins d'observer les fonctions qui influent dans la corrélation entre la MoCA et le nombre de réponses valides à la fluence des animaux.

4.4.3 Génération

Parmi les individus traumatisés crâniens de cette étude, aucune corrélation n'est observée entre le nombre de réponses valides à la tâche de génération et les trois tests neuropsychologiques. Ce résultat signifierait que la validité de la réponse en génération ne dépendrait pas de bonnes capacités d'inhibition et de flexibilité mentale. La sélection lexicale en génération reposerait-elle spécifiquement sur l'organisation des représentations sémantiques ? De la Haye précise d'ailleurs que cette tâche est « *la plus appropriée et la plus utilisée pour mettre en évidence [l'] organisation des connaissances en mémoire et identifier ce qui constitue un « réseau associatif»* » (De La Haye, 2003).

DISCUSSION

1 Discussion des résultats et validation des hypothèses

1.1 Augmentation du temps de traitement des processus lexico-sémantiques

Les résultats ont souligné un effet significatif de la pathologie sur le temps de traitement de l'information à la tâche de dénomination d'images, mais pas à celle de génération.

Or, on aurait également pu s'attendre à un effet en génération. On aurait pu penser que le temps de réaction en génération serait plus long qu'en dénomination en raison de la complexité de la première tâche. Effectivement, Van Zomeren précise que le temps de réaction des traumatisés crâniens est plus long quand « *le sujet doit choisir une réponse parmi plusieurs, en fonction d'un stimulus variable* » que quand « *le patient doit effectuer une réponse toujours identique à un stimulus unique* » (Van Zomeren, 1981). La génération de mots alterne justement entre stimuli concrets et stimuli abstraits et demande au patient de sélectionner un terme parmi ceux qui lui viennent à l'esprit. Selon cette idée, le déficit en attention divisée aurait dû engendrer un temps de réaction plus long en génération qu'en dénomination. Mais, les résultats montrent l'inverse. Par conséquent, si l'explication ne vient pas de la complexité de la tâche, d'où vient-elle ? Cela peut s'expliquer par le degré de contrainte des épreuves. La tâche de dénomination est plus contraignante que la tâche de génération car elle attend un mot-cible en particulier. Prenons l'exemple de l'item « sucre » : en dénomination, quand il voit l'image des morceaux de sucre, le sujet ne peut répondre que « sucre » pour que sa réponse soit valide. La tâche de génération, en revanche, est moins contraignante car le patient peut trouver une réponse valide parmi une quantité plus importante de mots. Effectivement, pour reprendre l'exemple du stimulus « sucre », la réponse sera dite valide pour le mot « café » tout comme pour les mots « gâteau », « pâtisserie », « diabète », « sel », etc. Il y a donc un effet du traumatisme crânien sur le temps de réaction lorsqu'il faut trouver le mot juste, mais pas quand il faut associer des mots entre eux.

De plus, cette notion de contrainte pourrait expliquer la différence entre les deux temps de traitement de l'information par son influence sur le comportement. Du fait d'un plus grand degré de liberté dans le choix de la réponse en génération, et donc d'une charge mentale moins importante que pour la dénomination, les modifications du comportement s'exprimeraient peut-être plus en génération. L'impulsivité des personnes avec un

traumatisme crânien ressortirait alors plus facilement, ce qui expliquerait un temps de réponse plus court qu'en dénomination.

Enfin, aux épreuves de fluences verbales, le traumatisme crânien n'a un effet significatif que sur l'intervalle inter-réponse de la fluence sémantique des animaux. Comme nous l'avons vu, ce résultat est à nuancer, la médiane de cette fluence étant calculée sur un plus grand nombre d'items.

Le traumatisme crânien a donc un effet significatif sur le temps de traitement de l'information.

Néanmoins, nous avons émis l'hypothèse que le temps de traitement de l'information serait significativement plus long chez les sujets traumatisés crâniens que chez les sujets contrôles, et ce, à toutes les tâches expérimentales. Or, les résultats ont objectivé une significativité du traumatisme crânien sur le temps de traitement de l'information uniquement pour les tâches de dénomination et de fluences des animaux.

L'hypothèse sur l'augmentation du temps de traitement de l'information n'est donc validée que pour ces deux dernières tâches.

1.2 Atteinte de la sélection lexicale

Dans la tâche de dénomination, les résultats mettent en évidence un effet marginal du traumatisme crânien sur le nombre de réponses valides. Ils soulignent une perturbation de la sélection lexicale. L'analyse des relations sémantiques stimulus-réponses permet de préciser la nature du défaut de sélection lexicale. Les périphrases, les absences de réponses et les associés – qui deviennent des paraphrasies sémantiques dans cette tâche, mettent en avant un défaut d'accès lexico-sémantique alors que les concepts sont préservés (Rousseau & Valette-Fruhinsholz, 2010).

Les résultats en génération, quant à eux, ont montré une conséquence significative de la pathologie sur le nombre de réponses valides. Comme nous l'avons vu, à cette tâche, les sujets traumatisés crâniens favorisent le critère du temps au profit de celui de la validité de la réponse. L'analyse de la nature des erreurs montre qu'ils produisent des réponses tout de même sémantiquement en lien avec le stimulus. La réponse est considérée comme invalide, mais le concept est quand même exprimé. Les périphrases et les absences de

réponses montrent un défaut d'accès au stock sémantique, mais aussi phonologique (Rousseau & Valette-Fruhinsholz, 2010).

Par contre, les résultats présentent un effet différent du traumatisme crânien selon type de fluences sur le nombre de réponses valides. En effet, les résultats des fluences phonologiques ne soulignent aucun effet (mots en [r]), ou un impact que très peu marqué (mots en [v]) du traumatisme crânien sur le nombre de réponses valides aux fluences verbales phonologiques. En revanche, les fluences sémantiques sont significativement atteintes. Autrement dit, par rapport aux sujets contrôles, les individus traumatisés crâniens rencontrent plus de difficultés à donner des mots avec une contrainte sémantique qu'avec une contrainte phonologique. Cette variation de difficulté en fonction du type de fluences verbales rejoint l'idée de Ferrand selon laquelle les deux encodages – sémantique et phonologique – sont bien distincts l'un de l'autre (Ferrand, 1994). Chez les personnes présentant un traumatisme crânien, il semblerait donc que l'encodage sémantique soit déficitaire, alors que l'encodage phonologique est préservé. En réalité, l'encodage phonologique est lui-même atteint. C'est ce que souligne l'analyse regroupant les deux fluences de chaque catégorie. On se rend alors compte que le traumatisme crânien a un effet très significatif sur le nombre de mots aux fluences sémantiques et, même si c'est dans une moindre mesure, il a un effet significatif sur le nombre de mots aux fluences phonologiques. Même si l'accès lexico-sémantique semble plus atteint que l'accès lexico-phonologique, les deux encodages sont bien déficitaires. Néanmoins, pourquoi l'encodage lexico-sémantique paraît plus altéré que l'encodage lexico-phonologique ? Ce déficit peut-il s'expliquer par une atteinte de l'organisation du stock lexical ? C'est le point suivant de notre réflexion.

Le traumatisme crânien a donc un effet significatif sur la sélection lexico-sémantique et lexico-phonologique aux tâches de génération et de fluences verbales. L'effet du traumatisme crânien est seulement marginal sur la sélection lexico-sémantique en dénomination.

Or, nous avons présumé que les nombres de réponses en génération et en fluences seraient significativement plus bas dans la population pathologique, mais qu'ils seraient équivalents dans les deux populations pour l'épreuve de dénomination.

L'hypothèse sur l'atteinte de la sélection lexicale est donc validée.

1.3 Atteinte de l'organisation du stock lexical

L'utilisation d'expressions, de périphrases par les patients traumatisés crâniens montre que la connexion entre le *hub* (Patterson, cité par Carbonnel et al., 2010) et l'attribut phonologique de la représentation sémantique est déficitaire, comme estompée. Les relations sémantiques créées et activées normalement entre les attributs et le *hub* chez le sujet sain doivent être réactivées chez le sujet traumatisé crânien.

Ces altérations des connexions entre les différents attributs d'une représentation sémantique pourraient alors expliquer l'utilisation significative de mots fréquents par les sujets traumatisés crâniens. Les mots fréquents étant par définition plus souvent utilisés par la population en général – entourage, médias, etc., sont ainsi plus souvent réactivés dans le lexique mental. Si elles sont lésées, les connexions entre le *hub* et les attributs d'un concept ont donc la possibilité de se réactiver ou de se recréer toutes les fois où le mot est entendu par le sujet. Celui-ci va alors utiliser les mots dont les connexions ont été réactivées : les mots fréquents.

Les analyses de la relation sémantique stimulus-réponse et de la fréquence lexicale soulignent un effet significatif du traumatisme crânien sur l'organisation du stock lexical.

Or, nous nous attendions à ce que les individus traumatisés crâniens donnent plus de mots fréquents et d'expressions.

L'hypothèse sur l'altération de l'organisation du stock lexical est donc validée.

Notre étude ne s'est pas intéressée aux mécanismes de *clustering* et de *switching* parfois utilisés dans des analyses de fluences verbales. Dans un prochain travail, il serait intéressant de comparer ces deux mécanismes aux tâches de fluences verbales entre les deux groupes. Le *clustering* est le fait de regrouper des mots entre eux. En d'autres termes, il correspond « à la production de mots appartenant à des sous-catégories sémantiques ou phonémiques [...] et impliquerai[t] la mémoire sémantique et le lexique phonologique » (Gierski & Ergis, 2004). Il serait surtout atteint lors de lésions des aires temporales. Le *switching*, quant à lui, permet de passer d'un groupe de mots à un autre. Le sujet *switche* entre deux regroupements quand il a épuisé le stock de mots du premier. Le *switching* fait notamment appelle à la flexibilité mentale et aux stratégies de recherche. De plus, il est

souvent altéré chez les patients présentant une atteinte frontale ou sous-cortico-frontale (Gierski & Ergis, 2004). Ces derniers produisent alors moins de *switches* que des sujets sains.

Afin d'observer ce qu'une comparaison des *clusters* et des *switches* entre les deux groupes pourrait relever, nous avons retenu un sujet traumatisé crânien et un sujet contrôle. Nous les avons appariés en âge, sexe et niveau d'études. Ce sont tous les deux des hommes de niveau d'études 3. Le patient traumatisé crânien a 45 ans et le sujet contrôle, 44 ans. Nous avons ensuite comparé les résultats des regroupements et des *switches* – ou « commutations » – via la plateforme Samoplay. Nous avons choisi la fluence « animaux » car elle est significativement chutée chez les patients traumatisés crâniens de l'étude, tant en termes d'intervalle de temps inter-réponses qu'en termes du nombre de réponses valides. La figure 15 présente la répartition des processus cognitifs des deux sujets. On aurait pu s'attendre à ce que le sujet traumatisé crânien produise plus de mots isolés et moins de regroupements et de commutations que le sujet contrôle. Cela aurait pu souligner une moins bonne organisation du lexique mental et de moins bonnes stratégies de recherche. Mais, c'est plutôt l'inverse qui se produit (cf figure 15). En revanche, on pourrait aussi se dire que, le patient ayant conscience de ses difficultés, a mis en place des stratégies de recherche de noms d'animaux pour pallier ses troubles mnésiques, attentionnels et de flexibilité mentale. Ceci n'est qu'un test, mais permet d'observer qu'il serait intéressant de comparer de plus près les phénomènes de *clustering* et de *switching* entre les deux populations.

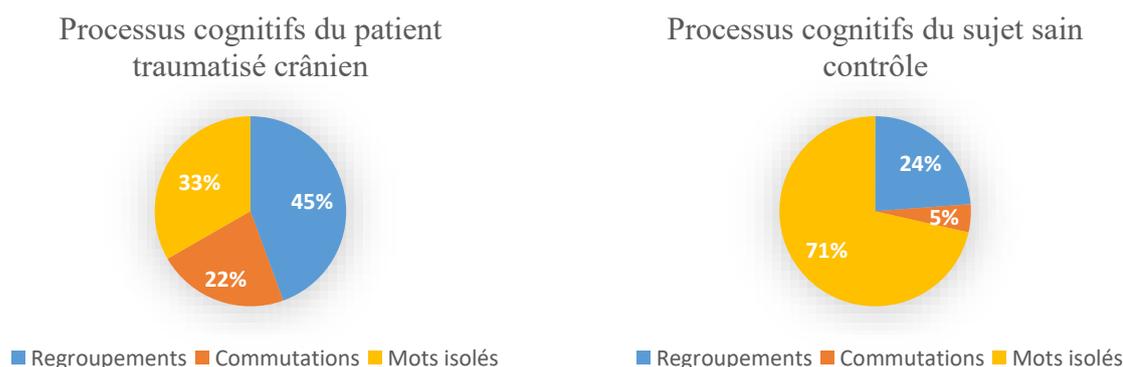


Figure 15. Test de comparaison des processus cognitifs à une fluence « animaux » entre deux sujets appariés

1.4 Préservation du stock lexico-sémantique et déficit du stock lexico-phonologique

Les épreuves de dénomination d'images et de génération de mots ont toutes deux souligné une conservation des représentations lexico-sémantiques, malgré une atteinte de la sélection lexico-sémantique et lexico-phonologique. En revanche, l'analyse de la relation sémantique stimulus-réponse à la tâche de dénomination révèle une atteinte du stock lexico-phonologique lui-même. Cette idée est appuyée par la présence de paraphasies phonémiques, d'ébauches orales et de stratégies de recherche phonémique. A la tâche de génération, les expressions laissent entrevoir le « phénomène du mot sur le bout de la langue ». Ce phénomène et les erreurs phonologiques permettent de remarquer l'altération du stock phonologique (Rousseau & Valette-Fruhinsholz, 2010).

Le traumatisme crânien a un impact significatif sur la sélection lexicale, mais pas sur le stock lexico-sémantique.

Nous avons émis l'hypothèse que le nombre de réponses valides des sujets traumatisés crâniens à la tâche de dénomination se rapprocherait de celui des sujets sains.

D'après l'impact marginal de la pathologie sur le nombre de réponses valides à la tâche de dénomination et l'analyse du type d'erreurs aux tâches de dénomination et de génération, l'hypothèse sur la préservation du stock lexico-sémantique est donc validée. De plus, une notion vient s'ajouter à la réflexion initiale : l'atteinte du stock lexico-phonologique.

1.5 Rôle de l'atteinte des fonctions exécutives

1.5.1 Discussion sur les performances exécutives inter-groupes et intra-groupe

Les résultats montrent une influence significative du traumatisme crânien sur les performances exécutives. Le domaine visuo-exécutif est l'un des deux champs significativement altérés dans la MoCA. De plus, l'effet significatif de cette pathologie sur la différence de temps entre les planches B et A du Trail Making Test suggère une atteinte de la flexibilité mentale. Plusieurs auteurs ont déjà montré ce problème de flexibilité mentale (Azouvi et al., 2008; Azouvi & Belmont, 2010; Cohadon et al., 2008; Godefroy, 2008; Pélissier et al., 1991). Les patients sont alors plus lents pour réaliser le TMT.

Par contre, ce ralentissement du traitement de l'information dû à un défaut de flexibilité mentale n'est pas corrélé avec le temps de réaction en dénomination d'images. En revanche, il y a une corrélation entre le nombre de réponses valides en dénomination et les critères temporels des tests du Stroop et du Trail Making Test. Ainsi, plus les sujets traumatisés crâniens ont une bonne flexibilité mentale, plus ils vont vite au Stroop et au TMT, et plus ils donnent de bonnes réponses en dénomination. Il semblerait que plus leur flexibilité est bonne, plus ils arrivent à changer de représentation lexico-sémantique dans le lexique mental – tout en inhibant l'image précédemment présentée – pour sélectionner la bonne dénomination de la nouvelle photographie. Ces résultats sont à nuancer car seul le critère temporel a été pris en compte aux tests du Stroop et du Trail Making Test. Mais, ils montrent tout de même que le défaut de flexibilité mentale influe sur la qualité de la réponse. Le mécanisme de sélection lexicale développé par Crosson nous permet d'appuyer cette analyse. Crosson explique que le rôle du mécanisme de sélection lexicale consiste à retenir une unité de langage parmi plusieurs (Crosson, 2013). La flexibilité mentale intervient dans la sélection lexicale pour effectuer des allers-retours parmi un ensemble d'items lexicaux et choisir le mot le plus en adéquation avec le message à véhiculer. Une atteinte de la flexibilité mentale aura donc des répercussions sur le mécanisme de sélection lexicale.

Cette conséquence ressort également dans la corrélation significative du TMT avec les deux fluences sémantiques. L'atteinte de la flexibilité mentale agirait sur la capacité à passer d'un regroupement de mots à un autre. Plus elle serait déficitaire, plus le patient rencontrerait des difficultés à *switcher* sur un autre *cluster* lorsqu'il aurait épuisé le stock du premier. De plus, les fluences sémantiques semblent nécessiter un peu plus l'intervention de la flexibilité mentale que les fluences phonologiques. Les résultats sur le nombre de réponses valides de ces dernières ne sont effectivement pas corrélés avec le TMT. Néanmoins, si la flexibilité mentale ne paraît pas avoir d'influence sur le nombre de productions aux fluences phonologiques, elle agit sur l'intervalle de temps entre les mots. La fluence en [r] montre qu'un défaut de flexibilité mentale entraîne une augmentation du temps entre les réponses.

1.5.2 Discussion sur les performances mnésiques inter-groupes et intra-groupe

Les performances mnésiques de la MoCA révèlent un effet significatif du traumatisme crânien sur la mémoire, notamment la mémoire de travail. Ces résultats vont dans le sens des conclusions présentes dans la littérature à ce sujet. Vallat-Azouvi et Chardin-Lafont précisent néanmoins que ce serait essentiellement l'administrateur central qui ferait

défaut, ce dernier gérant « *les aspects plus exécutifs de la mémoire de travail* », soit la charge mentale, la mise à jour et la gestion de l'interférence (Vallat-Azouvi & Chardin-Lafont, 2012). Pour reprendre le défaut de flexibilité mentale, celui-ci influencerait sur la capacité de la mémoire de travail à rafraîchir l'information par exemple.

Lorsqu'on observe les résultats corrélant le score mnésique de la MoCA avec le temps de réaction en dénomination d'images, le déficit mnésique influencerait sur la vitesse de la réponse. Là encore, les troubles de la mémoire – notamment épisodique et prospective dans cette tâche – dépendraient plus d'un « *déficit de mise en action des processus mnésiques, peut-être secondaire aux troubles attentionnels et dysexécutifs* » que d'un véritable trouble de la mémoire (Cohadon et al., 2008). Cette difficulté d'initiation pourrait d'ailleurs expliquer la répétition plus importante du stimulus dans la tâche de génération. Répéter un mot donnerait plus de temps pour initier le traitement de l'information en mémoire de travail et pour enclencher le processus de recherche.

L'influence de l'atteinte mnésique sur le temps de traitement de l'information se voit aussi dans les résultats sur les intervalles de temps inter-réponses de la fluence en [r]. Plus le patient présente des troubles mnésiques, mais aussi attentionnels et d'abstraction, plus l'écart temporel entre les mots produits va être grand. Là encore, on voit que les difficultés mnésiques sont liées aux difficultés d'attention et d'abstraction.

Le traumatisme crânien présente un effet significatif sur les performances exécutives. De plus, les difficultés exécutives et mnésiques chez le traumatisé crânien influent sur la vitesse et la qualité de la réponse en dénomination et en fluences.

Or, nous avons avancé que les scores exécutifs seraient plus faibles chez les sujets traumatisés crâniens que chez les sujets contrôles. Les résultats sont allés dans ce sens. Par contre, seuls les résultats de la tâche de dénomination et de certaines fluences ont été corrélés à ceux des épreuves exécutives. Cela n'a pas été vérifié pour la tâche de génération. Enfin, pour cette tâche, nous n'avons pas pu répondre de façon statistique à l'hypothèse sur l'augmentation de la répétition du stimulus par les patients traumatisés crâniens.

L'hypothèse selon laquelle l'atteinte des fonctions exécutives dans le traumatisme crânien entraîne un ralentissement du traitement de l'information ainsi qu'une altération de l'organisation et de la sélection lexicales n'est validée que pour la dénomination et les fluences.

2 Limites et perspectives

2.1 Limites liées à la population

Tout d'abord, même si toutes les sévérités du traumatisme crânien étaient acceptées dans les critères d'inclusion de l'étude, nous n'avons rencontré que des patients traumatisés crâniens graves. Le protocole Evolex n'a donc pas été testé sur des sujets traumatisés crâniens légers et modérés. Notre échantillon de patients pathologiques ne nous a donc pas permis de nous intéresser à la sévérité du traumatisme crânien.

Ensuite, nous n'avons pas pu prendre en compte les scores aux empans alors que cela nous aurait peut-être permis d'objectiver un lien plus flagrant entre la mémoire de travail et les résultats aux tâches langagières. Dans la chronologie des épreuves, les empans auraient peut-être dû apparaître plus tôt pour que les personnes avec un traumatisme crânien ressentent moins la fatigabilité liée au coût cognitif demandé par les épreuves précédant les empans.

De plus, la variabilité de la distance de l'accident d'un individu traumatisé crânien à un autre demande de nuancer les résultats. Effectivement, au moment du test, ils n'étaient pas tous à la même distance de leur accident. Les résultats sont également à nuancer en raison de deux facteurs de récupération des fonctions cognitives avancés par Cohadon : l'âge de la personne au moment de son accident et la prise en charge (Cohadon et al., 2008). Les patients traumatisés crâniens de l'étude ont, en effet, eu leur accident à des âges différents. En outre, la moitié a bénéficié ou bénéficiait encore d'une prise en charge orthophonique au moment des tests.

Enfin, l'apathie peut avoir influencé les résultats. Elle était présente chez 77,8% des patients. Elle a notamment pu jouer un rôle dans l'absence de réponse et le ralentissement du traitement de l'information.

2.2 Limites liées à la passation

Malgré une modification de l'ordre de passation des épreuves par rapport aux sujets sains, l'ensemble des tests était quand même trop long pour la grande majorité des patients. La fatigabilité et les difficultés d'attention soutenue évoquées par Powell et Gracieux ont été remarquées (Powell & Gracieux, 2015). Dans un prochain travail, la passation pourrait peut-

être se dérouler sur une journée, mais en deux temps. Une pause réduirait ainsi le biais de la fatigabilité du patient liée à la longueur de la passation.

2.3 Limites liées à la correction

Bien qu'améliorée dans la dernière version d'Evolex, la reconnaissance vocale n'est pas encore totalement fiable. Cela se voit notamment lors des corrections de fluences. De plus, aux tâches de dénomination et de génération, la reconnaissance vocale peut parfois décaler la fenêtre du mot reconnu. Il faut alors replacer cette fenêtre manuellement pour que le logiciel détermine le bon temps de réaction. Ce problème peut venir de la clef vocale (« *dispositif qui capte automatiquement le début du son* », Bonin, 2003b) qui est plus sensible à certaines caractéristiques des phonèmes situés en début de mot. Bonin montre par exemple que le phonème initial /b/ est plus facilement reconnu par la clef vocale que le /f/. La reconnaissance vocale reste donc à améliorer afin de permettre à l'orthophoniste de bénéficier sans trop de temps de correction des nombreuses fonctionnalités du logiciel : calcul du temps de réaction pour la dénomination et la génération ; calcul de l'intervalle de temps inter-réponses pour les fluences ; calcul du nombre de regroupements et de commutations aux tâches de fluences, ainsi que du pourcentage de réponses valides, de doublons, de mots de la même famille ; profil récapitulatif pour chaque fluence.

2.4 Perspectives

Un cahier de passation regroupant l'ensemble des consignes des tâches contrôles et proposant des consignes communes à tous les examinateurs donnerait encore un peu plus de rigueur au logiciel Evolex. L'annexe V propose un type de regroupement et d'harmonisation des consignes de passation des tâches expérimentales du protocole Evolex.

Puis, pour l'étape de correction des mots mal retranscrits par la reconnaissance vocale, il serait intéressant de réaliser un cahier de correction pour les futurs essais, puis les futures utilisations du logiciel Evolex. L'annexe VI propose ainsi une harmonisation des consignes de corrections. Cette soumission se fonde sur les consignes déjà présentes dans la rubrique « Aide » de la plateforme Samoplay, sur les différents problèmes rencontrés par les examinateurs durant les corrections et les échanges de ces derniers à ce sujet.

3 Apports de l'étude pour la pratique orthophonique

3.1 Confirmation de l'utilité d'intégrer la génération de mots dans l'évaluation du langage oral

D'après les résultats de l'étude, un lien existe entre la sélection lexicale et aux moins deux fonctions exécutives. Nous avons pu objectiver cette corrélation avec les fonctions d'inhibition et de flexibilité mentale car nous avons utilisé les tests du Stroop et du TMT. Nous ne pouvons donc pas déduire de conclusions sur les autres fonctions exécutives. Toutefois, les résultats en dénomination ont montré qu'une sélection lexicale efficace demande de bonnes capacités d'inhibition et de flexibilité mentale. En fluences verbales, la sélection lexicale est dépendante d'une flexibilité mentale efficiente. Par conséquent, la réussite en dénomination et en fluences ne dépend pas uniquement de processus langagiers performants, mais aussi de l'intégrité des fonctions de flexibilité mentale et d'inhibition. En d'autres termes, une personne peut échouer ces tests évaluant le langage oral en partie à cause d'une altération de l'une ou de ces deux fonctions exécutives.

En revanche, les résultats n'ont pas montré de corrélation de l'inhibition et de la flexibilité mentale avec le taux de réponses valides à la tâche de génération. Un trouble de l'une ou de ces deux fonctions exécutives n'induirait donc pas forcément un échec en génération. Si cette tâche est échouée, cela signifierait que la sélection lexicale serait spécifiquement altérée. Pour autant, la tâche de génération de mots permettant d'observer « *[l'] organisation des connaissances en mémoire et [d']identifier ce qui constitue un « réseau associatif »* » (De La Haye, 2003), il serait peut-être intéressant de corrélérer les résultats à cette tâche avec ceux d'un test exécutif permettant d'évaluer la fonction de planification. En effet, cette fonction exécutive consiste à élaborer un projet, une tâche, une activité et à en organiser les différentes étapes. Elle permet de structurer un raisonnement, une idée. Il serait donc intéressant d'étudier s'il y a un lien entre le degré de performance dans une tâche permettant d'évaluer la planification – comme la tour de Londres – et le taux de réponses valides à la tâche de génération de mots. Cela permettrait d'objectiver s'il y a un lien ou non entre un défaut de planification et un défaut d'organisation du stock lexical. En tout cas, actuellement, la génération de mots semble être la tâche la plus spécifique pour évaluer la sélection lexicale.

3.2 Prise en charge du langage oral et des fonctions exécutives

Les résultats de l'étude soulignent le lien étroit existant entre les processus langagiers et exécutifs. Afin d'améliorer une prise en charge du langage oral chez les sujets traumatisés crâniens, il serait intéressant de réaliser en parallèle une prise en charge des fonctions exécutives. Le travail de Bertuletti en a d'ailleurs observé l'effet. Il a consisté à proposer une rééducation exécutive deux fois par semaine pendant trois mois à trois patients aphasiques (suite à un accident vasculaire cérébral). L'auteure conclut que malgré « *la persistance d'une sensibilité à la fréquence du mot, [...] les patients ont une meilleure capacité de production de mots* », production testée par une tâche de dénomination (Bertuletti, 2012).

Un travail rééducatif sur l'inhibition permettrait d'améliorer la sélection lexicale. En effet, comme le soulignent Mathey et Postal (cités par Bertuletti, 2012), un défaut d'inhibition empêche d'écarter les mots non pertinents et donc de sélectionner directement le mot-cible. Un travail axé sur la fonction inhibitrice aiderait alors à sélectionner le mot souhaité plus rapidement. Par conséquent, ce travail agirait également sur l'amélioration du temps de traitement de l'information.

De plus, l'amélioration de la sélection lexicale pourrait s'observer dans le cadre d'une action sur la flexibilité mentale. Le modèle en cascade avec une interactivité entre les stades phonologique et sémantique montre d'ailleurs l'intervention nécessaire de la flexibilité mentale pour que des va-et-vient soient possibles entre les deux encodages. On pourrait donc se demander si l'amélioration de la flexibilité mentale n'entraînerait pas des échanges plus performants entre les encodages sémantique et phonologique. Cela aurait alors des conséquences sur le temps de traitement de l'information : le temps des processus lexico-sémantiques s'en verrait diminuer.

Enfin, l'absence d'un lien entre le taux de réponses valides et les fonctions d'inhibition et de flexibilité mentale nous amènerait à penser qu'un travail sur ces deux fonctions exécutives ne nous permettrait pas de réduire un défaut d'organisation du stock lexical. Comme nous l'avons suggéré dans la partie précédente, le défaut pourrait provenir d'un autre trouble exécutif comme un défaut de planification. Mais, cela reste à être démontré.

CONCLUSION

Le but de notre étude était de caractériser la spécificité des processus lexico-sémantiques dans le traumatisme crânien. Elle a alors comparé un groupe de sujets traumatisés crâniens avec un groupe de sujets sains contrôles, appariés en âge, sexe et niveau d'étude. Tous les individus ont passé les mêmes tests neuropsychologiques et langagiers, seul l'ordre des épreuves a été modifié entre les deux groupes. Une échelle d'apathie a également été ajoutée pour la population présentant un traumatisme crânien.

Les analyses soulignent donc un impact du traumatisme crânien sur les processus lexico-sémantiques. Plus précisément, l'étude observe une altération des accès lexico-sémantique et lexico-phonologique, du stock lexico-phonologique, de l'organisation du stock lexical et du temps de traitement de l'information. Le stock lexico-sémantique est en revanche préservé. L'altération des processus lexico-sémantiques est corrélée à une atteinte des fonctions exécutives, comme l'inhibition et la flexibilité mentale. Le bon fonctionnement des processus lexico-sémantiques dépend notamment de l'intégrité de ces deux fonctions exécutives. L'étude ne s'appuyant que sur un faible nombre de personnes, il serait néanmoins pertinent de vérifier ces conclusions sur un échantillon plus important de patients.

Cette étude est intéressante pour la pratique orthophonique dans la mesure où elle a mis en évidence deux points marquants pour l'évaluation et la prise en charge. Dans le cadre du bilan, elle renforce la pertinence de la tâche de génération de mots dans un protocole d'évaluation d'évocation lexicale comme Evolex. Dans la prise en charge, elle souligne l'importance d'un travail autour de l'inhibition et de la flexibilité mentale pour améliorer la sélection lexicale.

BIBLIOGRAPHIE

- Allain, P., & Le Gall, D. (2008). Approche théorique des fonctions exécutives. In *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques, Evaluation en pratique clinique* (pp. 9–42). Marseille: Solal.
- Azouvi, P., & Belmont, A. (2010). Le handicap invisible : principaux troubles cognitifs et comportementaux après un traumatisme crânien sévère. In *Expertise après traumatisme crânien* (pp. 15–20). Paris Montpellier: Sauramps Médical.
- Azouvi, P., Peskine, A., Vallat-Azouvi, C., Couillet, J., Asloun, S., & Pradat-Diehl, P. (2008). Les troubles des fonctions exécutives dans les encéphalopathies post-traumatique et post-anoxique. In *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques, Evaluation en pratique clinique* (pp. 65–92). Marseille: Solal.
- Azouvi, P., Tougeron, A., Jokic, C., Bussel, B., & Held, J. (1991). Troubles de l'attention et temps de réaction chez les traumatisés crâniens. In *Traumatisme crânien grave et médecine de rééducation* (pp. 179–184). Paris Milan Barcelone: Elsevier Masson.
- Balland, O., & Courtade, A. (2015, June 29). *Etude de faisabilité d'un logiciel de reconnaissance vocale adapté à des tâches d'évocation lexicale* (Mémoire).
- Barat, M., Mazaux, J. M., Grégoire, J. M., Campan, M., & Moly, P. (1991). Troubles du langage et de la communication des traumatisés crâniens. In *Traumatisme crânien grave et médecine de rééducation* (pp. 193–198). Paris Milan Barcelone: Elsevier Masson.
- Ben-Yishay, Y., & Diller, L. (1993). Cognitive remediation in traumatic brain injury: update and issues. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(2), 204–213.
- Bertuletti, L. (2012). Impact d'une rééducation orthophonique des fonctions exécutives sur le langage oral chez le sujet aphasique, 134.
- Bisbau, A. (2008). *Proposition d'un pré-test de compréhension orale destiné aux traumatisés crâniens anciens*. Toulouse, France.

- Bogliotti, C. (2012). Les troubles de la dénomination. *Langue française*, (174), 95–110.
- Bonin, P. (2003a). Les déterminants de la vitesse de dénomination orale et écrite de mots. In *Production verbale de mots : approche cognitive* (pp. 105–145). Bruxelles: de Boeck.
- Bonin, P. (2003b). Les différentes méthodes d'étude de la production verbale de mots. In *Production verbale de mots : approche cognitive* (pp. 23–41). Bruxelles: de Boeck.
- Bonin, P. (2003c). Les différents niveaux de traitement dans la dénomination orale et écrite de mots. In *Production verbale de mots : approche cognitive* (pp. 43–75). Bruxelles: de Boeck.
- Bonin, P. (2003d). Modèles de la production verbale de mots. In *Production verbale de mots : approche cognitive* (pp. 173–197). Bruxelles: de Boeck.
- Bonin, P., Méot, A., Ferrand, L., & Bugajska, A. (2013). Normes d'associations verbales pour 520 mots concrets et étude de leurs relations avec d'autres variables psycholinguistiques, Abstract. *L'Année psychologique*, 113(1), 63–92.
- Bose, A., Wood, R., & Kiran, S. (2017). Semantic fluency in aphasia: clustering and switching in the course of 1 minute. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 52(3), 334–345.
- Brennen, T. (1996). Naming Faces and Objects Without Comprehension A Case Study. *Cognitive Neuropsychology*, 13(1), 93–110.
- Brin-Henry, F., Courier, C., Lederlé, E., & Masy, V. (2014). *Dictionnaire d'Orthophonie* (3ème édition). Isbergues: Ortho Edition.
- Brooks, N., Campsie, L., Symington, C., Beattie, A., & McKinlay, W. (1986). The five year outcome of severe blunt head injury: a relative's view. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 49(7), 764–770.
- Brown, S. R. (2000). Tip-of-the-Tongue Phenomena: An Introductory Phenomenological Analysis. *Consciousness and Cognition*, 9(4), 516–537.
- Bruder, N., Boulard, G., & Ravussin, P. (1996). Surveillance et traitement des patients traumatisés crâniens, (36-910-B-10).

- Carbonnel, S., Charnallet, A., & Moreaud, O. (2010). Organisation des connaissances sémantiques : des modèles classiques aux modèles non abstraits. *Revue de neuropsychologie*, *me 2*(1), 22–30.
- Cohadon, F., Castel, J., Richer, E., Mazaux, J., & Loiseau, H. (2008). *Les traumatisés crâniens : de l'accident à la réinsertion* (3e édition). Rueil-Malmaison: Arnette.
- Crosson, B. (2013). Thalamic mechanisms in language: a reconsideration based on recent findings and concepts. *Brain and Language*, *126*(1), 73–88.
- Cutting, J. C., & Ferreira, V. S. (1999). Semantic and phonological information flow in the production lexicon. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *25*(2), 318–344.
- Damian, M. F., & Martin, R. C. (1999). Semantic and phonological codes interact in single word production. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *25*(2), 345–361.
- De La Haye, F. (2003). Normes d'associations verbales chez des enfants de 9, 10 et 11 ans et des adultes. *L'Année psychologique*, *103*(1), 109–130.
- Ferrand, L. (1994). Accès au lexique et production de la parole : un survol. *L'Année psychologique*, *94*(2), 295–311.
- Ferrand, L. (2001). La production du langage : une vue d'ensemble. *Psychologie Française*, *(46)*, 3–15.
- Frauenfelder, U. H., & Nguyen, N. (2003). Effets sur le traitement lexical. In *Troubles du langage, Bases théoriques, diagnostic et rééducation* (pp. 233–237). Sprimont: Mardaga.
- Fugier- Fresne, F., & Segui-de Lapasse, M. (2016, June 27). *Evolex, logiciel de tests de fluence verbale : de l'amélioration de la reconnaissance vocale au test en situation écologique auprès d'orthophonistes* (Mémoire).
- Gaume, B., Tanguy, L., Fabre, C., Ho-Dac, L.-M., Pierrejean, B., Hathout, N., & Jucla, M. (soumis). Automatic analysis of word association data from the Evolex psycholinguistic tasks using

- computational lexical semantic similarity measures. Presented at the 13th International Workshop on Natural Language Processing and Cognitive Science, Kraków, Poland.
- Gierski, F., & Ergis, A.-M. (2004). Les fluences verbales : aspects théoriques et nouvelles approches. *L'Année psychologique*, *104*(2), 331–359.
- Godefroy, O. (2008). *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques: évaluation en pratique clinique*. Marseille: Solal.
- Gras, N., & Le Meur, V. (2011). *Le «handicap invisible» du traumatisé crânien modéré: analyse des plaintes et des troubles en vue d'une amélioration du suivi*. Toulouse, France.
- Habib, M., Giraud, K., Rey, V., & Robichon, F. (2003). Neurobiologie du langage. In *Troubles du langage, Bases théoriques, diagnostic et rééducation* (pp. 11–56). Sprimont: Mardaga.
- Humphreys, G. W., Riddoch, M. J., & Quinlan, P. T. (1988). Cascade processes in picture identification. *Cognitive Neuropsychology*, *5*(1), 67–104.
- JASP Team. (2018). JASP Team (Version 0.8.6).
- Laurent-Vannier, A., & Pélissier, J. (2010). *Expertise après traumatisme crânien*. Paris Montpellier: Sauramps médical.
- Leclercq, M., Couillet, J., Azouvi, P., Marlier, N., Martin, Y., Strypstein, E., & Rousseaux, M. (2000). Dual task performance after severe diffuse traumatic brain injury or vascular prefrontal damage. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *22*(3), 339–350.
- Levin, H., & Goldstein, F. (1986). Organization of verbal memory after severe closed head injury, (8), 643–646.
- Mazaux, J., Vanier, M., Daverat, P., Gaujard, E., Giroire, J., & Barat, M. (1991). Evaluation des troubles neuropsychologiques des traumatismes crâniens. In *Traumatisme crânien grave et médecine de rééducation* (Masson, pp. 155–165). Paris Milan Barcelone: Elsevier Masson.
- Meulemans T. (2008). La batterie Grefex. In *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques, Evaluation en pratique clinique* (Solal, pp. 217–229). Marseille: Solal.

- Meulemans, T., Azouvi, P., & Coyette, F. (2004). *Neuropsychologie des traumatismes crâniens légers*. Marseille: Solal.
- Meyer, M. (2013). *Quelles relations existe-t-il entre le fonctionnement neurocognitif, le type de stratégie mise en place et les attentes préopératoires chez des patients parkinsoniens candidats à la stimulation cérébrale profonde, et quel est l'impact de ces facteurs en postopératoire ?* (Thèse de doctorat). Université de Lorraine, France.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695–699.
- New, B., Pallier, C., Ferrand, L., & Matos, R. (2001). Une base de données lexicales du français contemporain sur internet : LEXIQUE. *L'Année psychologique*, 101(3), 447–462.
- Organisation Mondiale de la Santé. (2003). *Méthodologie de la recherche dans le domaine de la santé : guide de formation aux méthodes de la recherche scientifique* (2nd ed.). Manille: Bureau régional de l'OMS pour le Pacifique occidental.
- Paniak, C., Reynolds, S., Phillips, K., Toller-Lobe, G., Melnyk, A., & Nagy, J. (2002). Patient complaints within 1 month of mild traumatic brain injury: a controlled study. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 17(4), 319–334.
- Pélissier, J., Mazaux, J. M., & Barat, M. (1991). Epidémiologie du traumatisme crânien. In *Traumatisme crânien grave et médecine de rééducation* (pp. 15–23). Paris Milan Barcelone: Elsevier Masson.
- Ponsford, J., & Kinsella, G. (1992). Attentional deficits following closed-head injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 14(5), 822–838.
- Powell, T., & Gracieux, G. (2015). *Exercices de remédiation cognitive pour les adultes cérébrolésés*. Paris Louvain-la-Neuve: De Boeck Solal De Boeck supérieur.

- Rodriguez-Aranda, C., & Martinussen, M. (2006). Age-related differences in performance of phonemic verbal fluency measured by Controlled Oral Word Association Task (COWAT): a meta-analytic study. *Developmental Neuropsychology*, *30*(2), 697–717.
- Rousseau, T., & Valette-Fruhinsholz, F. (2010). *Le langage oral : données actuelles et perspectives en orthophonie*. Isbergues, France: Ortho Edition.
- UNAFTC. (2017). Mieux comprendre le TC.
- Vallat-Azouvi, C., & Chardin-Lafont, M. (2012). Les troubles neuropsychologiques des traumatisés crâniens sévères. *L'information psychiatrique*, *me 88*(5), 365–373.
- Van Zomeren. (1981). Reaction time and attention after closed head injury. *Journal of Clinical Neuropsychology*, *3*(4), 355–362.
- Vanier, M., & Mazaux, J. (1991). Troubles de la régulation de l'activité mentale, de l'efficacité intellectuelle et des fonctions exécutives consécutifs à un traumatisme crânien grave. In *Traumatisme crânien grave et médecine de rééducation* (Elsevier Masson, pp. 166–178). Paris Milan Barcelone.

ABREVIATIONS

BR : bonne réponse

Deno : dénomination

Deno BR : bonnes réponses à l'épreuve de dénomination

Gene : génération

ISI : intervalle inter-réponses

MoCA : Montreal Cognitive Assessment

NSP : ne sait pas

SC : sujet contrôle

Stroop I-D : différence de temps (en secondes) entre la planche « interférence » et la planche « dénomination » au test du Stroop

TC : traumatisé crânien

TMT B-A : différence de temps (en secondes) entre la planche B et la planche A du Trail Making Test

TMT : Trail Making Test

TR : temps de réaction

ANNEXES

I. SCHEMA DE LA PRODUCTION DE LA PAROLE

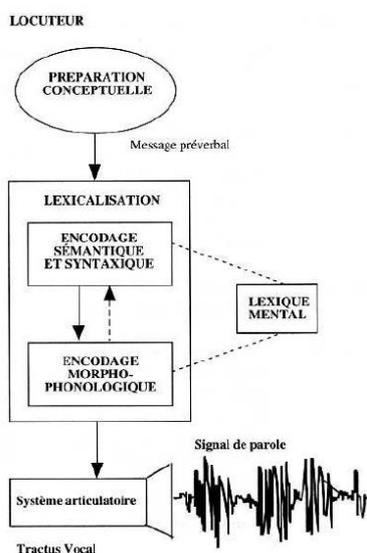


Figure 16. « Modèle général de la production de la parole » (Ferrand, 2001)

II. HISTORIQUE DU LOGICIEL EVOLEX

La création du logiciel est venue de la volonté de développer un outil de mesure plus précis, plus rapide et plus objectif pour étudier le langage. Actuellement, la reconnaissance vocale n'est pas très utilisée dans les secteurs médicaux et paramédicaux. Mais, les progrès de la reconnaissance vocale sur des phrases, notamment grâce au contexte sémantique, a motivé les chercheurs à tenter de l'utiliser sur des mots.

En 2015, deux étudiantes en orthophonie de Toulouse ont réalisé un mémoire ayant pour titre *Etude de faisabilité d'un logiciel de reconnaissance vocale adapté à des tâches d'évocation lexicale* (Balland & Courtade, 2015). Financé par FHU HoPeS (Fédérations Hospitalo-Universitaires Handicaps Cognitifs, Psychiques et Sensoriels), ce programme a alors été créé avec des enseignants informaticiens-chercheurs de l'IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse). Ce travail a servi à montrer que le projet d'utiliser la reconnaissance vocale pour l'évaluation du langage était réalisable techniquement. Néanmoins, en regardant le nombre de mots correctement transcrits par la reconnaissance vocale, les tests ont montré que cette dernière n'était efficace qu'à 30% environ.

L'année suivante, en s'appuyant sur les remarques du précédent mémoire, deux nouvelles étudiantes en orthophonie ont poursuivi ce travail. Les objectifs de leur mémoire,

intitulé *Evolex, logiciel de tests de fluence verbale : de l'amélioration de la reconnaissance vocale au test en situation écologique auprès d'orthophonistes* (Fugier- Fresne & Segui-de Lapasse, 2016), étaient de contribuer à l'augmentation du taux de reconnaissance vocale, de connaître les avis des orthophonistes sur l'utilisation d'un logiciel comme celui-ci et, enfin, de le tester. A la fin de leur travail, la reconnaissance vocale était plus performante, même si les deux étudiantes précisait que c'était encore à améliorer.

L'année scolaire 2016-2017 étant une année blanche en orthophonie, aucun étudiant ne pouvait poursuivre ce travail dans le cadre d'un mémoire. Nous étions donc huit étudiants, en 4^{ème} année à ce moment-là, à continuer à tester ce logiciel dans le cadre de notre stage recherche. A la fin de ce stage, nous étions trois à poursuivre ce projet dans le cadre de notre mémoire, avec trois sujets à se répartir : la validation du logiciel Evolex, l'effet de l'âge et l'effet de la pathologie sur la performance lexico-sémantique. Durant cette année scolaire 2017-2018, quatre étudiants en 4^{ème} année d'orthophonie ont réalisé leur stage recherche sur Evolex parallèlement à nos mémoires.

III. COMPLEXITE ET MODE DE TRAITEMENT DES EPREUVES

	Traitement visuo-verbal	Traitement auditivo-verbal
Tâche « simple »	Dénomination	Anamnèse Lecture à voix haute du texte
Tâche « complexe »	MoCA TMT A et B Stroop	MoCA Empans endroit et envers Génération Fluences

Tableau 7. Répartition des épreuves selon leur complexité et leur mode de traitement

IV. EXEMPLE D'UN COMPTE-RENDU DE PASSATION

Pour plus de confidentialité, les initiales du patient et la date de la passation ont été modifiées.

Compte-rendu des épreuves passées dans le cadre d'un mémoire de fin d'études d'orthophonie

J'ai rencontré Monsieur F. au MPR de Rangueil le mardi 20 février 2018 afin de lui faire passer plusieurs épreuves nécessaires à mon travail de fin d'études. Ce mémoire cherche à étudier l'effet du traumatisme crânien sur la performance lexico-sémantique. Plusieurs tâches sont présentées au patient : des épreuves cognitives, des épreuves langagières et une échelle d'apathie.

ELEMENTS D'ANAMNESE

Monsieur F. est âgé de 26 ans. Il est actuellement sans emploi.

Il est droitier.

En août 2010, il a eu un accident de la voie publique (moto) qui a entraîné un traumatisme crânien grave.

Il a été suivi en orthophonie, une fois par semaine. Cette prise en charge s'est arrêtée en raison de la bonne récupération du patient.

Il poursuit une prise en charge en kinésithérapie, trois à quatre fois par semaine.

ECHELLE D'APATHIE DE STARKSTEIN

Cette échelle comprend un score entre 0 et 42, avec un cut-off supérieur ou égal à 14, score à partir duquel le patient est considéré comme apathique. Plus le résultat est important, plus le patient est apathique.

Monsieur F. présente un score de 23. Selon cette échelle, ce patient est considéré comme apathique.

EPREUVES COGNITIVES

1. MoCA

La MoCA est un test de screening permettant d'avoir un premier aperçu du fonctionnement cognitif global du patient. Elle évalue rapidement les domaines suivants : le domaine visuo-spatial, visuo-exécutif, la dénomination, la mémoire, l'attention, le langage, l'abstraction, le rappel et l'orientation.

Le score est de 27/30, soit une déviation standard de : +0.73. Le patient a donc un score dans la moyenne.

Les points sont perdus aux épreuves de copie du cube et sur l'épreuve de rappel différé (trois mots sur cinq sont rappelés).

2. Trail Making Test

Ce test permet d'évaluer la flexibilité mentale.

Le patient se souvient d'avoir passé ce test 4 mois auparavant. Il ne se rappelle plus avec quel professionnel.

La différence du temps de réalisation entre le TMT B et le TMT A se situe dans la moyenne (-0.35 ET).

Pour le nombre d'erreurs, il est à -1.96 ET.

3. Epreuve du Stroop

Cette épreuve analyse les capacités à inhiber les processus automatiques.

Le patient se souvient d'avoir passé ce test 4 mois auparavant. Il ne se rappelle plus avec quel professionnel.

L'indice d'interférence se situe dans la moyenne aussi bien pour le temps (-0.5 ET) que pour le nombre d'erreurs non corrigées (-0.8 ET).

4. Empan de chiffres

Ce test évalue la mémoire de travail auditivo-verbale.

L'empan est à 8 pour l'ordre direct (répéter les chiffres dans le même ordre) et à 6 pour l'ordre inverse (répéter les chiffres en partant de la fin).

La note totale du test étant de 22, la note standard est à 14. Le patient se situe donc au-dessus de la moyenne (NS moyenne = 10, ET=3).

ÉPREUVES DE LANGAGE

1. Génération

Lors de cette tâche, le patient donne le premier mot auquel il pense quand il entend le stimulus proposé. Cette épreuve comprend 60 items. Cela permet d'observer l'organisation du stock lexical de la personne et ses capacités de traitement de l'information.

Qualitativement : Monsieur F. produit 57 noms, 2 adjectifs et 1 verbe.

Quantitativement, le temps de réaction (c'est-à-dire le temps entre le moment où le stimulus est entendu et la réponse du sujet) reste à être comparé aux sujets contrôles de l'étude.

2. Dénomination

Durant cette tâche, le sujet doit nommer les 60 photos qui s'affichent les unes après les autres sur l'écran. Cela permet d'observer le stock lexical du patient et ses capacités de récupération et de production du mot.

Qualitativement :

- Pour 2 images, Monsieur J. rencontre une difficulté à voir les ensembles.
- On observe 1 paraphasie sémantique.

Tout comme pour l'épreuve de génération, quantitativement, le temps de réaction reste à être comparé aux sujets contrôles de l'étude.

3. *Fluences sémantiques et phonologiques*

Dans une épreuve de fluence sémantique, le sujet doit donner le plus de mots se rapportant à une catégorie (les animaux et les fruits ici). Lors d'une épreuve de fluence phonologique, le patient doit donner le plus de mots commençant par une lettre donnée (le R et le V ici). Ces épreuves de fluences durent 2 minutes chacune.

Cela permet d'analyser le stock lexical du sujet, l'organisation des mots entre eux et les stratégies du sujet pour aller chercher les mots en mémoire.

Quantitativement :

- Le nombre de réponses données est dans la moyenne :
 - o Animaux : +0.58 ET
 - o Fruits : +1.92 ET
 - o R : +2 ET
 - o V : +1.86 ET
- On note 2 répétitions sur la fluence des mots en R, et ce, durant la seconde minute.
- Pour les fluences phonologiques, deux stratégies majeures sont observées :
 - o Le patient donne l'adjectif ou le verbe et cela lui permet ensuite de trouver le nom de la même famille (ex : « réussir/réussite » ; « véloce/vélocité »)
 - o Pour la fluence en R, il utilise souvent le préfixe « ré- » (réapprendre, réutiliser).
- Répartition du nombre de réponses données sur les deux minutes :

<i>Fluences</i>	<i>Nombre de mots donnés la première minute</i>	<i>Nombre de mots donnés la seconde minute</i>
Animaux	24	18
Fruits	19	6
Mots commençant par R	23	14
Mots commençant par V	17	9

Toutes ces données quantitatives restent à être comparées aux données des sujets contrôles.

DE MANIERE GENERALE

Monsieur F. s'est montré volontaire et motivé tout au long de cette passation.

Je le remercie encore sincèrement pour ce temps qu'il m'a consacré.

Apolline Emery

V. PROPOSITION D'UNE HARMONISATION DES CONSIGNES DE PASSATION DES EPREUVES EXPERIMENTALES D'EVOLEX

Ces épreuves se réalisent sur ordinateur. Un micro ou un casque avec un micro est nécessaire pour enregistrer les réponses du patient.

Dénomination d'images

- ❖ Nombre d'images : 60 photographies
- ❖ Consigne pour le patient : « *Vous allez voir des images apparaître à l'écran les unes après les autres. Quand une image apparaît, dites ce que vous voyez et ainsi de suite.* »
- ❖ Consigne pour l'examineur : quand le patient a dénommé l'image, appuyez sur la barre espace pour passer à l'image suivante.

Génération de mots

- ❖ Nombre de mots : 60 items entendus
- ❖ Consigne pour le patient : « *Vous allez entendre des mots les uns à la suite des autres. Pour chacun d'eux, vous donnerez à voix haute le premier mot auquel ce terme vous fait penser. Ne dites que des noms. Ne donner pas de verbes, d'adjectifs ou de noms propres (comme des noms de villes, de pays ou des prénoms).* »
- ❖ Consigne pour l'examineur : quand le patient a produit un mot, appuyez sur la barre espace pour passer à l'image suivante.

N.B. : 30 items sont communs à l'épreuve de dénomination et à l'épreuve de génération.

Fluences verbales

- ❖ Fluences sémantiques, consignes pour le patient : « *Pendant 2 minutes, vous allez me donner à voix haute autant de noms de fruits / d'animaux que vous connaissez.* »
- ❖ Fluences phonologiques, consignes pour le patient : « *Pendant 2 minutes, vous allez me donner à voix haute autant de mots commençant par [r] / [v] que vous connaissez. Ne dites pas de noms propres (comme des noms de villes, de pays ou des prénoms).* »
- ❖ Consignes pour l'examineur : une fois l'enregistrement lancé, il n'est pas possible de l'arrêter ou de le mettre sur pause.

VI. PROPOSITION D'UNE HARMONISATION DES CONSIGNES DE CORRECTION DES EPREUVES EXPERIMENTALES SUR LA PLATEFORME SAMOPLAY

Samoplay en général

- Qu'est-ce que Samoplay ? Il s'agit d'une plateforme web sécurisée. Pendant la passation, les réponses du patient sont enregistrées dans le logiciel Evolex. Elles sont ensuite transférées sur la plateforme Samoplay. Ce transfert de données nécessite une connexion Internet. Sur cette plateforme, l'examineur peut alors corriger les données mal reconnues par la reconnaissance vocale du logiciel.
- Chaque patient a un « identifiant patient »
- Où trouver cet identifiant patient ? Il n'apparaît pas dans le menu général. Pour le voir, il faut cliquer sur une épreuve. Une fois l'épreuve ouverte, on peut visualiser l'identifiant du patient et les épreuves qu'il a passées. Exemple avec une épreuve de fluences :

The screenshot displays the Samoplay interface for a patient's test results. On the left, a sidebar contains the following information:

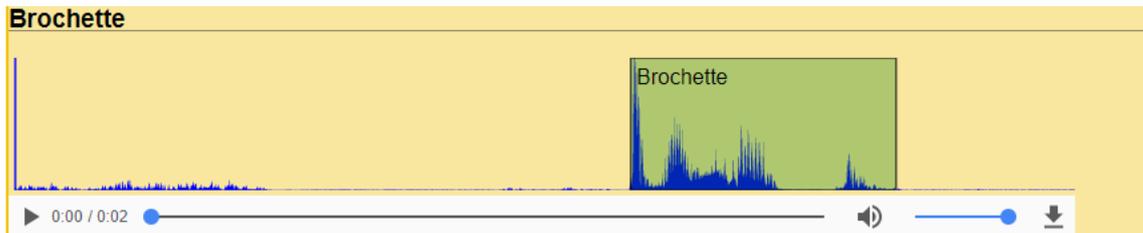
- Date de passation:** 27 novembre 2016 00:00
- Catégorie de test:** Fluence
- Test:** Mots en V
- Commentaires:** Voir l'analyse de la segmentation sélectionnée
- Patient:** (highlighted with a green oval)
- Identifiant:** 41E34F1DAB7B5146070C5EA2EF7C3FA7
- Autres tests de ce patient:**
 - 27/11/16 - Génération sémantique (60 stim)
 - 27/11/16 - Animaux
 - 27/11/16 - Dénomination Démo
 - 27/11/16 - Mots en R
 - 27/11/16 - Fruits
 - 27/11/16 - Mots en V
 - 27/11/16 - Génération - Démo
 - 27/11/16 - Dénomination d'Image (60 stim)
 - 27/11/16 - Lecture de Texte : La Bise et le Soleil

On the right, a 'Transcription automatique' section shows a timeline from 00:00 to 01:16. The timeline is divided into segments, with 11 responses listed before the 01:00 mark and 2 responses after. The words listed are: Van, Votant, Vouloir, Vacant, Venir, Visiter, Volupté, Vivant, Volontiers, Vouer, Vérifier, Vous, Voulu, Vouer, Volte, Vieilli, Vire, Vapeur, Vit, Vieilli, Vaime.

Dénomination d'images

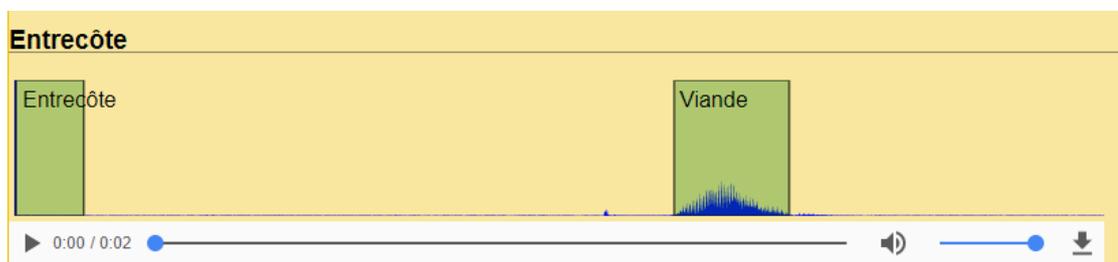
- ❖ Objectifs de la dénomination : valider ou non la production du sujet et calculer le temps de réaction entre le stimulus et la réponse.
- ❖ Manipulations :
 - Pour chaque stimulus, il ne doit y avoir qu'une fenêtre : la réponse du sujet. La fenêtre correspond au rectangle vert ci-dessous.
 - Pour modifier/supprimer le mot : cliquer avec le clic droit de la souris sur la fenêtre, puis « modifier » ou « supprimer » le mot souhaité.
 - Pour ajouter un mot : cliquer avec le clic droit dans la zone beige. Ecrire alors le mot dans « label de nouveau segment ».
 - Pour le moment, on ne peut pas double-cliquer sur la fenêtre de réponse pour entendre juste ce qu'il y a dans cette fenêtre et savoir si elle englobe bien tout le mot.

- Le but étant de calculer le temps de réaction entre le stimulus et la réponse, la fenêtre doit bien commencer au début de la réponse du sujet.



Génération de mots

- ❖ Objectifs de la génération : valider ou non la production du sujet et calculer le temps de réaction entre le stimulus et la réponse.
- ❖ Manipulations :
 - Contrairement à la dénomination, chaque item doit présenter deux fenêtres :
 - Le stimulus : le début de la fenêtre doit être sur la ligne verticale de gauche. La largeur de la boîte n'a pas d'importance.
 - La réponse : tout comme pour la dénomination, cette fenêtre ne comprend que la réponse du sujet. Elle commence donc au début du signal et se termine à la fin du mot.
 - Si la réponse n'est pas reconnue par la reconnaissance vocale, la zone beige de l'exemple ci-dessous apparaît en rouge.
 - Pour modifier/supprimer le mot : cliquer avec le clic droit sur la fenêtre verte, puis « modifier » ou « supprimer » le mot souhaité.
 - Pour ajouter un mot : cliquer avec le clic droit de la souris dans la zone beige. Ecrire alors le mot dans « label de nouveau segment ».
 - Pour le moment, on ne peut pas double-cliquer sur la fenêtre de réponse pour entendre juste ce qu'il y a dans cette fenêtre et savoir si elle englobe bien tout le mot.
 - Ce qui est nécessaire : que ces deux fenêtres soient bien placées afin de calculer le temps de réaction entre le stimulus et la réponse du sujet.



Fluences verbales

- ❖ **/!\ Attention** : avant de cliquer sur « valider » en bas à droite d'une épreuve de fluence, il faut corriger ces deux minutes d'un seul coup. L'examineur ne peut pas commencer la correction, l'arrêter en cours de route, fermer Samoplay et revenir dessus. S'il ferme Samoplay ou s'il change d'épreuve, alors il perd toutes les corrections qu'il vient de faire pour cette fluence.

- ❖ Objectifs des fluences : valider ou non chaque production du sujet, comptabiliser le nombre de réponses produites en 2 minutes et calculer l'intervalle de temps entre les mots donnés par le patient.

- ❖ Conseil : si l'examineur veut observer une fluence plus en détails, il peut se mettre sur la fenêtre de la fluence à droite de l'écran et bouger la molette de la souris. Celle-ci sert de zoom.

- ❖ Manipulations :
 - Pour déterminer la couleur d'une fenêtre de réponse : cliquer avec le clic gauche dessus. Normalement, le logiciel choisit tout seul la bonne couleur. Si ce n'est pas le cas, le code couleur est le suivant :
 - Vert : mot bon
 - Rouge : erreur (ex : mot « soleil » dans la fluence en V)
 - Beige : doublon, répétition d'un mot
 - Jaune : mots de la même famille.
 - Pour supprimer ou modifier une fenêtre : cliquer avec le clic droit sur la fenêtre de réponse, puis « modifier » ou « supprimer » le mot.
 - Pour ajouter un mot : cliquer avec le clic droit, puis « ajouter » la réponse du sujet.
 - Pour entendre si une fenêtre ne prend bien qu'un mot et/ou tout le mot : il faut double-cliquer sur ce segment. L'examineur entend alors uniquement ce qu'il y a dans la fenêtre de réponse.
 - Une fois la correction terminée : cliquer sur « valider » sous la liste de mots.
 - Pour visualiser la dernière correction effectuée : au-dessus de la liste de mots, choisir la bonne date. Sinon, ce sera la liste avant la correction qui apparaîtra.

- ❖ Barre rouge « Voir l'analyse de la segmentation sélectionnée » :
 - Avant de cliquer dessus, bien choisir la bonne date pour que l'analyse se fasse sur la correction souhaitée.
 - Cette analyse permet notamment d'observer :
 - Le nombre de réponses valides, d'erreurs, de doublons et de mots de la même famille.
 - Les intervalles inter-réponses
 - La fréquence des mots
 - La nature grammaticale des mots
 - Le nombre de regroupements (« clusters »), de commutations (« switches ») et mots isolés.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

1 Liste des titres des tableaux

Tableau 1. Tableau clinique du sujet traumatisé crânien	20
Tableau 2. Tableau récapitulatif des tâches contrôles	32
Tableau 3. Tableau récapitulatif des tâches expérimentales	33
Tableau 4. Ordre de passation du protocole Evolex selon les groupes	35
Tableau 5. Données démographiques des sujets contrôles (SC) et des sujets traumatisés crâniens (TC).....	42
Tableau 6. Tableau récapitulatif du nombre de données traitées et analysées	43
Tableau 7. Répartition des épreuves selon leur complexité et leur mode de traitement	76

2 Liste des titres des figures

Figure 1. « Représentation distribuée des concepts et « hub » sémantique (inspirée de Patterson)», Carbonnel et al. 2010	14
Figure 2. Déroulement de l'étude	30
Figure 3. Visualisation de la réponse d'un sujet en dénomination sur la plateforme web Samoplay37	
Figure 4. Répartition des sujets retenus pour l'étude	41
Figure 5. Comparaison du temps de réaction aux tâches de dénomination (Deno) et de génération (Gene) selon le groupe (TC ou SC).....	44
Figure 6. Comparaison du nombre de réponses valides dans les deux groupes selon les types de fluences	46
Figure 7. Comparaison de la fréquence lexicale des réponses selon le groupe à la tâche de génération de mots	46
Figure 8. Répartition de la nature des réponses valides en génération.....	47
Figure 9. Répartition de la nature des réponses invalides en génération.....	48
Figure 10. Répartition de la nature des réponses invalides en dénomination	49
Figure 11. Corrélations entre le score à la MoCA et la différence de temps (en ms) au TMT chez les patients traumatisés crâniens.....	50
Figure 12. Corrélations entre le score mnésique à la MoCA et le temps de réaction (en ms) à l'épreuve de dénomination d'images chez les sujets traumatisés crâniens	51
Figure 13. Corrélations entre le taux de réponses valides (en pourcentages) en dénomination et les temps (en ms) au Stroop et au Trail Making Test chez les sujets traumatisés crâniens	53
Figure 14. Corrélations entre le nombre de réponses valides (NB) aux fluences sémantiques et le temps (en ms) au Trail Making Test chez les sujets traumatisés crâniens	54
Figure 15. Test de comparaison des processus cognitifs à une fluence « animaux » entre deux sujets appariés	59
Figure 16. « Modèle général de la production de la parole » (Ferrand, 2001).....	75

ABSTRACT

Producing an appropriate word requires the preservation of the mental lexicon organization and of the lexical selection. Some cognitive and executive functions are also involved in language processes. However executive functions are often altered in head injury. Thus, the question is how does this disease, with its neuropsychological alterations, affects lexico-semantic processes? We hazarded a guess that it increases the processing time of lexico-semantic processes and affects the lexical selection and organization. Then we assumed that these alterations are related to the alterations of the executive functions. In order to check these hypotheses, ten patients with head injury were compared to ten healthy persons. These two samples were matched in ages, sexes and educational levels. They performed neuropsychological and language tests (image naming, word generation, semantic and phonological verbal fluencies). Then, two analyses were achieved: a performance comparison between these two groups and a correlation between neuropsychological tests and language tasks for the suffering persons. The results showed a reduction of information processing, an alteration of semantic and phonological encodings and of the lexicon organization for head injured patients. And they confirmed the preservation of the lexical-semantic capital. The analyses also revealed an alteration of the lexical-phonological capital. Therefore head injury affects some lexical-semantic processes. This effect points out that the proper functioning of these mechanisms depends on their preservation, but also on other cognitive functions such as the executive, memory and attentional functions.

Keywords : lexical-semantic performances ; lexical selection ; image naming ; word generation ; verbal fluencies ; head injury ; executive functions; memory

RESUME

Produire un mot adéquat nécessite une organisation du stock lexical et une sélection lexicale préservées. Certaines fonctions cognitives et exécutives sont également impliquées dans les processus langagiers. Or, les fonctions exécutives sont souvent altérées dans le traumatisme crânien. Ainsi, comment cette pathologie, avec ses atteintes neuropsychologiques, influe sur les processus lexico-sémantiques ? Nous avons émis l'hypothèse qu'elle augmente le temps de traitement des processus lexico-sémantiques et endommage la sélection et l'organisation lexicales. Nous avons aussi supposé que ces altérations étaient corrélées avec les atteintes des fonctions exécutives. Pour vérifier ces hypothèses, dix individus traumatisés crâniens ont été comparés à dix individus sains contrôles. Appariés en âge, sexe et niveau d'études, tous les sujets ont effectué des tests neuropsychologiques et langagiers standards et expérimentaux (dénomination d'images, génération de mots et fluences verbales sémantiques et phonologiques). Deux analyses ont alors été réalisées : une comparaison des performances entre ces deux groupes et une corrélation entre les tests neuropsychologiques et les tâches langagières chez les sujets pathologiques. Les résultats ont montré chez les patients traumatisés crânien un ralentissement du temps de traitement de l'information, une atteinte des encodages sémantiques et phonologiques et de l'organisation du stock lexical. Le stock lexico-sémantique est préservé. Les analyses ont également révélé une altération du stock lexico-phonologique. Le traumatisme crânien a donc un effet sur certains processus lexico-sémantiques. Cette influence souligne que le bon fonctionnement de ces mécanismes dépend de leur intégrité, mais aussi d'autres fonctions cognitives que sont les fonctions exécutives, mnésiques et attentionnelles.

Mots-clés : performances lexico-sémantiques ; sélection lexicale ; dénomination d'images ; génération de mots ; fluences verbales ; traumatisme crânien ; fonctions exécutives ; mémoire